

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

А. Г. Кисель

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
В МАШИНОСТРОЕНИИ**

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ для
студентов, обучающихся в бакалавриате по направлению подготовки
15.03.01 Машиностроение

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2023

УДК 67.05

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры технологии
продуктов питания ФГБОУ ВО «КГТУ» М. Н. Альшевская

Кисель, А. Г.

Информационные системы в машиностроении: учеб.-методич. пособие по выполнению лабораторных работ для студ. бакалавриата по напр. подгот. 15.03.01 Машиностроение / А. Г. Кисель – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 75 с.

В учебно-методическом пособии по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Информационные системы в машиностроении» представлены учебно-методические материалы и вопросы для самоконтроля, материалы по подготовке к лабораторным работам по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение.

Табл. 10, рис. 42, список лит. – 7 наименований

Учебно-методическое пособие рассмотрено и рекомендовано к опубликованию кафедрой инжиниринга технологического оборудования 30 марта 2023 г., протокол № 6

Учебно-методическое пособие по выполнению лабораторных работ рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией института агроинженерии и пищевых систем ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» 30 апреля 2023 г., протокол № 4

УДК 67.05

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2023 г.
© Кисель А. Г., 2023 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ.....	8
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	71
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	73

ВВЕДЕНИЕ

Цель изучения информационных систем – это формирование системного базового представления, первичных знаний, умений и навыков, достаточных для дальнейшего продолжения образования в областях, использующих автоматизированные методы анализа и компьютерную технику; ознакомление с основами современных информационных технологий, тенденциями их развития, техническими средствами и программным обеспечением, необходимыми в области машиностроения.

Основные задачи изучения информационных систем:

– формирование у студента фундамента современной информационной культуры;

– обеспечение устойчивых навыков работы на персональном компьютере (ПК) с использованием современных программных и аппаратных средств в различных видах учебной, научной, деловой и управленческой деятельности с учётом особенностей в области машиностроения;

– обучение основам современной методологии использования компьютерных информационных технологий и практической реализации их основных элементов с использованием ПК и программных продуктов к знаниям и умениям по дисциплине.

Дисциплина «Информационные системы в машиностроении» относится к блоку 1 части ОПОП ВО по направлению подготовки 15.03.01 Машиностроение.

Целью освоения дисциплины «Информационные системы в машиностроении» является формирование у студентов знаний, умений и навыков по применению современных методов и средств автоматизированного сбора и обработки информации.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

– классификацию информационных систем;

– виды технологических процессов обработки информации в информационных системах, особенности их применения;

уметь:

– использовать технологии сбора, размещения, хранения, наполнения, преобразования и передачи данных в информационных системах;

– обеспечивать достоверность информации в процессе автоматизированной обработки данных;

владеть:

– навыками формализации задач обработки информации в производственных системах;

– навыками оценки достоверности информации в технологических процессах автоматизированной обработки данных.

При реализации дисциплины «Информационные системы в машиностроении» организуется практическая подготовка путем проведения лабораторных работ, предусматривающих участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Для успешного освоения дисциплины «Информационные системы в машиностроении», студент должен активно работать на лекционных и практических занятиях, организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

Для оценивания поэтапного формирования результатов освоения дисциплины (текущий контроль) предусмотрены тестовые и лабораторные задания. Тестирование и решение практических задач, обучающихся проводится на практических (семинарских) занятиях после изучения соответствующих тем. Тестовое задание предусматривает выбор правильного ответа на поставленный вопрос из предлагаемых вариантов ответа. Перед проведением тестирования преподаватель знакомит студентов с вопросами теста, а после проведения тестирования проводит анализ его работы. Перечень примерных тестовых и практических заданий представлен в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

Промежуточной аттестацией по дисциплине является зачёт.

Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

К оценочным средствам поэтапного формирования результатов освоения дисциплины относятся:

- тестовые задания закрытого типа;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам.

К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме зачета, относятся:

- задания для контрольной работы (заочная форма обучения);
- экзаменационные вопросы по дисциплине.

Универсальная система оценивания результатов обучения включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100-балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему (таблица 1).

Таблица 1 – Система оценок и критерии выставления оценки

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0–40 %	41–60 %	61–80 %	81–100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полной системой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
2. Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3. Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно-корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно-корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

При необходимости для обучающихся-инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Для успешного освоения дисциплины «Информационные системы в машиностроении» в учебно-методическом пособии по изучению дисциплины приводится краткое содержание каждой темы занятия, перечень ключевых вопросов для подготовки к практическим занятиям и организации самостоятельной работы студентов.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторные работы проводятся с целью формирования у студентов умений и навыков в области взаимосвязи технологического процесса и технической системы с системой управления.

Лабораторные работы по дисциплине «Информационные системы в машиностроении» являются важной составной частью учебного процесса изучаемого курса, поскольку помогают лучшему усвоению курса дисциплины, закреплению знаний.

В ходе самостоятельной подготовки студентов к лабораторным работам необходимо не только воспользоваться литературой, рекомендованной преподавателем, но и проявить самостоятельность в отыскании новых источников, интересных фактов, статистических данных, связанных с изучаемой проблематикой лабораторной работы.

Тематический план лабораторных работ представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Структура лабораторных работ

Номер темы	Содержание лабораторных работ
1	Работа с файлами чертежей в КОМПАС-3D
2	Создание сложных объектов в КОМПАС-3D
3	Нанесение размеров на чертежах
4	Построение и редактирование трехмерных объектов
5	Расширенные средства MS Word
6	Расширенные средства MS Excel
7	Построение графиков в среде MathCAD
8	Решение уравнений в MathCAD

Обучающийся должен подготовить по рассматриваемому занятию отчет, защитить его, ответив устно на вопросы преподавателя.

По результатам защиты отчета преподаватель выставляет экспертную оценку по четырехбалльной шкале – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка «отлично» ставится обучающемуся, обладающему системностью, обстоятельностью и глубиной излагаемого материала, способностью воспроизвести основные тезисы по теме практического занятия, готовому развернуто отвечать на вопросы преподавателя. Оценка «хорошо» ставится обучающемуся, обладающему глубиной и системностью излагаемого материала, но имеющему некоторые затруднения при ответе на вопросы. Оценка «удовлетворительно» ставится обучающемуся, имеющему недостатки информации по теме практического

занятия, имеющему затруднения при ответе на вопросы преподавателя. Оценка «неудовлетворительно» ставится обучающемуся, не обладающему информацией по теме практического занятия, неспособному ответить на вопросы преподавателя.

При необходимости для обучающихся инвалидов или обучающихся с ОВЗ предоставляется дополнительное время для подготовки ответа с учетом его индивидуальных психофизических особенностей.

1. Лабораторная работа на тему «Работа с файлами чертежей в КОМПАС-3D»

Цель работы: научиться создавать файлы чертежей, осуществлять настройки параметров, сохранять файлы в разных форматах.

Задачи работы: изучить основные типы геометрических примитивов; освоить приемы выполнения простейших геометрических построений с двумерными примитивами; ознакомиться с рядом стандартов.

Обеспечивающие средства: компьютер с установленной программой КОМПАС-3D.

Требования к содержанию отчета: по результатам работы оформляется отчет в соответствии с порядком выполнения работы.

Общие положения

Проектирование в различных областях производства предполагает широкое использование интегрированных компьютерных систем, работающих на уровне трехмерных компьютерных геометрических моделей, которые позволяют осуществить интеграцию всех этапов жизненного цикла продукта и существенно ускорить процесс геометрического моделирования.

В отечественном производстве применяют такие векторные системы, как КОМПАС-3D, T-FLEX CAD, SolidWorks, CATIA, AutoCAD. Преимущества системы КОМПАС-3D – удобный русифицированный интерфейс, поддержка стандартов ГОСТа. Минимальные системные требования предполагают незначительное использование компьютерных ресурсов.

Система КОМПАС-3D – профессиональная система трехмерного твердотельного моделирования, она обладает всеми возможностями универсального графического редактора по созданию трехмерных моделей и плоских чертежей любого уровня сложности, позволяет изучить реальные физические свойства модели – объем, плотность, массу, центр тяжести, моменты инерции и т. д.

Система КОМПАС-3D состоит из двух частей – модуля плоского черчения 2D и модуля трехмерного твердотельного моделирования 3D. В системе можно создавать 6 типов основных документов: фрагменты, плоские

чертежи, текстовые документы, спецификации, трехмерные детали, трехмерные сборочные единицы. Фрагменты представляют собой пустой лист неограниченных размеров; плоский чертеж – лист чертежа со штампом основной надписи; текстовый документ представляет собой некое подобие текстового документа Microsoft Word; спецификация – лист спецификации сборочной единицы со штампом; трехмерные детали предназначены для создания объемного изображения; трехмерные сборочные единицы – трехмерные изделия, состоящие из двух и более трехмерных деталей.

Интерфейс системы КОМПАС-3D

Поскольку система КОМПАС-3D является прикладной программой Windows, то ее окно имеет стандартные элементы управления (рисунок 1). Окно системы КОМПАС-3D содержит все необходимые элементы для быстрого доступа к инструментам программы (таблица 3).

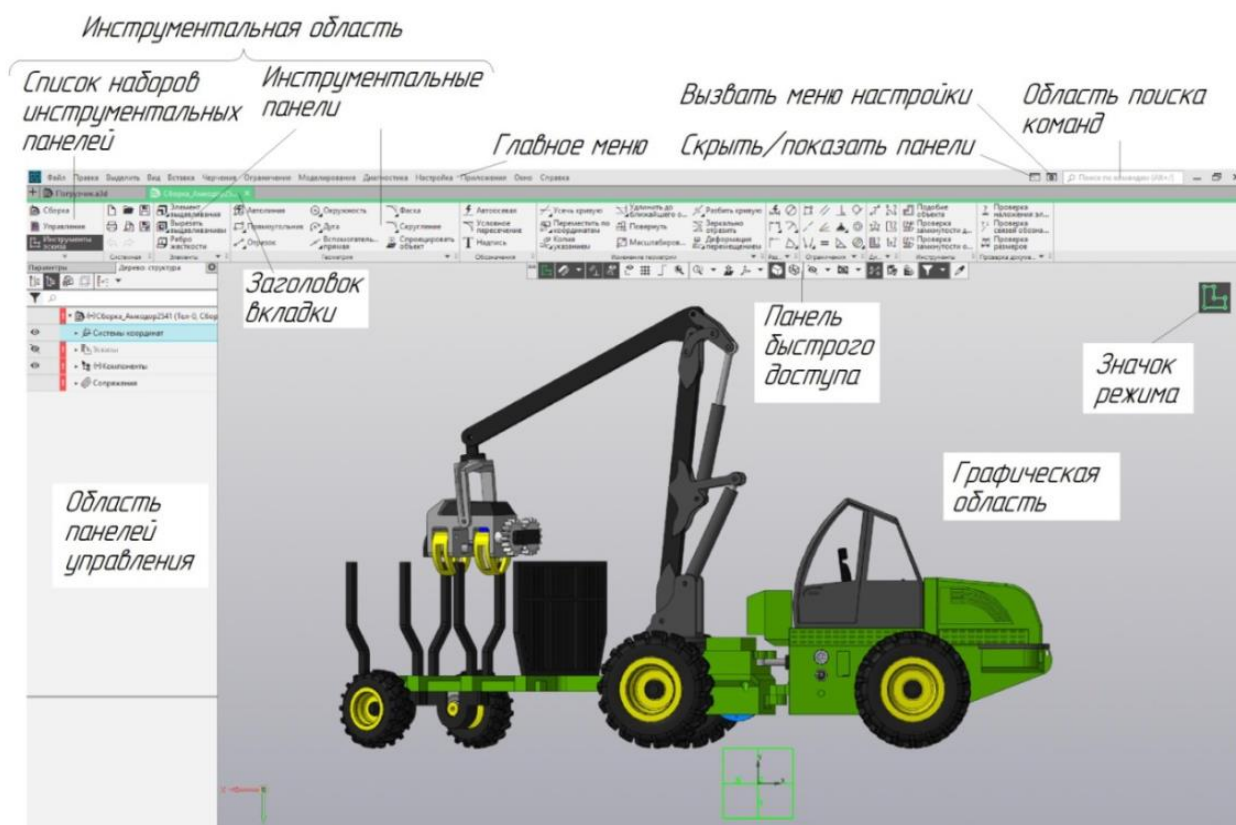




Рисунок 1 – Элементы управления КОМПАС-3D v18

Таблица 3 – Элементы интерфейса КОМПАС-3D v18

Название	Описание
Инструментальная область	Служит для выбора команд просмотра, печати, создания и редактирования объектов документа. Включает: – список наборов инструментальных панелей – находится в левой части инструментальной области, служит для переключения между наборами;

Название	Описание
	– панели текущего набора – занимают остальную часть инструментальной области, содержат кнопки вызова команд
Заголовок вкладки документа	Служит для переключения между открытыми документами (каждый документ отображается на отдельной вкладке). Контекстное меню заголовка вкладки содержит команды управления документами и их вкладками
Главное меню	Служит для вызова команд системы. Содержит названия разделов меню. Состав главного меню зависит от типа текущего документа и режима работы системы
 Кнопка управления отображением панелей	Служит для отключения и включения отображения на экране инструментальной области и панелей управления. Данная настройка распространяется на текущее окно КОМПАС-3D до конца сеанса работы в нем. Отключение панелей позволяет увеличить площадь графической области. Вызов команд при этом производится из главного меню, а управление работой команд – с помощью контекстного меню
 Кнопка вызова меню настройки	Содержит команды настройки интерфейса. В рамках этой настройки доступны следующие действия: – настройка рабочего пространства; – настройка цвета в интерфейсе и выбор варианта изображения значков в инструментальной области; – изменение размера значков и текстовых подписей в интерфейсе; – настройка комбинаций клавиш для вызова команд КОМПАС-3D
Поле поиска команд	Служит для поиска команд по их названиям. При вводе текста в это поле ниже него отображается список найденных команд. Выбор команды из списка запускает ее
Область панелей управления	Содержит несколько объединенных друг с другом панелей управления, по умолчанию – <i>Панель параметров</i> и <i>Панель дерева</i> документа. Панели можно разделить и прикрепить к правой или левой границе графической области, а также сделать «плавающими». Включение/отключение панелей управления производится командами меню <i>Настройка – Панели</i>
Графическая область	Занимает большую часть окна КОМПАС-3D. Служит для отображения содержимого текущего документа и работы с ним: создание/редактирование объектов чертежа или модели, ввод/редактирование текста текстового документа или спецификации. Для индикации специфических режимов работы, например режима разнесения сборки, режима предварительного просмотра перед печатью, эскиза и др., в графической области отображаются значки режимов
Панель быстрого доступа	Содержит команды выбора режима, управления изображением и др. Состав панели зависит от контекста. Располагается вверху графической области, может перемещаться по горизонтали

Ввод геометрических объектов

Для создания чертежа изделия любой сложности используются геометрические примитивы.

Примитивы – ограниченный набор графических объектов, с помощью которого средствами объявленного набора операций можно сконструировать много большее множество других объектов. Это элемент конструктора, составная часть целого, способная к комбинированию. Для удобства пользователя в системе КОМПАС-3D предусмотрены различные способы и режимы построения геометрических объектов в меню инструментальной панели *Геометрия*. На этой панели собраны директивы, с помощью которых можно создавать геометрические объекты: точки, прямые, отрезки, окружности, эллипс, дуги окружностей и эллипсов, многоугольники, кривые Безье.

Кривая Безье – кривая, состоящая из гладко состыкованных полиномов 4-го порядка.

В расширенных командах меню существует возможность выбора наиболее приемлемого для пользователя способа построения примитива. У таких пиктограмм в правом нижнем углу стоит темный треугольник. Для активизации расширенных команд достаточно нажать левой клавишей мыши на треугольник и, удерживая клавишу, выбрать необходимый примитив. Для точного построения чертежа необходимо активировать функцию *Привязки* – механизм, позволяющий установить четкую позицию курсора относительно характерных точек объектов. Всплывающее меню *Привязки* находится на панели быстрого доступа. Необходимо отметить, что активация избыточных привязок затрудняет работу в системе.

Редактирование объектов

Редактирование чертежа включает следующие операции: удаление, перемещение, копирование, поворот, масштабирование, симметричное отображение, создание эквидистанты к кривой, усечение части кривой, деформация сдвигом. Для редактирования объектов их необходимо предварительно выделить рамкой. Выделенные объекты отображаются на экране зеленым цветом. Нажав на любой выделенный объект правой кнопкой мыши и выбрав во всплывающем меню функцию *Редактирование* – можно приступить к редактированию данного объекта. Поддерживается перенос и копирование объектов через *Буфер обмена*. Перетаскивание мышью характерных точек любых объектов позволяет быстро менять их размер и положение.

Порядок выполнения работы

Работа выполняется в следующем порядке:

1. Запустить программу КОМПАС-3D.

2. Создать лист чертежа с помощью соответствующей пиктограммы на стартовой странице программы или используя путь *Файл–Создать...–Чертеж*.

3. В главном меню выбрать *Настройка – Параметры*. В появившемся окне выбрать элемент *Параметры первого листа*, *Формат* и задать А4, горизонтальная.

4. Навести курсор мыши на основную надпись, и нажать правую кнопку мыши. В падающем меню выбрать элемент *Заполнить основную надпись*. Заполнить основную надпись учебного чертежа (см. ниже) в соответствии с ГОСТ 2.104–68*, форма 1, учитывая, что необходимые шрифты для каждой графы надписи уже запрограммированы (конфигурацию и размеры всех букв, цифр и условных знаков устанавливает ГОСТ 2.304–68*). В графах основной надписи учебного чертежа указать (рисунок 2):

1 – наименование изделия (графические примитивы);

2 – обозначение документа (организация – разработчик чертежа (аббревиатура кафедры инжиниринга технологического оборудования – ИТО), номер задания (например, 01) и индивидуальный вариант студента (например, 06), т. е. ИТО 01.06;

3 – графа для обозначения материала (заполняется только на чертежах деталей);

4 – здесь пишутся буквы, которые называются «литера» от латинского слова *littera*, что значит – «буква»; литера указывает, на какой стадии разработки находится документ; для учебных чертежей ставится буква У в среднем столбце;

5 – масса изделия – указывается только в цифрах без обозначения измерения (заполнять не нужно);

6 – масштаб (выбрать любой масштаб по ГОСТу);

7 – порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, не заполняется);

8 – число листов (заполняется только на первом листе);

9 – сокращенное название вуза (КГТУ) и название студенческой группы.

					②			
						<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	①	④	⑤	⑥
<i>Разраб.</i>								
<i>Проб.</i>								
<i>Т.контр.</i>						<i>Лист</i>	⑦	<i>Листов</i>
								⑧
<i>Н.контр.</i>					③			⑨
<i>Утв.</i>								

Рисунок 2 – Основная надпись чертежа

Заполнить графы «Разраб.», «Пров.», «Утв.», «Дата». Для сохранения записей достаточно щелкнуть левой клавишей мыши на пиктограмму *Создать объект* на панели свойств (рисунок 3).

5. Активизировать меню *Геометрия*.

6. Выбрать элемент *Привязки* на панели быстрого доступа и задать во всплывающем меню следующие привязки: *Ближайшая точка*, *Пересечение*, *Выравнивание*, *Центр*.

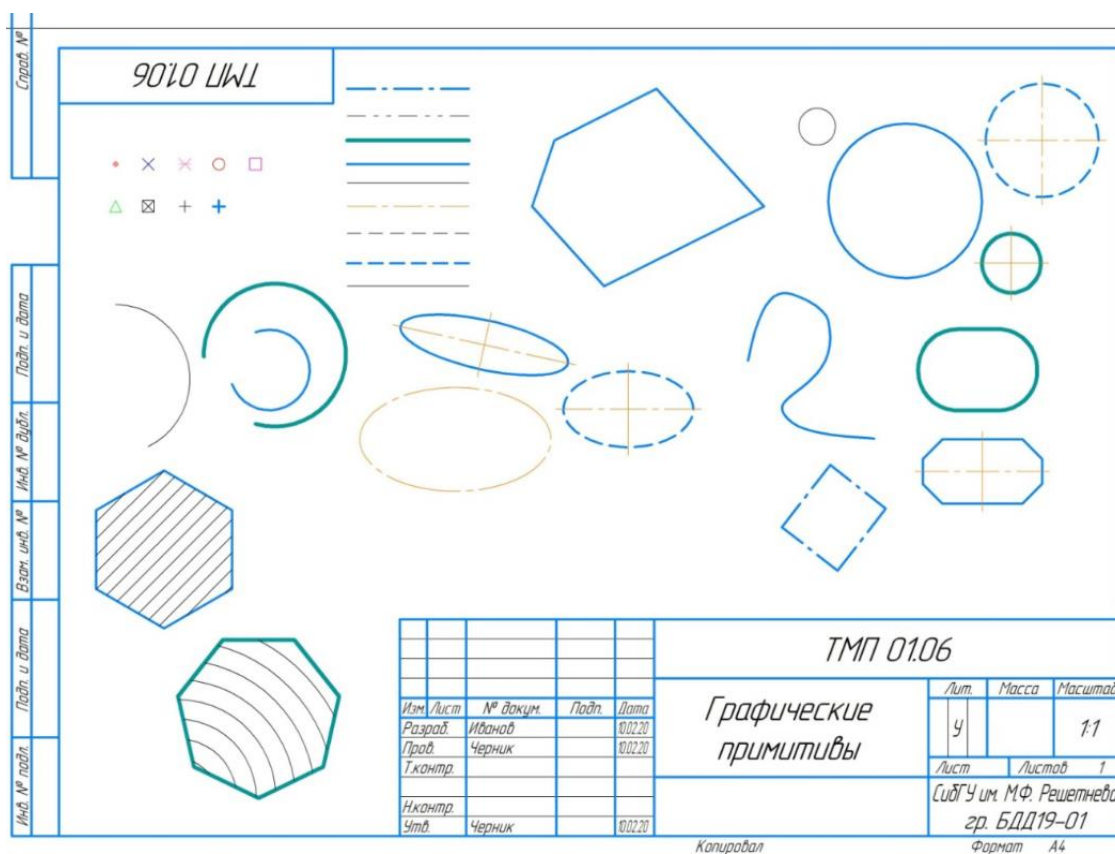


Рисунок 3 – Пример выполнения лабораторной работы 1

7. Последовательно построить следующие элементы панели инструментов:

- точки, задав их разными символами (выбор стиля символов производится на панели свойств (крест, звезда, круг и пр.));

- отрезки, задав их разными типами линий (тип линий меняется на панели свойств (основная, тонкая, осевая, штриховая и пр.)); отметим, что начертание и назначение различных линий, используемых при оформлении чертежей, установлено ГОСТ 2.303–68;

- замкнутые контуры разной конфигурации: с помощью пиктограммы *Ломаная* в меню *Геометрия* построить многоугольник произвольной формы и размеров; для замыкания контура использовать пиктограмму *Замкнуть*;

- окружности различных радиусов и разных типов линий, с осями и без (радиус, тип линии и оси задаются в панели свойств); окружности построить

несколькими способами с помощью расширенных команд меню *Окружность* (*Окружность по двум точкам*, *Окружность по трем точкам*);

- дуги двумя способами (*Дуга по центру и двум точкам*, *Дуга по трем точкам*);

- эллипсы двумя способами, с осями и без (*Эллипс по центру и двум точкам*, *Эллипс по диагонали прямоугольника*);

- кривую Безье с помощью соответствующей пиктограммы; для завершения построения кривой по указанным точкам щелкнуть правой клавишей мыши и выбрать команду *Создать кривую Безье*;

- два прямоугольника разными способами с помощью пиктограмм *Прямоугольник по двум вершинам* и *Прямоугольник по центру и вершине*; сделать на одном из них скругление углов, для этого в меню *Геометрические построения* выбрать пиктограмму *Скругление*, *Скругление на углах объекта* (расширенная команда меню), задать радиус скругления на панели свойств и щелкнуть левой клавишей мыши на углы прямоугольника; на другом прямоугольнике срезать фаски, используя пиктограммы *Фаска*, *Фаска на углах объекта*, задав ее параметры на панели свойств (длину и угол фаски);

- построить два правильных многоугольника с осями и без с помощью пиктограмм *Прямоугольник*, *Многоугольник* (расширенная команда меню); число сторон, способ построения (по вписанной и описанной окружности) и наличие осей задаются на панели свойств; выполнить различную штриховку с помощью пиктограммы *Штриховка* (шаг штриховки (в мм), угол наклона и тип штриховки выбираются на панели свойств).

8. Около каждой группы примитивов поставить номер, соответствующий порядковому номеру выполнения данного элемента. Для этого в меню *Геометрические построения* активизировать пиктограмму *Размеры и технологические обозначения* и выбрать пиктограмму *Ввод текста*.

9. Запомнить сделанный чертеж в папке группы под своим именем.

10. Создать и отредактировать прямоугольник. Для этого:

- создать прямоугольник размером 40×80 (мм) с осями симметрии любым способом;

- выделить построенный прямоугольник, для этого необходимо разместить курсор мыши в левом верхнем углу от прямоугольника, нажать на левую кнопку мыши и, удерживая, переместить курсор мыши в правый нижний угол прямоугольника, отпустить левую кнопку мыши;

- скопировать прямоугольник, для этого необходимо нажать правой кнопкой мыши на прямоугольнике и выбрать функцию *Копировать*, после этого выбрать курсором точку на чертеже, относительно которой будет производиться копирование; далее необходимо вставить скопированный прямоугольник в свободную область чертежа с помощью команды *Вставить*;

– относительно главной оси симметрии повернутого прямоугольника осуществить симметричное копирование первой фигуры, для этого выделить прямоугольник, на инструментальной панели *Правка* выбрать функцию *Зеркально отразить* и осуществить симметричное копирование объекта.

Контрольные вопросы и задания

1. Изложите порядок создания чертежа с параметрами по умолчанию.
2. Как изменить единицы измерения?
3. Как сохранить файл чертежа? В каком формате? Как сохранить файлы в различных форматах?
4. Как выполнить просмотр нескольких открытых файлов?
5. Как вставить в чертёж рисунок?
6. Чем отличается документ «Фрагмент» от документа «Чертёж»?

2. Лабораторная работа на тему «Создание сложных объектов в КОМПАС-3D»

Цель работы: научиться применять инструменты «Слайн по точкам», «Автолиния», «Усечь кривую», «Удлинить до ближайшего объекта».

Задачи работы: построить ряд геометрических примитивов, разработать комплексный чертеж детали.

Обеспечивающие средства: компьютер с установленной программой КОМПАС-3D.

Требования к содержанию отчета: по результатам работы оформляется отчет в соответствии с порядком выполнения работы.

Общие положения

Комплексный чертеж любого предмета включает необходимые виды, разрезы, сечения и размеры для изготовления данной детали.

Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

Сечение – изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями.

Разрез – изображение, полученное при мысленном рассечении предмета одной или несколькими секущими плоскостями: часть предмета, расположенную между наблюдателем и секущей плоскостью, мысленно отбрасывают, а на плоскости проекции изображают то, что находится в секущей плоскости, и то, что расположено за ней.

Число видов, разрезов и сечений на чертеже определяется сложностью изделия и должно быть необходимым и достаточным для изготовления и определения формы детали (ГОСТ 2.305–68). Первоначально создается главный

вид, далее в проекционной связи строятся следующие виды, выполняются необходимые разрезы и сечения. При необходимости в чертеж могут быть добавлены выносные элементы.

Линейные размеры на чертежах указывают в миллиметрах без обозначения единиц измерения. Размеры проставляются истинные, независимо от масштаба, в котором выполнен чертеж.

Угловые размеры указывают обязательно с единицей измерения (градус, минута, секунда).

Размеры наносятся с помощью выносных и размерных линий, а также размерных чисел. При этом приняты условные обозначения, приведенные в таблице 4.

Таблица 4 – Условные обозначения размеров

Диаметр	Радиус	Сфера	Квадрат	Конусность	Уклон	Дуга
\emptyset	R	$\circ\emptyset$ или $\circ R$	\square	\triangleleft	\sphericalangle	\cap

Порядок выполнения работы

Работа выполняется в следующем порядке:

1. Запустить программу КОМПАС-3D.
2. Создать лист чертежа с помощью соответствующей пиктограммы на стартовой странице программы или используя путь *Файл–Создать...–Чертеж*.
3. В главном меню выбрать *Настройка–Параметры*. В появившемся окне выбрать элемент *Параметры первого листа, Формат* и задать А4, вертикальная.
4. Навести курсор мыши на основную надпись и нажать правую кнопку мыши. В выпадающем меню выбрать элемент *Заполнить основную надпись*. Заполнить основную надпись учебного чертежа в соответствии с ГОСТ 2.104–68.
5. В верхней части панели свойств выбрать иконку *Новый вид* и поставить значок начала координат в центр рабочего поля чертежа.
6. Активизировать панель *Геометрия*.
7. Построить необходимое количество видов детали согласно своему варианту, используя инструменты, изученные в лабораторной работе 1 (рисунок 5).
8. Проставить размеры. Для проставления линейных размеров использовать раздел на панели инструментов *Размеры*, выбрать нужный вид размера, например, *Линейный размер*. Задать на панели свойств соответствующее расположение выносных и размерной линий (*Горизонтальный, Вертикальный*), указать первую и последнюю точку измеряемого отрезка. После этого в меню *Текст*, расположенном на панели свойств, появится определенное автоматически размерное число. Это число

появится и в рамке около размерной линии. При необходимости можно скорректировать форму записи размерного числа, щелкнув для этого левой клавишей мыши на *Текст*. Закончить процедуру следует нажатием пиктограмм *Создать объект* и *Stop*. Аналогичным образом через соответствующие пиктограммы проставить радиальные или диаметральные размеры.

9. Запомнить сделанный чертеж в папке группы под своим именем (рисунок 5).

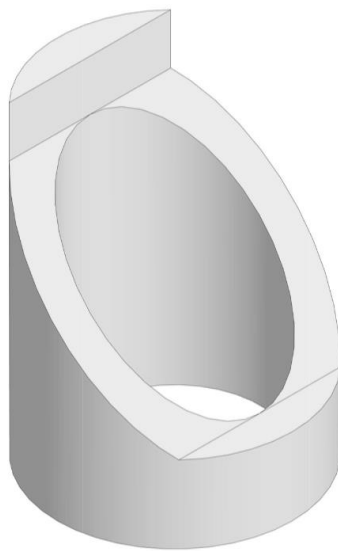


Рисунок 5 – Пример детали для выполнения лабораторной работы 2

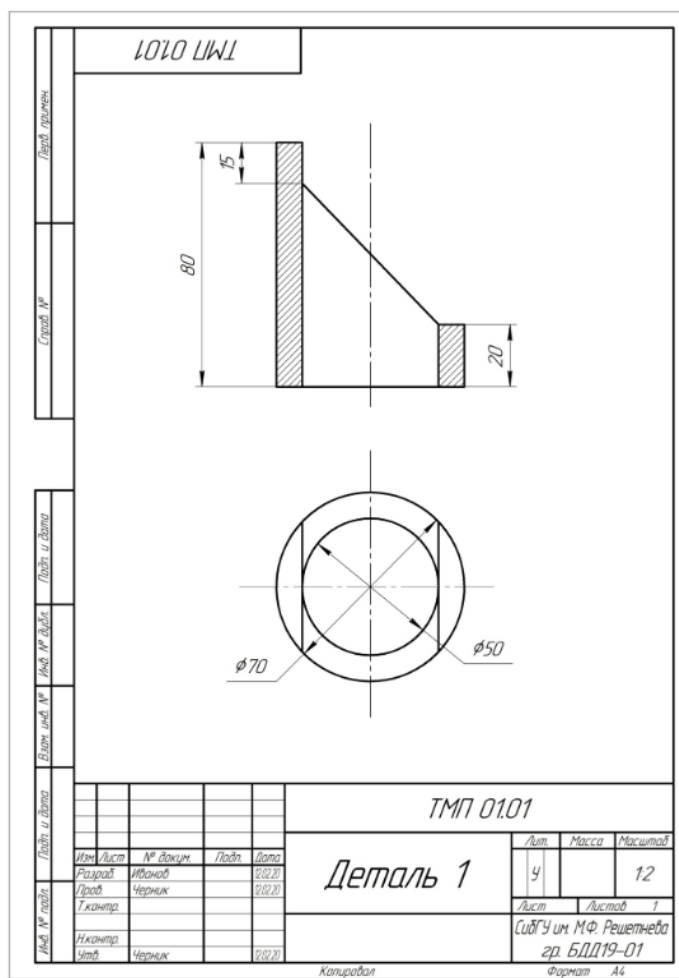


Рисунок 6 – Пример выполнения лабораторной работы 2

Исходные данные к лабораторной работе

Задание 1

Размеры предмета (рисунок 7): длина цилиндра – 6 см, диаметр – 4 см, фаски с размерами 3 мм и углом наклона 45°. Деталь рассекается вертикальной плоскостью, проходящей через цилиндрическую часть детали.

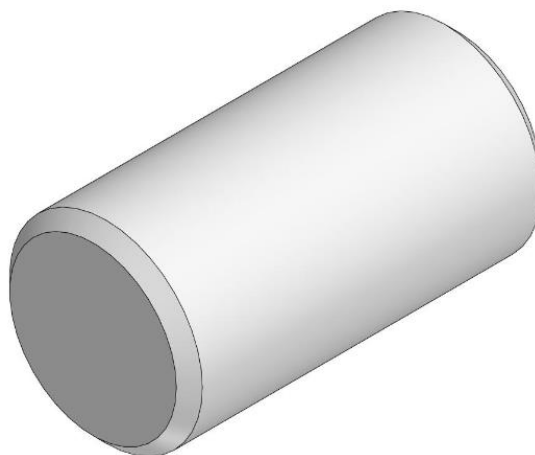


Рисунок 7– Деталь к заданию 1

Задание 2

Размеры предмета (рисунок 8): общая длина детали – 7,5 см; диаметры оснований кругового конуса – 4,6 и 2,6 см; расстояние между основаниями кругового конуса – 35 мм; длина, ширина и высота прямоугольной части детали составляет соответственно 25, 26 и 25 мм. Деталь рассекается вертикальной плоскостью, проходящей через прямоугольную часть детали.

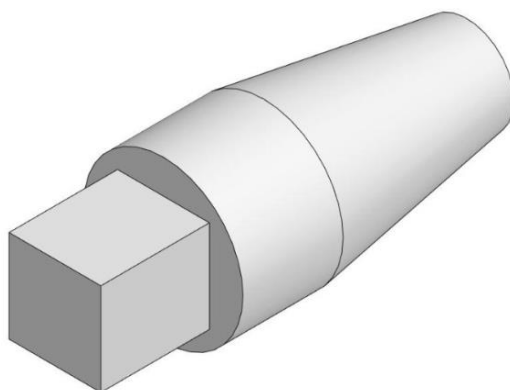


Рисунок 8 – Деталь к заданию 2

Задание 3

Размеры предмета (рисунок 9): общая длина детали – 6 см; длина цилиндрической части – 48 мм, ее диаметр – 15 мм; радиус внешней окружности – 28 мм; линейные размеры четырех углублений – 5×5 мм. Деталь рассекается вертикальной плоскостью, проходящей через цилиндрическую часть детали.

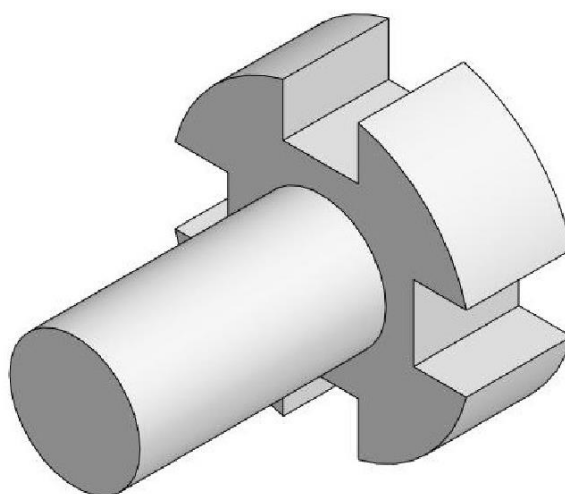


Рисунок 9 – Деталь к заданию 3

Контрольные вопросы и задания

1. Объясните понятие «Автолиния».
2. Что такое «Сплайн по точкам»?

3. Как создать сплайн?
4. Как построить цилиндр?
5. Для чего нужна команда «Усечь кривую»?
6. Для чего нужна команда «Удлинить до ближайшего объекта»?

3. Лабораторная работа на тему «Нанесение размеров на чертежах»

Цель работы: научиться проставлять размеры на чертежах и редактировать их.

Задачи работы: построить эскиз детали и технического плана (рисунок 10).

Обеспечивающие средства: компьютер с установленной программой КОМПАС-3D.

Требования к содержанию отчета: по результатам работы оформляется отчет в соответствии с порядком выполнения работы.

Общие положения

Эскиз – предварительный чертеж, выполненный по правилам прямоугольного проецирования в глазомерном масштабе с приблизительным соблюдением пропорций элементов предметов.

Эскиз служит для выполнения по нему рабочего чертежа, он должен содержать все необходимые сведения (форма предмета, размеры элементов и пр.). Эскиз технического плана выполняется на отдельном формате без указания масштаба.

Технический рисунок – наглядное изображение предмета, выполненное от руки в одном из видов аксонометрических проекций. Объемная форма предмета на техническом рисунке выполняется посредством показа светотени соответствующей штриховкой изображения.

Порядок выполнения работы

Работа выполняется в следующем порядке:

1. Запустить систему КОМПАС.
2. Создать лист эскиза с помощью соответствующей пиктограммы на стартовой странице программы или используя путь *Файл–Создать...–Эскиз*.
3. Ознакомиться с деталью. Определить форму и основные составные элементы, которые можно представить в виде простых геометрических тел.
4. Выбрать главный вид, дающий наибольшее представление о форме и размерах предмета. Обычно предмет изображают на главном виде в рабочем положении, т. е. в том положении, которое предмет занимает при эксплуатации.

5. Определить необходимое число изображений (видов, разрезов, сечений). Число изображений должно быть минимальным, но достаточным, чтобы полностью выявить все формы предмета и нанести их размеры.

6. Спланировать размещение изображений на рабочем поле экрана. Для этого вспомогательными линиями построить прямоугольники с осевыми линиями, отражающими плоскости симметрии предмета. В данные прямоугольники затем внести изображения. Прямоугольники должны отстоять друг от друга, от рамки и основной надписи чертежа на расстояния, достаточные для нанесения размерных линий и условных знаков.

7. Внутри габаритных прямоугольников нанести виды предмета, соблюдая пропорции элементов предмета и проекционную связь всех изображений. После этого удалить линии габаритных прямоугольников.

8. Построить разрезы и сечения и нанести на них линии штриховки.

9. Нанести выносные и размерные линии и условные обозначения, характеризующие вид поверхности (диаметр, радиус, квадрат и пр.).

10. Нанести размерные числа на размерные линии.

11. Сделать эскиз технического плана цеха (см. рисунок 10) и проставить размеры согласно варианту (таблица 5).

Исходные данные к лабораторной работе

Задание 1

Размеры предмета (рисунок 11): общая длина детали – 45 мм; длина цилиндрической части – 30 мм, ее диаметр – 10 мм; радиус окружности, которая описывает правильный шестиугольник, – 20 мм. Деталь рассекается вертикальной плоскостью, проходящей через цилиндрическую часть детали.

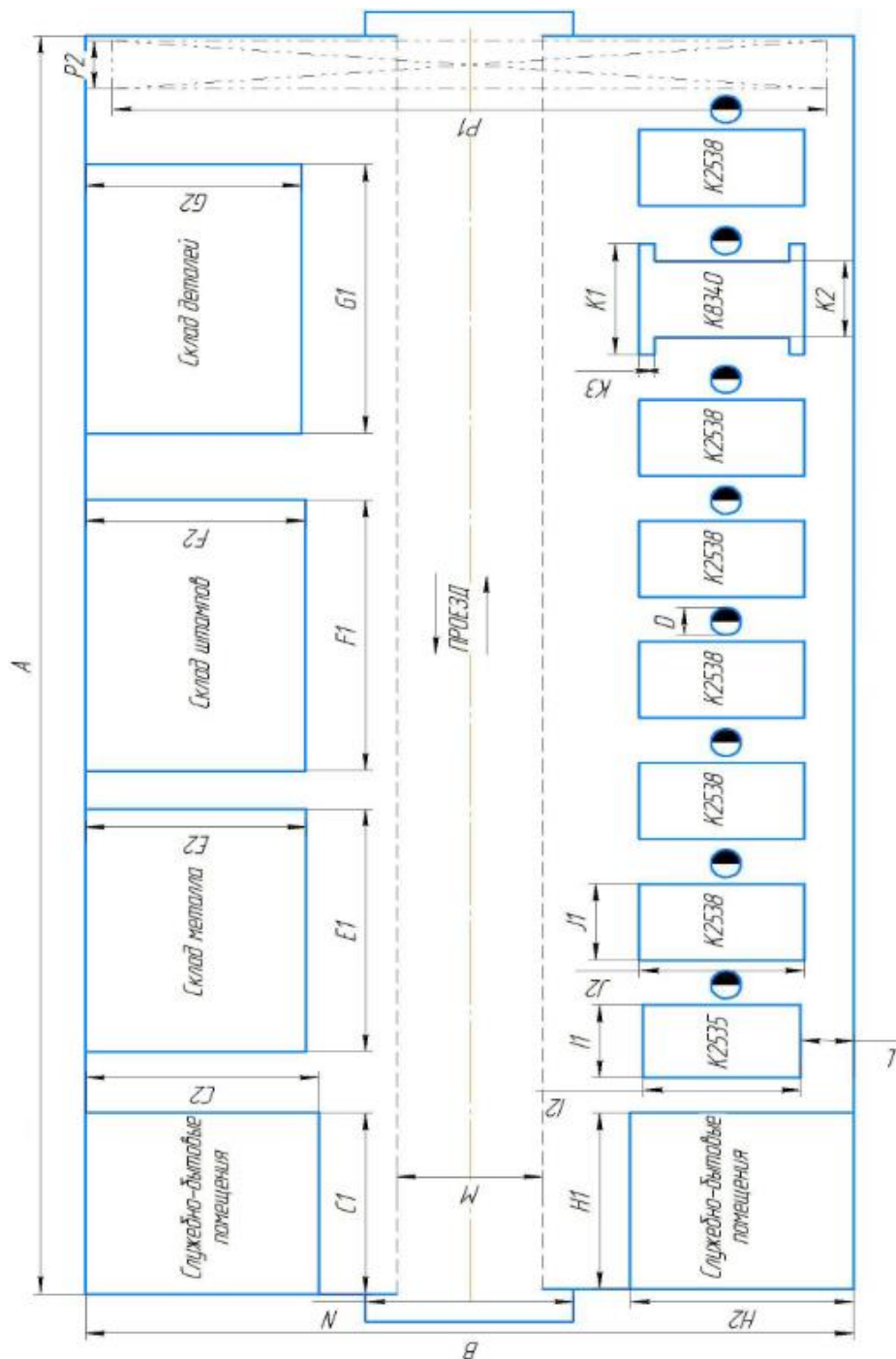


Рисунок 10 – Технический план цеха

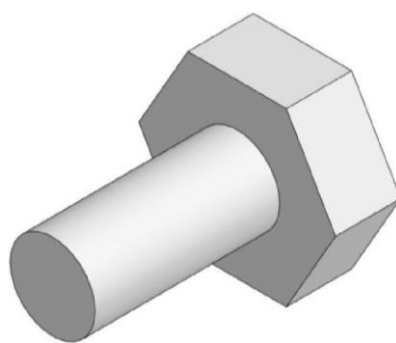


Рисунок 11 – Деталь 1

Задание 2

Размеры предмета (рисунок 12): общая толщина детали – 30 мм; диаметр вписанной окружности правильного шестигранника – 100 мм; диаметр сквозного отверстия – 50 мм; длина катета фаски – 2 мм; угол – 45°. Фаска расположена с двух сторон детали. Деталь рассекается горизонтальной плоскостью, проходящей через центр отверстия детали и середину стороны основания.

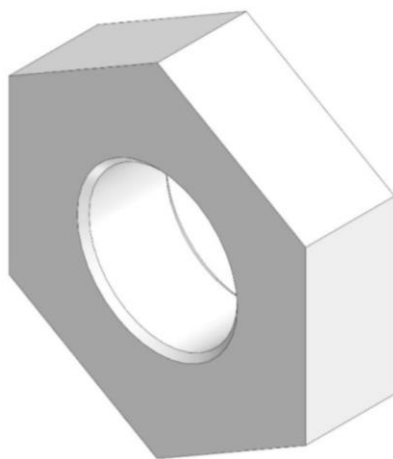


Рисунок 12 – Деталь 2

Задание 3

Размеры предмета (рисунок 13): размеры сечения прямоугольного основания детали – 100×150 мм; высота прямоугольного основания – 20 мм; диаметр цилиндрической части детали – 80 мм; диаметр сквозного отверстия – 50 мм. Центр сечения прямоугольного основания совпадает с центром цилиндрической части детали. Деталь рассекается фронтально-вертикальной плоскостью, проходящей через центр цилиндрической части детали.

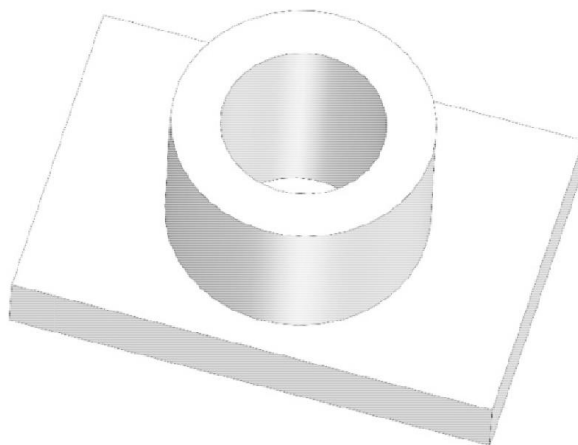


Рисунок 13 – Деталь 3

Таблица 5 – Варианты заданий для эскизирования технического плана цеха

Параметр	Вариант								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Значение, м								
A	18,0	19,8	21,8	24,0	26,4	29,0	31,9	35,1	38,6
B	10,0	11,0	12,1	13,3	14,6	16,1	17,7	19,5	21,4
C1	2,6	2,9	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,1	5,6
C2	3,0	3,3	3,6	4,0	4,4	4,8	5,3	5,8	6,4
D	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9
E1	3,5	3,9	4,2	4,7	5,1	5,6	6,2	6,8	7,5
E2	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1	4,5	5,0	5,5	6,0
F1	3,9	4,3	4,7	5,2	5,7	6,3	6,9	7,6	8,4
F2	2,9	3,2	3,5	3,9	4,2	4,7	5,1	5,7	6,2
G1	3,9	4,3	4,7	5,2	5,7	6,3	6,9	7,6	8,4
G2	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,3	4,8	5,3	5,8
H1	2,5	2,8	3,0	3,3	3,7	4,0	4,4	4,9	5,4
H2	2,9	3,2	3,5	3,9	4,2	4,7	5,1	5,7	6,2
I1	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1
I2	2,0	2,2	2,4	2,7	2,9	3,2	3,5	3,9	4,3
J1	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,4
J2	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1	4,5
K1	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4
K2	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	1,9	2,1	2,4
K3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
L	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5
M	1,9	2,1	2,3	2,5	2,8	3,1	3,4	3,7	4,1
N	2,7	3,0	3,3	3,6	4,0	4,3	4,8	5,3	5,8
P1	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5
P2	9,3	10,2	11,3	12,4	13,6	15,0	16,5	18,1	19,9

*Вариант задания назначается преподавателем

Контрольные вопросы и задания

1. Какие способы простановки размеров на чертежах реализованы в КОМПАС-3D?
2. Как проставить допуски на чертежах?
3. Как определить точность и округление размера?
4. Как проставить посадки на чертежах?
5. Как на чертежах проставить базы?
6. Как переключаться с радиального размера на диаметральный?

4. Лабораторная работа на тему «Построение и редактирование трехмерных объектов»

Цель работы: научиться создавать трёхмерные объекты, редактировать их формировать проекции на плоскости.

Задачи работы: построить трехмерные модели простых фигур стереометрии с помощью операции выдавливания.

Обеспечивающие средства: компьютер с установленной программой КОМПАС-3D.

Требования к содержанию отчета: по результатам работы оформляется отчет в соответствии с порядком выполнения работы.

Общие положения

В программе КОМПАС-3D заложены возможности по проектированию сложных параметрических деталей. В большинстве случаев трехмерная геометрия таких тел строится на базе двухмерных эскизов с последующим приданием «толщины» этим эскизам. Трехмерные модели можно вращать, показывать в каркасном режиме и разрезать сечением, что позволяет увидеть как все внешние элементы, так и внутренние. Инструменты точного измерения расстояний, углов и др. позволяют выполнить максимально корректную модель изделия.

Модель твердотельной детали является отражением реальной физической детали, получаемой с помощью фрезерования, точения, сверления, литья и других операций обработки металла. Как и реальная деталь, модель имеет физические свойства, такие как плотность, масса или объем. Это значит, что программа по назначенной для этой детали плотности может автоматически вычислять массу исходя из объема детали, и при изменении объема детали будет автоматически изменяться ее масса.

Трехмерные модели можно раскрасить по вкусу, назначив им цветовые и оптические свойства (зеркальность, прозрачность и т. д.). Кроме того, можно ввести наименование и обозначение по классификатору изделий, что однозначно определит эту модель и поможет безошибочно заполнить основную надпись в формате чертежа.

В КОМПАС-3D создание трехмерной геометрии на базе эскизов осуществляется с помощью 4-х команд (эти операции способны создавать новые трехмерные элементы):

1. Операция выдавливания  – создает трехмерный элемент выдавливанием контура эскиза в перпендикулярном направлении (рисунок 14).

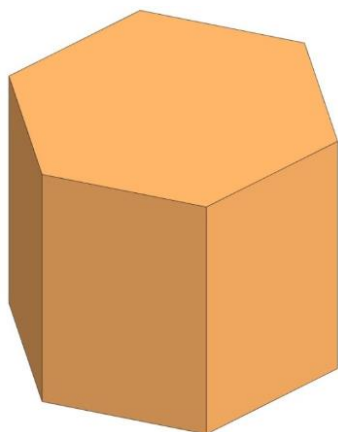



Рисунок 14 – Трехмерный элемент, созданный операцией выдавливания

2. Операция вращения  – создает трехмерный элемент вращением контура эскиза вокруг заданной оси вращения (рисунок 15).

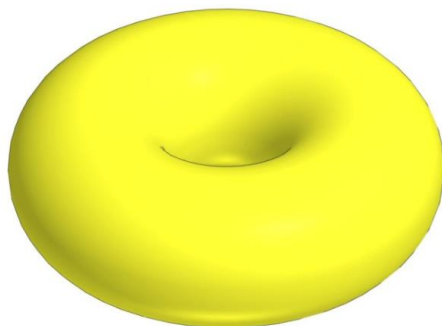



Рисунок 15 – Трехмерный элемент, созданный операцией вращения

3. Кинематическая операция  – создает трехмерный элемент протягиванием контура эскиза вдоль заданной траектории (рисунок 16).

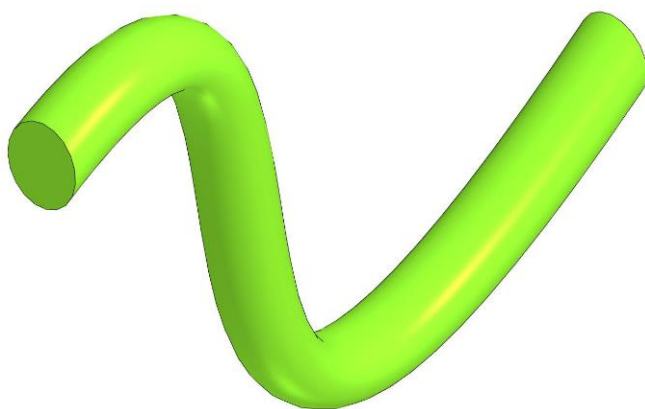



Рисунок 16 – Трехмерный элемент, созданный кинематической операцией

4. Операция по сечениям  – создает трехмерный элемент соединением нескольких эскизов с помощью трехмерной геометрии (рисунок 17).

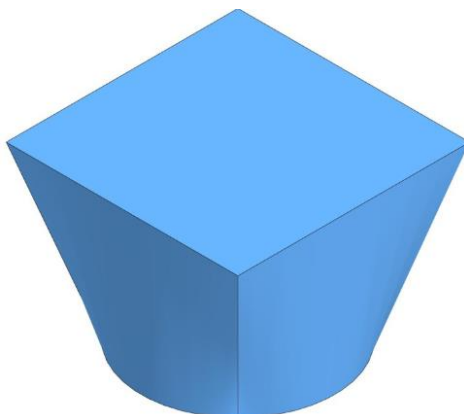



Рисунок 17 – Трехмерный элемент, созданный операцией по сечениям

Построение с помощью операции выдавливания

Построение выдавливания начинается с построения эскиза с замкнутым или разомкнутым контуром. Эскиз может быть построен только на плоской поверхности или грани (рисунок 18) для этого следует выбрать необходимую плоскую поверхность (например, плоскость XY в дереве модели или в графическом окне) и нажать на кнопку *Эскиз*  на панели инструментов *Текущее состояние* или выполнить аналогичную команду *Эскиз* из меню *Операции*. Плоскость эскиза развернется по нормали к пользователю.

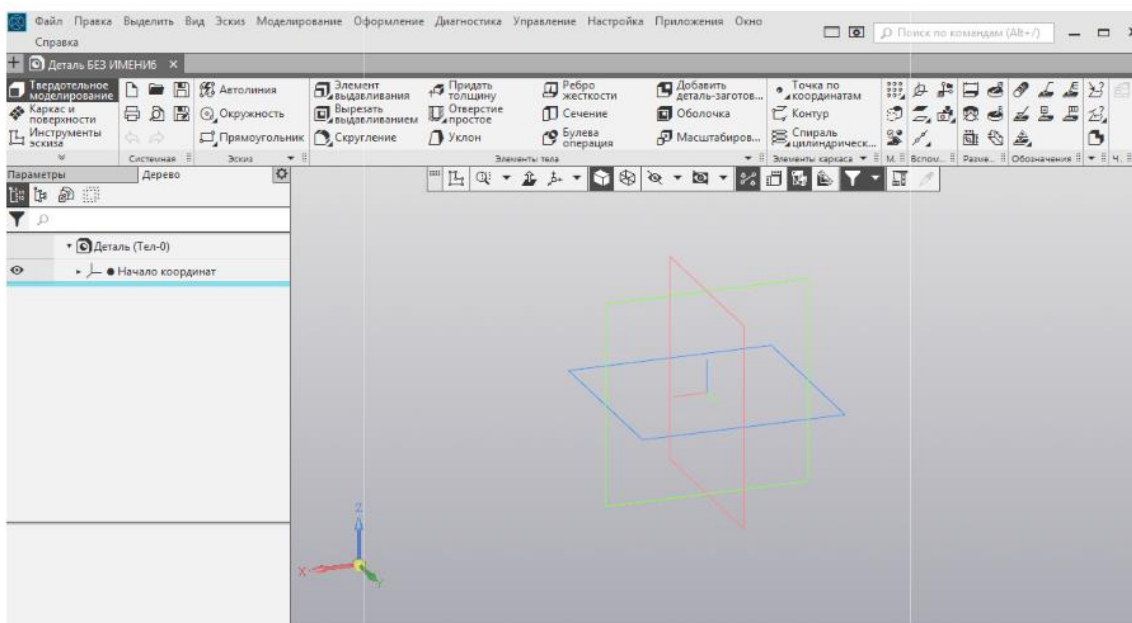


Рисунок 18 – Выбор плоскости построения эскиза

Для рисования геометрии эскиза необходимо перейти на панель инструментов *Геометрия*, которая будет доступна с командной панели инструментов. Если произошёл случайный поворот эскиза из нормальной ориентации в изометрическую, то это можно вернуть назад, выбрав ориентацию *Нормально к* в выпадающем меню кнопки *Ориентация* на панели инструментов *Вид* (рисунок 19).

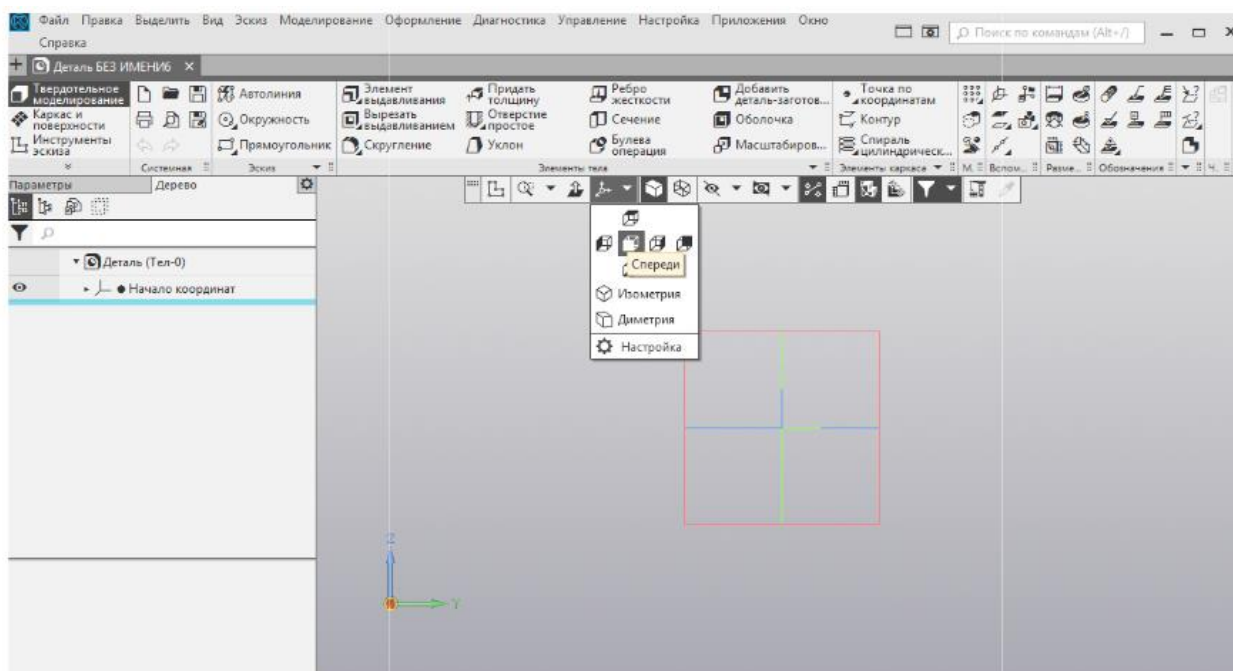




Рисунок 19 – Установка ориентации плоскости эскиза

Контур в эскизе операции выдавливания должен быть построен стилем линии *Основная*. Если в эскизе несколько контуров, то они не должны пересекаться и иметь общих точек. Допускается один уровень вложенности контуров. Если контур в эскизе один, то он может быть как замкнутым, так и разомкнутым (в этом случае моделируется тонкая стенка). Эскиз может быть выполнен на нескольких слоях, и только непогашенные слои учитываются при построении вытягивания. После построения эскиза необходимо вновь нажать кнопку *Эскиз*  на панели инструментов *Текущее состояние*. Эскиз появится в дереве модели, и если его выбрать, то активируется команда *Выдавливание*.

При нажатии на кнопку *Операция выдавливания*  появится панель параметров этой команды (рисунок 20). Описание параметров приводится в таблице 6.

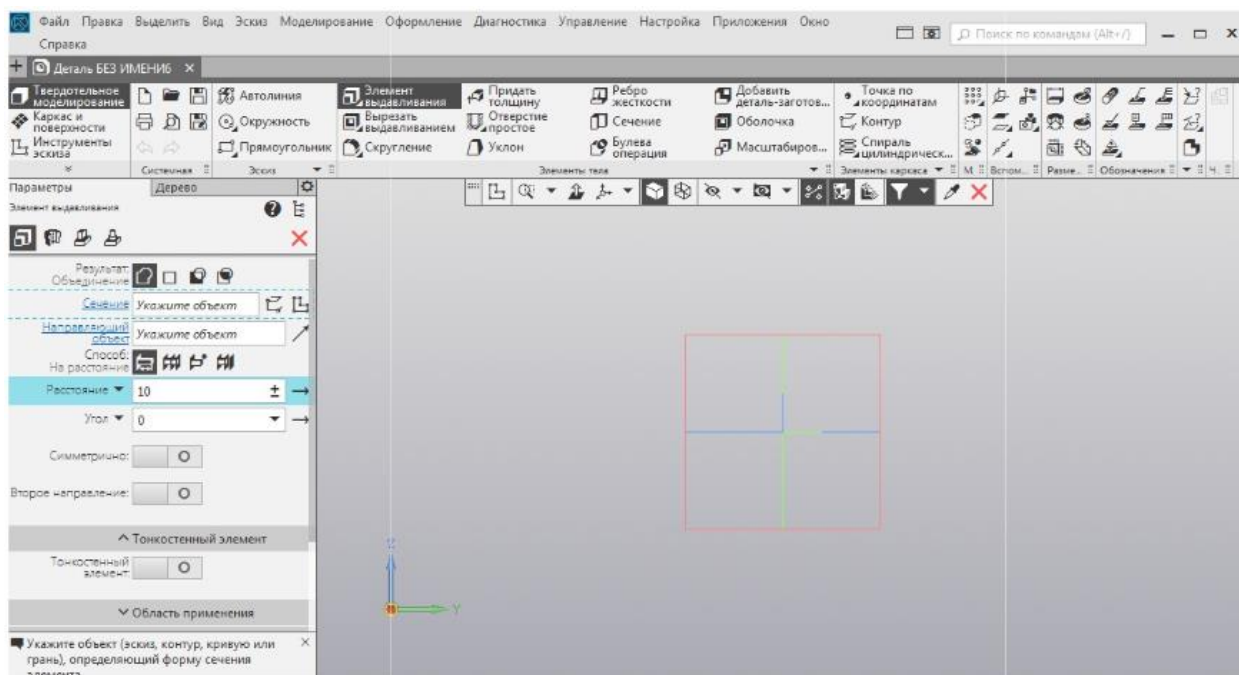


Рисунок 20 – Панель параметров операции выдавливания

Таблица 6 – Параметры операции выдавливания

Параметр	Описание
Направление выдавливания	В этом выпадающем меню выбирается направление выдавливания тела относительно плоскости эскиза. <i>Прямое направление</i> и <i>Обратное направление</i> позволяют строить тело только в одну из сторон относительно эскиза. При выборе варианта <i>Два направления</i> панель параметров расширяется для задания двух направлений выдавливания эскиза (при этом возможно задавать разные расстояния выдавливания в каждую из сторон). При выборе варианта <i>Средняя плоскость</i> выдавливание производится симметрично в обе стороны относительно плоскости эскиза на заданное расстояние
Способ выдавливания	В этом выпадающем меню выбирается способ выдавливания тела относительно плоскости эскиза среди следующих вариантов: <ul style="list-style-type: none"> – <i>На расстояние</i> – эта опция позволяет задать численное значение расстояния выдавливания в выбранном направлении; – <i>Через все</i> – эта опция позволяет автоматически вычислить расстояние выдавливания по границе модели в заданном направлении (доступна только в случае существования хотя бы одного объемного элемента); – <i>До вершины</i> – эта опция позволяет задать расстояние выдавливания посредством выбора любой точки, расположенной в заданном направлении (это может быть вершина твердого тела или эскизного тела, например, прямоугольника); – <i>До поверхности</i> – эта опция позволяет задать расстояние выдавливания посредством выбора любой поверхности, расположенной в заданном направлении; – <i>До ближайшей поверхности</i> – эта опция позволяет автоматически вычислить расстояние выдавливания до ближайшей поверхности, расположенной в заданном направлении (доступна только в случае

Параметр	Описание
	существования хотя бы одной поверхности)
До объекта	С помощью этой кнопки задается расстояние недохождения до выбранной точки или поверхности от границы тела выдавливания (доступна только при выборе способа выдавливания <i>До вершины</i> или <i>До поверхности</i>)
За объект	С помощью этой кнопки задается расстояние захождения за выбранную точку или поверхность от границы тела выдавливания (доступна только при выборе способа выдавливания <i>До вершины</i> или <i>До поверхности</i>)
Расстояние 1 (Расстояние 2)	В этом поле (или полях) задается значение расстояния для построения выдавливания. Смысл этого поля изменяется в зависимости от выбранных опций в способе выдавливания
Уклон 1 (Уклон 2)	С помощью этих кнопок выбирается направление уклона боковых поверхностей относительно плоскости эскиза – <i>Угол наружу</i> или <i>Угол внутрь</i>

Порядок выполнения работы

Работа выполняется в следующем порядке:

1. Изучить основные формообразующие операции и последовательность создания трехмерных объектов с помощью операции выдавливания.
2. Запустить программу КОМПАС-3D.
3. Создать деталь с помощью соответствующей пиктограммы на стартовой странице программы или используя путь *Файл–Создать...–Деталь*.
4. Построить простые фигуры стереометрии с помощью операции выдавливания (цилиндр, куб, шестиугольная призма) согласно варианту (таблица 7).

Таблица 7 – Исходные данные к лабораторной работе

Вариант	Цилиндр		Куб	Правильная шестиугольная призма	
	Высота цилиндра, мм	Диаметр основания, мм	Длина стороны, мм	Диаметр вписанной окружности основания, мм	Высота призмы, мм
1	50	60	10	35	100
2	60	30	20	40	90
3	70	120	30	45	11
4	80	100	40	50	30
5	90	45	50	55	80
6	100	90	60	60	60
7	110	50	70	65	50
8	120	20	80	70	10
9	130	40	90	75	20
10	140	65	100	80	70

*Вариант задания назначается преподавателем

Контрольные вопросы и задания

1. Как построить сложный трёхмерный объект?
2. Как выбрать грань при построении трёхмерного объекта?
3. Назовите команды, используемые при редактировании трёхмерных объектов.
4. Как создать фаску и скругление на ребре объекта?
5. Как построить траекторию и выполнить выдавливание трёхмерного объекта?
6. Как рассмотреть деталь со всех сторон?

5. Лабораторная работа на тему «Расширенные средства MS Word»

Цель работы: научиться применять вычислительные функции в MS Word и строить графики.

Задачи работы: создать новый документ MS Word, расставить ссылки на разделы и подразделы, рисунки, таблицы, в таблицах выполнить расчеты в соответствии с заданием.

Обеспечивающие средства: компьютер с установленной программой MS Word.

Требования к содержанию отчета: по результатам работы оформляется отчет в соответствии с порядком выполнения работы.

Задание 1. Создание нового документа

1) Создайте новый документ. Задайте стандартные поля: сверху – 2,0 см, снизу – 2,0 см, слева – 3,0 см, справа – 1,5 см. Установите ориентацию бумаги *Книжная*, *Размер бумаги А4*.

2) Для удобства редактирования включите режим просмотра скрытых символов редактирования: *Главная/группа Абзац/кнопка ¶* – знак маркера конца абзаца.

3) Включите автоматический перенос слов: *Разметка страницы* (либо *Макет*), а затем в группе команд *Параметры страницы – Расстановка переносов*.

4) Вставьте в начало документа созданный титульный лист.

5) Сохраните созданный файл с осмысленным именем, например: *Информационные технологии Лаба 6 Петров 8ТС-1*.

В созданном вами новом документе и будет происходить выполнение лабораторной работы.

Задание 2. Ссылки на разделы и подразделы

В ссылке на раздел, подраздел следует указывать порядковый номер раздела, подраздела. Ссылка на раздел может выглядеть, например, следующим образом: «На страницах 11 и 12 раздела 2», а ссылка на подраздел: «Создать фигуры, как это описано в подразделе 3.1».

1) Скопируйте и прочтите приведенный ниже текст.

Ссылка на раздел (это заголовок раздела 1)

Ссылка на раздел, подраздел может быть вставлена в документ, в котором уже проведена автоматическая нумерация заголовков разделов, подразделов.

Порядок действий при вставке ссылки (это заголовок подраздела 1.1)

Для того чтобы вставить в текст ссылку на раздел (подраздел), перейдите на вкладку *Ссылки (группа Названия)* или *Вставка (группа Ссылки)* и нажмите кнопку *Перекрестная ссылка*.

В появившемся диалоговом окне выберите тип ссылки *Заголовок*, в раскрывающемся списке *Вставить ссылку на* выберите *Номер заголовка*, в области *«Для какого заголовка»* выберите строку с нужным названием заголовка.

Упражнение № 1 по теме «Ссылки» (это заголовок подраздела 1.2)

Используя материал раздела [*ссылка на номер раздела 1*], выполним упражнение, указанное в подразделе [*ссылка на номер подраздела 1.1*]. При выполнении упражнения воспользуемся рекомендациями подраздела [*ссылка на номер подраздела 1.2*].

2) Отформатируйте заголовки разделов, подразделов как заголовки первого и второго уровней. Проведите автоматическую нумерацию заголовков.

3) Создайте три ссылки:

- ссылку на номер раздела;
- две ссылки на номера подразделов.

Порядок выполнения:

1) В начале пустой первой страницы работы наберите следующий текст: «Задание 5. Ссылки на разделы и подразделы».

2) Добавьте пустых строк, копируйте текст, представленный выше, в отчет по лабораторной работе.

3) Оформите заголовки *Ссылка на раздел* стилем *Заголовок 1*; *Порядок действий при вставке ссылки* и *Упражнение No 1 по теме «Ссылки»* стилем *Заголовок 2*.

4) Установите автоматическую нумерацию заголовков.

Создаем ссылки

5) Для создания ссылки на номер заголовка раздела:

- а) установите курсор в место вставки ссылки;
- б) перейдите на вкладку *Ссылки (группа Названия)* или *Вставка (группа Ссылки)* и нажмите кнопку *Перекрестная ссылка* (рисунок 21);

в) в появившемся диалоговом окне *Перекрестные ссылки* выберите тип ссылки *Заголовок*, в раскрывающемся списке *Вставить ссылку на* выберите *Номер заголовка*, в области *Для какого заголовка* выберите строку с названием заголовка *1 Ссылка на заголовок*;

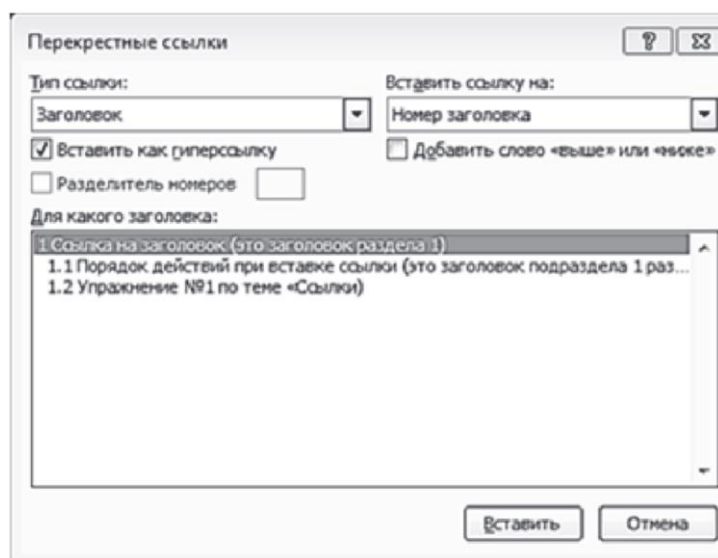


Рисунок 21 – Диалоговое окно вставки перекрёстной ссылки

г) нажмите кнопку *Вставить*.

б) Для создания ссылки на номер подраздела:

а) установите курсор в место вставки ссылки;

б) перейдите на вкладку *Ссылки* (группа *Названия*) или *Вставка* (группа *Ссылки*) и нажмите кнопку *Перекрестная ссылка*;

в) в появившемся диалоговом окне *Перекрестные ссылки* выберите тип ссылки *Заголовок*, в раскрывающемся списке *Вставить ссылку на* выберите *Номер заголовка*, в области *Для какого заголовка* выберите строку с названием заголовка *1.1 Порядок действий при вставке ссылки*;

г) нажмите кнопку *Вставить*.

7) Ссылку на номер заголовка подраздела вставьте самостоятельно.

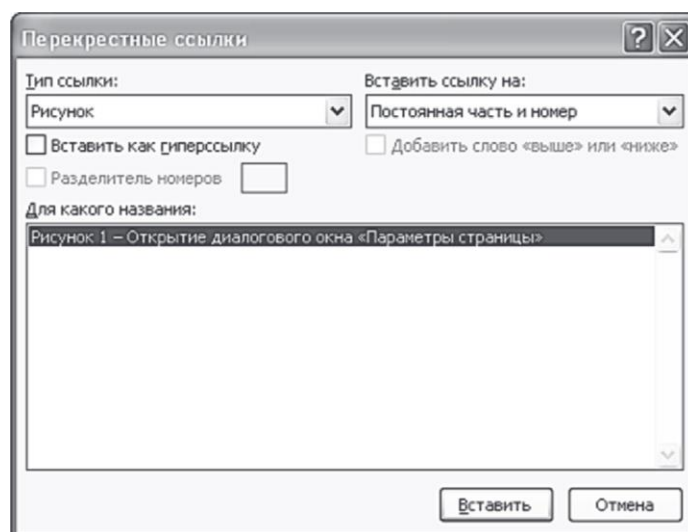
Задание 3. Ссылки на рисунки

Ссылка на рисунок может выглядеть, например, следующим образом: «Подписать фигуры, как это показывает рисунок 3» или «Измените толщину линии фигуры на 1,5 пт (см. рисунок 2)». Таким образом, ссылка на рисунок состоит из слова «рисунок» и номера рисунка.

Прочтите приведенный ниже текст. Вставьте в текст подрисуночную надпись рисунка 1 и две ссылки на рисунок 1.

Ссылка может быть вставлена в документ, в котором уже размещен рисунок и создана подрисуночная подпись с автоматической нумерацией рисунков. Для того чтобы вставить в текст ссылку на рисунок, перейдите на вкладку *Ссылки* (группа *Названия*) или *Вставка* (группа *Ссылки*) и нажмите кнопку *Перекрестная ссылка*.

В появившемся диалоговом окне (см. [ссылка на рисунок]) выберите тип ссылки *Рисунок*, в раскрывающемся списке *Вставить ссылку на* выберите *Постоянная часть и номер*, в области «Для какого названия» выберите строку с нужным названием рисунка. Сказанное иллюстрирует [ссылка на рисунок].



[В этом месте должна быть подрисовочная надпись с автоматической нумерацией рисунков (рисунок 1)]

Порядок выполнения:

- 1) Наберите текст: «Задание 3. Использование ссылок на рисунки».
- 2) Добавьте пустых строк, копируйте приведенный выше текст с рисунком в отчет по лабораторной работе.
- 3) Придумайте и вставьте подрисовочную надпись.

Создаем ссылку на рисунок

4) Откройте диалоговое окно *Перекрестные ссылки* командой вкладка *Ссылки/группа Названия/кнопка Перекрестная ссылка* или вкладка *Вставка/группа Ссылки/кнопка Перекрестная ссылка*.

5) В появившемся диалоговом окне выберите тип ссылки *Рисунок*, в раскрывающемся списке *Вставить ссылку на* выберите *Постоянная часть и номер*, в области *Для какого названия* выберите строку с нужным названием рисунка.

6) Вставленная ссылка на рисунок начинается с прописной (заглавной) буквы, редактирование регистра обычным способом не даст желаемого результата, так как при обновлении ссылки первая буква снова станет прописной. Для исключения этой ситуации после вставки ссылки в текст следует:

- а) щелкнуть по ссылке ПКМ;
- б) в появившемся контекстном меню выбрать пункт *Изменить поле*;
- в) в появившемся диалоговом окне *Поле* раскрыть список *Формат* и выбрать строку *Все строчные*;
- г) установить флажок в окне *Сохранять формат при обновлении* (рисунок 22).

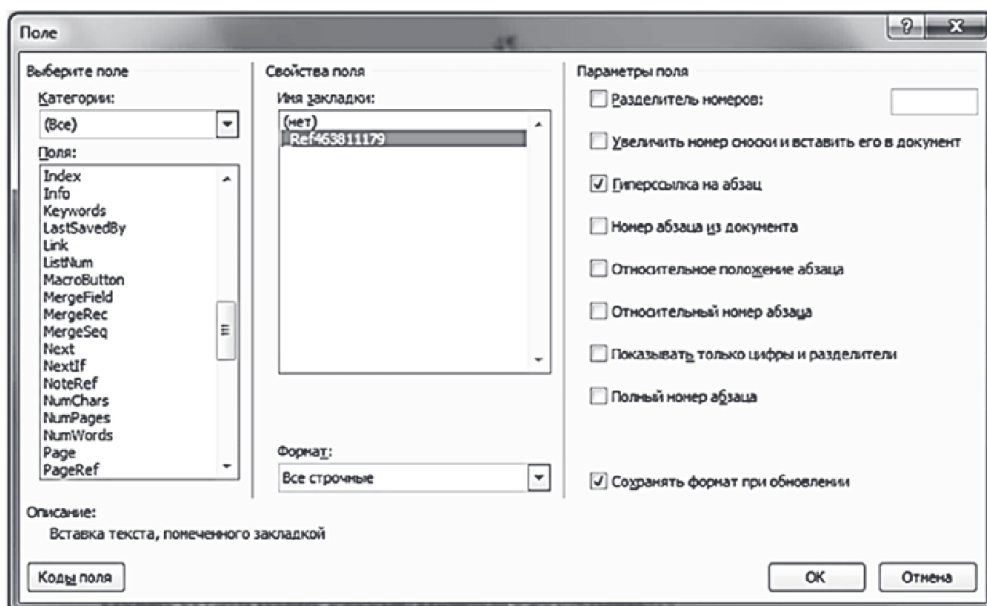


Рисунок 22 – Окно сохранения формата при обновлении

Задание 4. Ссылки на таблицы

В ссылке на таблицу следует указывать порядковый номер таблицы.

Ссылка на таблицу может выглядеть, например, следующим образом: «Необходимые данные содержит таблица 3» или «Расчёты основных параметров приведены ниже (см. таблицу 2.1)».

Прочтите приведенный ниже текст. Придумайте и вставьте название таблицы, вставьте в текст две ссылки на таблицу.

Ссылка в тексте на таблицу выполняется с использованием команды *Перекрестная ссылка*, расположенная на вкладке *Вставка*. При этом таблица уже должна быть создана и пронумерована, как приведённая ниже таблица [ссылка на номер таблицы]).

В диалоговом окне *Перекрестные ссылки* необходимо в раскрывающемся списке меню *Тип ссылки* выбрать «Таблица», в списке *Вставить ссылку на* выбрать *Постоянная часть и номер*, в списке *Для какого названия* выбрать название таблицы [ссылка на номер таблицы]).

Характеристика	Поколения			
	Первое	Второе	Третье	Четвёртое
Годы	1946–1960	1950–1964	1964–1970	с 1970
Основной элемент	Электронная лампа	Транзистор	Интегральная схема	Большая интегральная схема
Размеры	Большое помещение	Половина комнаты	Несколько столов	Ладонь человека

Появившийся текст «*Таблица №*» – это автоматически генерируемое поле. Для того чтобы из него оставить только номер необходимо выделить текст «*Таблица*» (до номера) и нажать сочетание клавиш *Ctrl+Shift+N* или в диалоговом окне *Шрифт* включить опцию *Скрытый*. Выделенный фрагмент будет скрыт с экрана, если не включен режим отображения скрытых символов. В противном случае на экране надпись «*Таблица*» останется видимой. Последнее что необходимо сделать – это перед номером таблицы добавить текст, например «*таблица*».

Порядок выполнения:

1) Наберите текст: «Задание 4. Использование ссылок на таблицы».

2) Добавьте пустых строк, копируйте вышеприведенный текст с таблицей в отчет по лабораторной работе.

Вставка названия таблицы

3) Выделите всю таблицу, ПКМ вызовите контекстное меню.

4) Выберите команду *Вставить название*, в появившемся диалоговом окне выберите подпись *Таблица* (создать, если нет), задайте положение *Над выделенным объектом*, нажмите *ОК*.

5) Дополните номер таблицы придуманным вами названием таблицы, для чего отредактируйте появившуюся над таблицей надпись. Например: «Таблица 1 – Это моя любимая таблица».

6) Установите автоматическую нумерацию таблиц.

Создание ссылки на таблицу

7) Установите курсор в то место текста, где будет вставляться ссылка с номером таблицы.

8) Откройте диалоговое окно *Перекрестные ссылки* командой вкладка *Ссылки/группа Названия/кнопка Перекрестная ссылка* или вкладка *Вставка/группа Ссылки/кнопка Перекрестная ссылка*.

9) В появившемся диалоговом окне выберите тип ссылки *Таблица*, в раскрывающемся списке *Вставить ссылку на* выберите *Постоянная часть и номер*, в области *Для какого названия* выберите строку с нужным названием таблицы.

10) Появившийся текст *Таблица №* – это автоматически генерируемое поле. Для того чтобы из него оставить только номер, необходимо:

а) выделить текст *Таблица* (до номера);

б) нажать сочетание клавиш *Ctrl + Shift + N* или в контекстном меню (вызывается нажатием ПКМ) выбрать пункт *Шрифт* и в раскрывшемся диалоговом окне включить опцию *Скрытый*.

Если не включен режим отображения скрытых символов, то выделенный фрагмент будет скрыт с экрана. В противном случае на экране надпись *Таблица* будет видна;

в) перед номером таблицы добавить текст, например *таблица*.

11) Действуя аналогичным образом, вставьте вторую ссылку на таблицу.

Примечание: если вы не хотите писать в ссылке слово *таблица*, то автоматически генерируемое поле можно оставить, но тогда надо его будет отформатировать, как это делалось с надписью *Рисунок №* (см. задание 3).

Задание 5. Закладки. Создание закладок

С помощью закладок можно отметить какой-либо элемент документа или место в тексте, например для быстрого перехода к этому месту.

Скопируйте и прочтите приведенный ниже текст. Создайте закладки для быстрого перехода к рисунку 23 и ко второму абзацу скопированного текста.

Для вставки закладки установите курсор в нужное место текста или выделите эту часть текста.

На вкладке «*Вставка*» в группе инструментов «*Ссылки*» нажмите кнопку «*Закладка*». Откроется диалоговое окно «*Закладка*» (рисунок 23).

В поле ввода текста «*Имя закладки*» введите имя закладки. Имя должно состоять из букв и цифр и не содержать пробелов. Если вы хотите задать имя, состоящее из нескольких слов, то их следует разделить подчеркиванием.

Нажмите кнопку «*Добавить*». Эта кнопка будет активна, если имя закладки задано правильно. Диалоговое окно закроется.

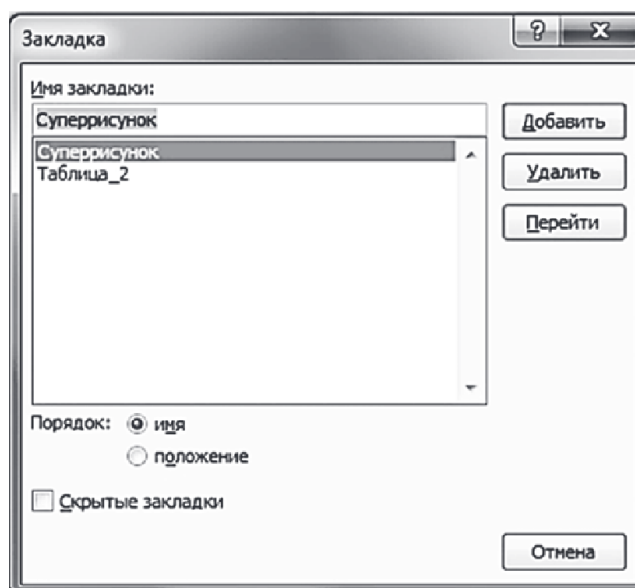


Рисунок 23 – Диалоговое окно «*Закладка*»

Для перехода к тексту, отмеченному закладкой, откройте диалоговое окно *Закладка* и, выделив в списке закладок под полем ввода текста нужную, нажмите кнопку «*Перейти*». Переключатель «*Порядок*» в зависимости от положения позволяет сортировать закладки в списке по имени или положению в тексте.

Порядок выполнения:

1) Наберите следующий текст: «Задание 5. Создание закладки».

Вставляем первую закладку

2) Выделите подпись под рисунком «Рисунок 23».

3) На вкладке *Вставка* в группе инструментов *Ссылки* нажмите кнопку *Закладка*.

4) В диалоговом окне *Закладка* в поле *Имя закладки* введите придуманное вами имя закладки (например: *Окно_Закладка*).

Примечание: имя должно состоять из букв и цифр и не содержать пробелов. Если вы хотите задать имя, состоящее из нескольких слов, то их следует разделить подчеркиванием.

5) Нажмите кнопку *Добавить*. Эта кнопка будет активна, если имя закладки задано правильно. Диалоговое окно закроется.

Вставляем вторую закладку

6) Выделите начало второго абзаца.

7) На вкладке *Вставка* в группе инструментов *Ссылки* нажмите кнопку *Закладка*.

8) В диалоговом окне *Закладка* в поле *Имя закладки* удалите старое имя закладки, введите придуманное вами имя второй закладки. Нажмите кнопку *Добавить*.

Задание 6. Быстрый переход к закладке

Используя созданные закладки, осуществите быстрый переход к тексту, отмеченному закладками.

Порядок выполнения:

1) Командой вкладка *Вставка*/группа *Ссылки*/кнопка *Закладка* откройте диалоговое окно *Закладка* (см. рисунок 23).

2) В списке закладок под полем ввода текста выделите нужную закладку и нажмите кнопку *Перейти*.

Примечание: для удаления закладки выделите ее в списке диалогового окна *Закладка* и нажмите кнопку *Удалить*.

Закладки действуют в пределах одного документа. Текст с закладкой можно переместить в другое место документа, но скопировать закладку вместе с текстом можно, только если текст будет вставляться в другой документ, в противном случае копируется только текст без закладки.

Задание 7. Включение режима отображения закладок на компьютере

Отмеченный закладкой текст можно дополнять или исправлять, закладка при этом не изменяется, но в обычном режиме делать это неудобно, поскольку закладки не отображаются, даже если включить режим отображения всех символов. Увидеть закладки можно, включив режим их отображения в настройках Microsoft Word.

Порядок выполнения:

1) Перейдите на вкладку меню *Файл*, выберите команду *Параметры*. Откроется окно *Параметры Word* (рисунок 24).

2) Выберите в левой части окна категорию *Дополнительно*, прокрутите список элементов управления до группы *Показывать содержимое документа*.

3) Установите флажок *Показывать закладки*, нажмите кнопку ОК.

Теперь текст, отмеченный закладками, будет отображаться в серых прямоугольных скобках. Если удалить весь текст, находящийся в таких скобках, то закладка также будет удалена.

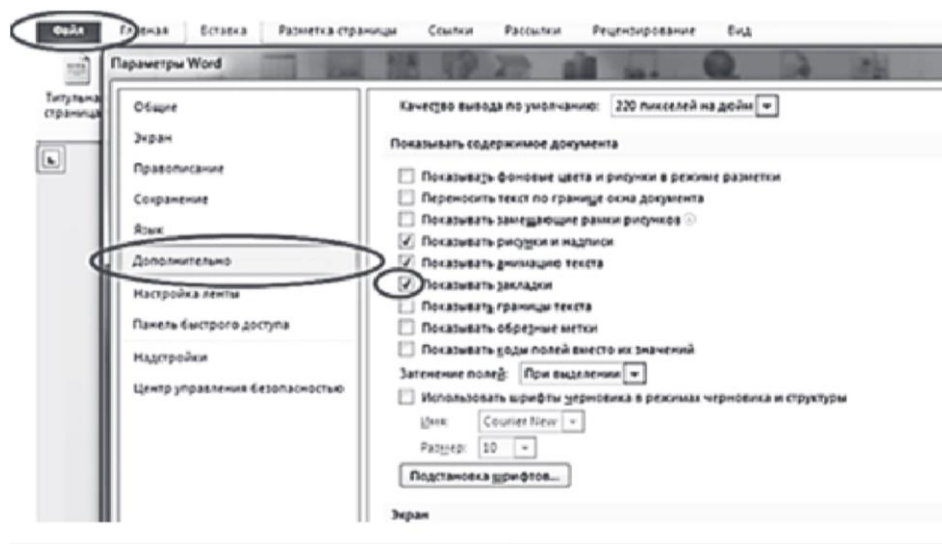


Рисунок 24 – Параметры Word

Задание 8. Индивидуальное

1) Откройте ваш отчет о выполнении лабораторной работы. Скопируйте отформатированный вами в соответствии с заданным вариантом многостраничный текст, содержащий автоматическую нумерацию разделов, рисунков, таблиц.

2) Измените данный текст, вставив в него ссылки на три раздела и три подраздела текста, на три рисунка и три таблицы.

Пример ссылки на номер раздела:

Было: Скопируйте отформатированный вами в соответствии с заданным вариантом многостраничный текст, содержащий автоматическую нумерацию разделов, рисунков, таблиц.

Стало: Скопируйте отформатированный вами в соответствии с заданным вариантом многостраничный текст, содержащий автоматическую нумерацию разделов, рисунков, таблиц, как указано в задании 5.

При создании ссылок используйте полученные при выполнении данной лабораторной работы умения использовать поля для создания ссылок.

3) Выделите все созданные ссылки подчеркнутым текстом.

4) Для быстрого перехода создайте три закладки, которыми отметьте рисунок, таблицу и один из абзацев текста. Проверьте работоспособность закладок.

Задание 9. Создание и редактирование таблиц в Microsoft Office Word:

а) создать в Microsoft Office Word следующую таблицу:

№ п/п	Наименование института КГТУ	Количество кафедр	Количество студентов		
			бюджет д/о	бюджет з/о	договор
1	ИРА				
2	ИАПС				
3	ИЦТ				
4	ИМТЭС				
5	ИОЭУ				
	Всего				


Отредактировать таблицу в Microsoft Office Word.

Порядок выполнения задания 1 а) – создать в Microsoft Office Word таблицу:

- вызвать программу Microsoft Office Word. Для этого щёлкнуть левой клавишей мыши по кнопке <Пуск>. В раскрывшемся меню выбрать пункт *Программы*, в появившемся меню выбрать пункт *Microsoft Office → Microsoft Office Word*;

- для вставки пустой таблицы в позицию курсора можно пользоваться командой *Таблица → Вставить → Таблицу*. В диалоговом окне установить число столбцов равным 6, число строк – 7. Затем нажать кнопку <OK>;

- объединить 3-ю, 4-ю и 5 ячейку первой строки, предварительно выделив их мышкой и выбрав команду *Таблица → Объединить ячейки*. Аналогично объединить первые три ячейки 1-го и 2-го столбцов, 2 и 3 ячейки 3, 4 и 5 столбцов;

- ввести в ячейки таблицы данные, выделенные полужирным шрифтом, в соответствии с заданием. Для выравнивания по центру ячейки воспользоваться командой контекстного меню (вызывается по щелчку правой кнопкой мыши в форматлируемой ячейке) *Выравнивание в ячейке* 

- перемещаться по ячейкам таблицы можно с помощью мыши, стрелок курсора и с помощью клавиши <Tab>. С помощью последней клавиши можно и добавлять пустые строки в таблицу.

- добавить в свою таблицу новую строку. Для этого поместить курсор в последнюю ячейку последней строки своей таблицы и нажать клавишу <Tab>. В ячейки новой строки ввести свои данные.

Порядок выполнения задания 1 б) – отредактировать таблицу в Microsoft Office Word:

- Вставка, удаление и копирование элементов таблицы.

Общее правило вставки в таблицу новых элементов заключается в том, что перед вставкой новой ячейки, строки или столбца нужно сначала выделить существующую ячейку, строку или столбец.

- Добавление нескольких строк:

- выделить две последние строки таблицы;

– выбрать команду *Таблица* → *Вставить* → *Строки ниже*. В таблицу после выделенных строк будут вставлены две пустые строки;

– заполнить новые строки по своему выбору (добавить названия институтов КГТУ, отсутствующие в таблице).

○ Добавление столбца:

– выделить первый столбец таблицы;

– выбрать команду *Таблица* → *Вставить* → *Столбцы слева*. Объедините первые две ячейки столбца;

– в верхнюю ячейку нового столбца ввести заголовок №, а в остальные ячейки ввести порядковые номера строк от 1 до 7;

– настроить ширину первого столбца по содержимому. Для этого выделить столбец и щёлкните по нему правой кнопкой мыши. В контекстном меню выберите *Автоподбор* → *Автоподбор по содержимому*.

○ Удаление содержимого ячеек.

Для удаления содержимого ячеек надо:

– выделить нужные ячейки;

– выбрать команду *Правка* → *Очистить* → *Содержимое* или нажать клавишу <Delete>. Удалить содержимое первого столбца. Отменить удаление, нажав кнопку <Отменить> (↶).

○ Удаление элементов таблицы. Для удаления из таблицы ячеек (строк, столбцов или самой таблицы) вместе с содержимым надо:

– выделить нужные ячейки;

– выбрать команду *Таблица* → *Удалить* → *Ячейки (Строки, Столбцы, Таблица)*.

○ Удалить одну строку таблицы:

– выделить любую строку таблицы;

– выбрать команду *Таблица* → *Удалить* → *Строки*;

– для отмены выполненной команды выбрать *Правка* → *Отменить* или нажать кнопку <Отменить> (↶) на *Стандартной* панели инструментов.

○ Копирование элементов таблицы. Копирование (перемещение) элементов таблицы выполняется также, как и в случае обычных текстовых абзацев – с помощью буфера обмена:

– выделить копируемые (перемещаемые) элементы таблицы;

– запомнить выделенные элементы в буфере обмена командой *Правка* → *Копировать (Правка → Вырезать)*;

– поставить курсор в позицию, куда надо скопировать (переместить) элементы;

– выбрать команду *Правка* → *Вставить*.

Придерживаясь описанного порядка действий, скопировать первую таблицу, затем переместить в своей таблице строку ИАПС после строки ИЦТ, заполнить все ячейки обеих таблиц любыми числами.

○ Вставка формулы. Для заполнения последней строки таблицы применить формулу. В третью ячейку последней строки вставить формулу

суммы. Для этого сделать её текущей и выбрать команду *Таблица* → *Формула...*. Ничего не меняя в окне *Формула (=SUM(Above))*, нажать на кнопку *<OK>*;

- Оформление таблиц. Кроме рассмотренных операций с элементами таблицы (вставка, удаление, копирование ячеек/столбцов/строк, изменение ширины/высоты), при оформлении таблицы применяются команды для настройки обрамления и заполнения ячеек, а также обычные команды оформления абзацев (выравнивание, настройка отступов и т.п.) и символов (тип шрифта, начертание, размер и др.);

- Автоматическое оформление таблицы. Присвоить одной из таблиц библиотечный стиль оформления:

- поставить курсор внутрь таблицы (в любую ячейку);

- выбрать команду *Таблица* → *Автоформат таблицы*;

- в списке *Стили таблиц* просмотрите доступные стили оформления таблицы;

- выбрать в списке *Стили таблиц* один из вариантов и нажать *<OK>*.

- Настройка обрамления и заполнения ячеек. В окне *Microsoft Office Word* ячейки таблицы могут быть обрамлены границами или линиями сетки. *Линии сетки* – служебные линии, которые показывают расположение ячеек при отсутствии границ таблицы. На печать линии сетки не выводятся, они нужны только для облегчения редактирования таблицы.

Чтобы посмотреть, как выглядят линии сетки, отключите обрамление своей таблицы:

- выделите всю таблицу, нажав мышкой по кнопке ;

- выберите команду *Формат* → *Границы и заливка...*;

- в диалоговом окне на закладке *Граница* выберите *Тип обрамления* «нет».

Нажмите кнопку *<OK>*;

- если Вы не видите тонких линий сетки, значит их отображение отключено. В таком случае включите отображение линий сетки командой *Таблица* → *Отображать сетку*;

- С помощью окна *Границы и заливка* установить в одной из таблиц двойную линию снаружи, штриховую – внутри по вертикали, горизонтальные разделители – отключить. Для этого выполнить действия:

- поставить курсор внутрь таблицы;

- выбрать команду *Формат* → *Границы и заливка*;


- прокрутить список *Тип линии* и выбрать двойную линию. Эта линия будет присвоена всем границам таблицы (поле *Образец*);

- кнопкой слева от поля *Образец* отключить горизонтальные разделители таблицы;

- в списке *Тип линии* выбрать штриховую линию;

- дважды щёлкнув левой клавишей мыши снизу от поля *Образец*, выключить/включить внутренний вертикальный разделитель;

- нажать кнопку *<OK>* для присвоения таблице настроенного обрамления.

Для стирания/рисования границ также можно воспользоваться панелью инструментов «*Таблицы и границы*». Вызывать её можно командой *Таблица* → *Нарисовать таблицу*. В этом случае следует воспользоваться инструментом «*Ластик*» () для удаления границы между первой и второй ячейками последней строки (*Всего*). Выровнять содержимое ячейки по центру.

○ В окне *Границы и заливка* есть закладка *Заливка*, на которой можно выбрать цвет заполнения выделенных ячеек. Выделить цветом строку заголовков своей таблицы:

- выделить первую строку таблицы;
- выбрать команду *Формат* → *Границы и заливка*;
- в диалоговом окне перейти на закладку *Заливка*;
- выбрать светло-серый цвет (12,5 %) и нажать кнопку <ОК>.

○ Сортировка строк таблицы. Строки таблицы можно отсортировать в алфавитном порядке по убыванию или по возрастанию. Для этого выполните действия:

- скопировать таблицу 2;
- выделить ячейки с наименованием институтов КГТУ;
- выбрать команду *Таблица* → *Сортировка...*;
- в диалоговом окне должны стоять параметры «*Сортировать Столбцам 2 текст по возрастанию*»;
- нажать кнопку <ОК>;
- ввести новые номера строк в первом столбце таблицы 3.

Здание 10. Оформление отчета по лабораторной работе

1) Проверьте, что весь первый лист отчета занимает титульный лист, а наименование лабораторной работы написано правильно.

2) В отчет по лабораторной работе включите результаты выполнения аудиторных заданий и индивидуального.

Готовый отчет представляется к защите в электронном виде.

Контрольные вопросы и задания

1. Как выполнять вычисления в MS Word?
2. Как обозначаются в формулах ссылки на ячейки?
3. Назовите основные функции, используемые в вычислениях.
4. Назовите способы создания диаграмм и графиков в MS Word.
5. Как правильно разместить формулу в тексте технического документа?
6. Как импортировать в Word данные листа Excel?

6 Лабораторная работа на тему «Расширенные средства MS Excel»

Цель работы: научиться выполнять вычисления в MS Excel, и строить графики.

Задачи работы: создать новый документ MS Excel, в котором выполнить расчёты и построения графиков в соответствии с заданием.

Обеспечивающие средства: компьютер с установленной программой MS Excel.

Требования к содержанию отчета: по результатам работы оформляется отчет в соответствии с порядком выполнения работы.

Любая формула в *Microsoft Office Excel* начинается со знака =. Пример использования различных формул в *Microsoft Office Excel* приведён на рисунке 25, причём в ячейках C3, C4 и C5 показаны логические функции.

Задание 1. Рассчитать самостоятельно значения формул, указанных в таблице 9 в соответствии с вариантом (таблица 8), и записать полученные результаты.

	A	B	C
1	=4+7	=2^3+2^0	=7<>8
2	=3*6+9	=3*(6+9)	=9<>9
3	=3-5*6+8/4	=3>5	=И(9>7;5<6)
4	=2+4*3/6-1	=8>0	=ИЛИ(7<=10;-8>=6)
5	=3+(7-3)/(5+1)*2+4	=6=6	=НЕ(10>=10)
6			
7	арифметические операции		логические функции
8		логические операции	

Рисунок 25 – Примеры формул в *Microsoft Excel*

Таблица 8 – Варианты данных для задания 1

№	A	B	C
1.	1	10	50
2.	2	10	55
3.	3	10	57
4.	4	10	58
5.	5	10	59
6.	6	10	60
7.	7	10	61
8.	8	10	62
9.	9	10	65
10.	10	10	70
11.	11	10	76
12.	12	10	85
13.	13	10	98
14.	14	10	125
15.	15	10	162
16.	16	10	210

Порядок выполнения задания 1.

Создать новый лист в *Microsoft Office Excel* и назвать его *Формулы*. Для этого следует воспользоваться меню *Вставка* → *Лист* и набрать указанные в таблице 9 формулы (функции). Для электронных таблиц свойственно вместо конкретных числовых значений данных в формулах и функциях использовать ссылки на ячейки, где они расположены. *Ссылка* – это адрес ячейки, из которой следует взять данные для расчёта формулы (функции). Примеры использования формул со ссылкой на ячейки показаны на рисунке 26.

	A	B	C	D
1	1	6	=A1+B1	=B2^B3+A1+5
2	4	2	=A1+A2*B2-B1	=B1>A2+A1
3	-3	3	=B1+(A2+B2)/B2-A1	=B1/B3<B2

Рисунок 26 – Примеры формул со ссылками на ячейки

Таблица 9 – Основные арифметические расчеты в *Excel*

Операция	Оператор	Пример	Описание
Сложение	+	=A1+A2	Суммирует числа в ячейках A1 и A2
Вычитание	-	=A1-A2	Вычитает число в A2 из числа в A1
Умножение	*	=A1*A2	Умножает числа из A1 и A2
Деление	/	=A1/A2	Делит число в A1 на число в A2
Процент	%	=A2*10%	Находит 10% от числа в A1
Возведение в степень	^	=A2^3	Возвращает число в A2 в 3-ю степень
Квадратный корень	Функция КОРЕНЬ	=КОРЕНЬ(A1)	Находит квадратный корень числа в A1
N-ый корень	^(1/n)	=A1^(1/3)	Находит кубический корень числа в A1

Задание 2. Рассчитать свой возраст, начиная с текущего года и по 2030 год, используя маркер *автозаполнения*. Год Вашего рождения является абсолютной ссылкой. Расчеты выполнить на Листе 2, который назвать *Возраст*.

Порядок выполнения задания 2.

В *Microsoft Office Excel* существуют множество встроенных функций, которые разделены по категориям (рисунок 27). Для вставки любой из встроенных функций следует воспользоваться меню *Вставка* – *Функция* или нажать кнопку на строке формул. Например, функция для расчёта значения суммы чисел показана на рисунке 28.

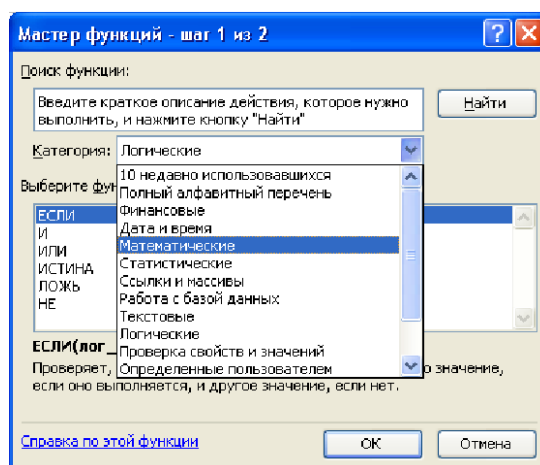


Рисунок 27 – Мастер функций

	A	B	C	D
1	4	6	4	=СУММ(A2:C3;B1:B4)
2	2	5	5	=СУММ(A2:C3;B1:B4)
3	5	4	6	=СУММ(A2:C3)
4	3	1	7	=СУММ(B1:B4)
5	=СУММ(A1:A4)	=СУММ(A1:A4;C1:C4)	=СУММ(A1:A2;B3:B4;C1;C4)	=СУММ(B2:B3)

Рисунок 28 – Пример использования функции СУММ()

Задание 3. Создать таблицу по образцу. В ячейках I5:L12 и D13:L14 должны быть формулы: СРЗНАЧ, СЧЁТЕСЛИ, МАХ, МИН. Ячейки В3:Н12 заполняются информацией самостоятельно.

Диаграмма – это визуальное представление числовых значений. Чтобы создать диаграмму, нужно иметь, как минимум, некоторый набор чисел, называемых *данными*. Диаграмма – это *объект*, который *Excel* создает по запросу. Объект диаграммы состоит из одного или большего количества рядов данных выводимых графически. Внешний вид рядов данных зависит от выбранного пользователем *типа диаграммы*. Данные каждого ряда хранятся в отдельной строке или в отдельном столбце.

Табличный процессор позволяет строить диаграммы различных *типов*.

К типу диаграмм *Гистограмма* (рисунок 29) относятся такие *виды*:

- 1) гистограмма с группировкой;
- 2) гистограмма с накоплением;
- 3) нормированная гистограмма с накоплением.

Гистограммы целесообразно создавать тогда, когда нужно сравнить значения нескольких наборов данных, графически изобразить отличия значений одних наборов данных по сравнению с другими, показать изменения данных с течением времени.

В гистограмме с группировкой прямоугольники, которые являются графическими изображениями числовых данных из разных наборов, располагаются рядом друг с другом, а в гистограмме с накоплением – друг на друге. Это дает возможность в гистограмме с накоплением оценить суммарные данные и вклад каждой составляющей в общую сумму.

В нормированной гистограмме с накоплением вертикальная ось имеет шкалу в процентах. Это дает возможность оценить процентную часть данных в общей сумме.

К типу диаграмм *Линейчатая* (рисунок 30) относятся такие *виды*:

- 1) линейчатая с группировкой;
- 2) линейчатая с накоплением;
- 3) нормированная линейчатая с накоплением.

Линейчатые диаграммы аналогичны гистограммам и отличаются от них лишь горизонтальным расположением геометрических фигур.

Линейчатые диаграммы удобно использовать, если горизонтальное расположение геометрических фигур выглядит нагляднее, чем вертикальное.

Например, если вдоль горизонтальной оси откладываются возрастающие промежутки времени или температуры, если на диаграмме нужно изобразить много элементов данных, если подписи лучше воспринимаются в горизонтальном положении и др.

К типу диаграмм *Круговая* (рисунок 31) относятся плоские и объемные круговые диаграммы.

Круговые диаграммы целесообразно использовать тогда, когда нужно отобразить части одного целого, сравнить соотношение частей и частей к целому.

Круговые диаграммы позволяют отобразить только один ряд данных, они не могут быть построены, если данные содержат отрицательные числа. Круговые диаграммы перестают быть наглядными, если на них отображено много элементов данных. Несколько круговых диаграмм можно заменить, например, одной нормированной гистограммой с накоплением.

К типу диаграмм *Точечная* (рисунок 32) относятся такие *виды*:

- 1) точечная с маркерами;
- 2) точечная с гладкими кривыми и маркерами;
- 3) точечная с гладкими кривыми;
- 4) точечная с прямыми отрезками и маркерами;
- 5) точечная с прямыми отрезками.

Точечные диаграммы целесообразно использовать, если нужно отобразить данные непрерывных процессов, в наборах которых достаточно большое количество данных, если нужно отобразить динамику изменения данных во времени, сравнить изменения нескольких рядов данных.

Точечные диаграммы с гладкими кривыми можно использовать для построения графиков функций, предварительно заполнив диапазон ячеек значениями аргумента и соответствующими значениями функции. Можно построить на одной диаграмме графики двух функций и использовать их для приближенного решения уравнения.

Линейная диаграмма – это график (рисунок 33). Для построения графиков функций и отображения изменения величин в зависимости от времени используются диаграммы типа график. Построение линейной диаграммы аналогично построению столбчатой. Но вместо столбиков просто отмечается их высота (точками, черточками, крестиками) и полученные отметки соединяются прямыми линиями. Вместо разной штриховки (закраски столбиков) используются разные отметки (ромбики, треугольники, крестики и т. д.), разная толщина и тип линий (сплошная, пунктирная и пр.), разный цвет.

На диаграммах приведены результаты соревнований детей в беге.



Рисунок 29 – Первый тип диаграммы – *Гистограмма*



Рисунок 30 – Второй тип диаграммы – *Линейчатая*

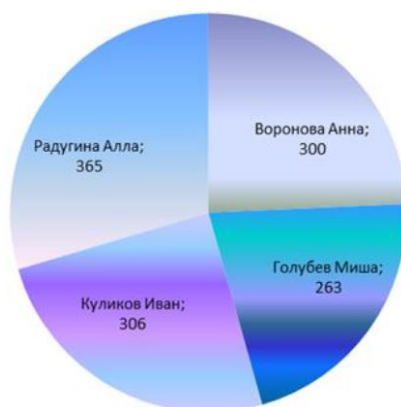


Рисунок 31 – Третий тип диаграммы – *Круговая*

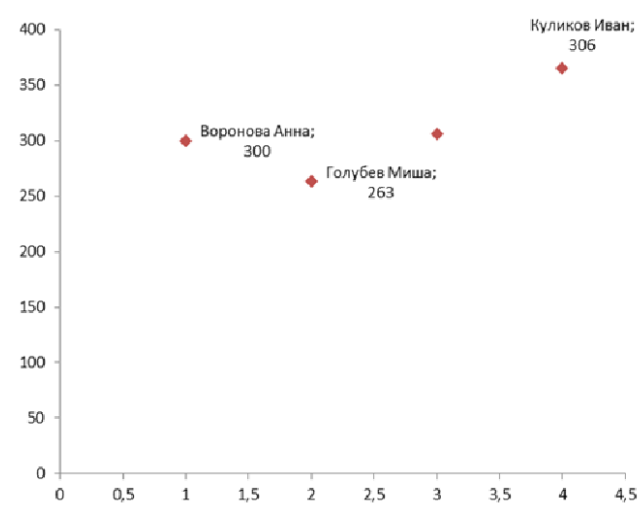


Рисунок 32 – Четвертый тип диаграммы – *Точечная*

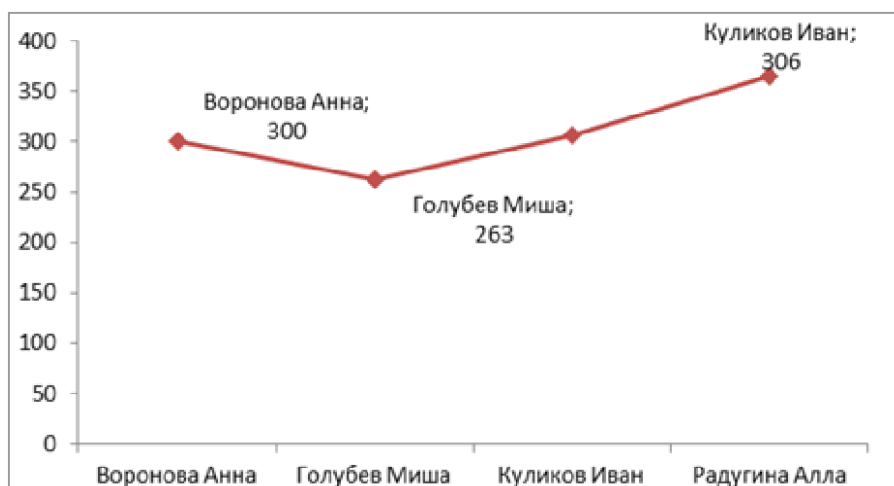


Рисунок 33 – Пятый тип диаграммы – *График*

Ключевая особенность диаграмм в *Excel* – их динамический характер. Это означает, что ряды данных диаграммы связаны с данными, находящимися на

рабочих листах. Если данные в листах изменяются, диаграмма *автоматически* обновляется, отображая изменения в листах.

После создания диаграммы всегда можно изменить ее тип или формат, добавлять новые ряды данных или изменять текущие, отображая другой диапазон.

Диаграмма состоит из *элементов, линий, столбиков, секторов, точек* и т. п. Каждому элементу диаграммы соответствует число в таблице. Числа и элементы диаграммы связаны между собой таким образом, что при изменении чисел автоматически изменяется изображение элементов диаграммы и наоборот. Различают два вида диаграмм:

- *внедрённые диаграммы* – сохраняются на рабочем листе вместе с данными;

- *диаграммные листы* – диаграмма в формате полного экрана на новом листе.

Диаграмму с листа диаграмм легко можно преобразовать во внедренную, это делается командой меню *Диаграмма*.

Легенда – это рамка, в которой определяются узоры или цвета рядов или категорий данных на диаграмме.

Создание диаграмм осуществляется *тремя способами*:

1. С помощью клавиши F11. Для этого необходимо выделить нужный диапазон данных, включающий заголовки строки столбцов, и нажать клавишу F11. *Excel* автоматически создаст диаграмму на новом листе диаграмм с именем *Диаграмма 1*, используя установки по умолчанию. Тип диаграммы будет – двухмерная гистограмма. Далее построенную диаграмму можно настроить в соответствии с требованиями.

2. С помощью Панели инструментов Диаграммы. Установить панель диаграммы можно выбрав команду меню *Вид Диаграммы* → Панели инструментов.

Панель *Диаграммы* содержит следующие *пиктограммы*:

- элементы диаграммы;
- формат области диаграммы;
- тип диаграммы;
- легенда;
- таблица данных;
- по строкам;
- по столбцам;
- текст по часовой стрелке;
- текст против часовой стрелки.

3. С помощью Мастера Диаграмм. Наиболее гибкий способ. Перед его использованием лучше выделить ячейки данных вместе с подписями,

идентифицирующими ряды данных. Данные необязательно должны быть непрерывными, можно сделать несколько выделений, используя клавишу *Ctrl*, но должны лежать на одном листе. Данные, расположенные на других листах, добавляются в уже созданную диаграмму. *Данные одного ряда не могут располагаться на разных листах.*

Диаграмма. При этом появляется первое из четырех диалоговых окон. На каждом из четырех шагов *Мастера* можно вернуться к предыдущему или завершить работу, нажав кнопку *Готово*. Запустить *Мастер диаграмм* можно командой меню *Вставка*.

Шаг 1. В окне первого шага выбирается тип диаграммы. Оно содержит две вкладки: *Стандартные* и *Нестандартные*. Вкладка *Стандартные* содержит 14 базовых типов диаграмм.

Шаг 2. Окно второго шага имеет две вкладки. Во вкладке *Диапазон данных* проверяется или задается диапазон данных, задается ориентация данных, т.е. определяется, что является рядами данных: столбцы или строки. Во вкладке *Ряд* можно удалить данные, не являющиеся рядами, задать имя ряда и подписи оси категорий (x).

Замечание. Если столбец (строка) должен идентифицироваться как подписи оси категорий, то следует убрать заголовок у этого столбца (строки).

Шаг 3. На этом шаге задается большинство параметров диаграммы. Окно шага содержит шесть вкладок, выбирая которые можно задавать на диаграмме: *Заголовки*, *Оси*, *Линии сетки*, *Легенду*, *Подписи данных*, *Таблицу данных*.

Шаг 4. В окне этого шага задается, будет ли диаграмма внедренной или располагаться на отдельном листе.

Все элементы построенной диаграммы можно *менять*. Для того чтобы изменить какой-то элемент диаграммы, ее нужно выделить. Для выделения диаграммы следует щелкнуть левой кнопкой мыши в области диаграммы (на границе области диаграммы при этом должны появиться маркеры выделения – черные квадратики), после этого можно поменять размер диаграммы либо переместить диаграмму на другое место (если она вставлена в существующий лист). В выделенной диаграмме аналогичным образом можно редактировать все ее компоненты (в том числе добавлять рамку или изменить фон диаграммы, поменять формат легенды, создать новый текст заголовка диаграммы, подписей к осям и т. п.). Для этого компоненты также выделяют щелчком левой кнопкой мыши на каждом из элементов, который необходимо изменить, и после нажатия правой клавиши мыши вносят требуемые изменения в открывшееся контекстное меню для каждого элемента.

Созданная диаграмма (вернее, ее копия) может быть вставлена в документ, созданный в любой другой программе пакета *MS Office*: в текстовом процессоре *Word*, программе создания презентаций *PowerPoint* и т. д. При этом она сохраняет связь с данными электронной таблицы, на основе которых была

сформирована, поэтому изменения этих данных будут отражены и в диаграмме. Для копирования диаграммы *Excel* в другие программы необходимо ее выделить и скопировать в буфер обмена с помощью команды *Копировать*, затем вставить стандартным способом из буфера обмена в текст документа *Word* либо на слайд презентации. Размеры вставленной диаграммы можно изменять так же, как размеры любого вставленного рисунка.

Отчёт должен содержать:

- наименование и цели занятия;
- краткие теоретические сведения;
- результаты выполнения заданий.

Контрольные вопросы и задания

1. Как создать формулу в ячейке MS Excel?
2. Как обозначаются ссылки на ячейки?
3. Как вставить функцию в формулу?
4. Как задать параметры формулы?
5. Как создать ссылку на ячейки листа другой книги?
6. Как вставить данные документа Word на лист Excel?

7. Лабораторная работа на тему «Построение графиков в среде MathCAD»

Цель работы: научиться построению графиков в среде MathCAD.

Задачи работы: создать новый файл в среде MathCAD, построить график зависимости по примеру.

Обеспечивающие средства: компьютер с установленной программой MathCAD.

Требования к содержанию отчета: по результатам работы оформляется отчет в соответствии с порядком выполнения работы.

Создание документа MathCAD

После запуска MathCAD'a появляется основное окно, имеющее ту же структуру, что и большинство приложений Windows. Сверху располагается строка меню, затем панели инструментов (по умолчанию стандартная и форматирования) и рабочая область документа (worksheet). В самой нижней части окна находится строка состояния.

С помощью меню View/Tools (*Отображение/Панели инструментов* или *Вид/Панели инструментов* для версии 15) на рабочую область документа можно вызвать любую имеющуюся в выпадающем подменю панель. На рисунке 34 показаны основные панели MathCAD'a версии 15.

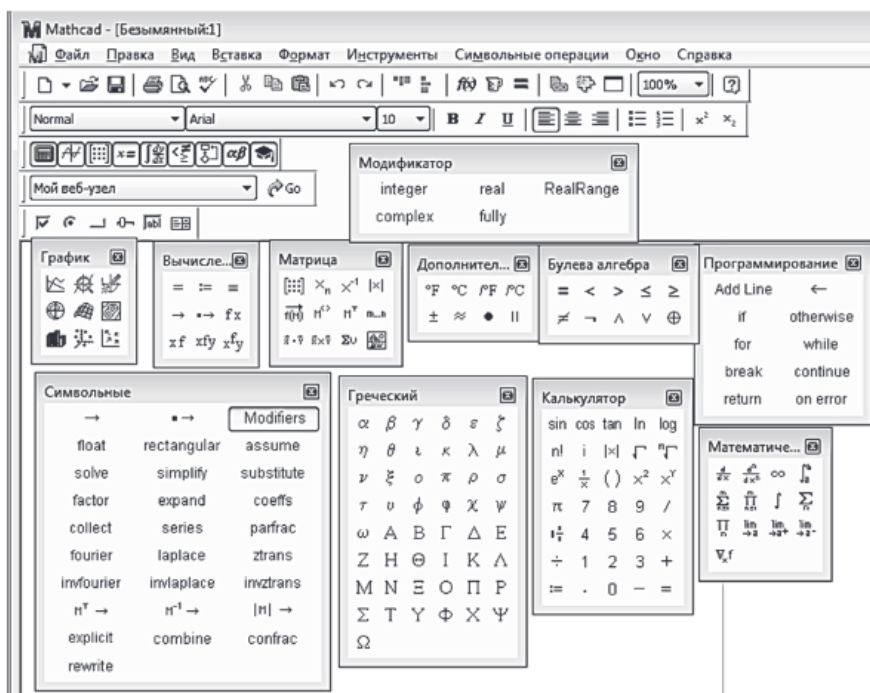


Рисунок 34 – Рабочий документ MathCAD и его панели инструментов

Основные элементы интерфейса пользователя MathCAD следующие:

- главное меню MathCAD'a (menubar);
- панели инструментов Standard (Стандартная), Formatting (Форматирование), Resources (Ресурсы) и Controls (Элементы управления);
- математическая палитра Math (Математика) и доступные через неё дополнительные математические панели инструментов;
- рабочая область (worksheet), имитирующая чистый лист бумаги;
- строка состояния (statusbar);
- всплывающие или контекстные меню (pop-up menus или context menus), вызываемые ПКМ;
- диалоговые окна или диалоги (dialogs), вызываемые ЛКМ;
- окно ресурсов (Resources) со встроенными примерами и дополнительной информацией.

Большинство команд можно выполнить как с помощью меню (главного или контекстного), так и с помощью панелей инструментов или клавиатуры.

Панели инструментов

Панели инструментов служат для быстрого (в один щелчок ЛКМ) выполнения наиболее часто применяемых команд. Группы кнопок на панелях инструментов разграничены по смыслу вертикальными линиями – разделителями. При наведении указателя мыши на любую из кнопок рядом с кнопкой появляется всплывающая подсказка – короткий текст, поясняющий

назначение кнопки. Наряду со всплывающей подсказкой развернутое объяснение команды можно отыскать в строке состояния. На рисунке 34 приведено изображение окна MathCAD 13 со следующими панелями инструментов:

- Standard (Стандартная) служит для выполнения большинства операций: действия с файлами, редактирования, вставки объектов и доступа к справочным системам и др.;

- Formatting (Форматирование) – для форматирования (изменения типа и размера шрифта, выравнивания и т. п.) текста и формул;

- Resources (Ресурсы) – для быстрого вызова ресурсов MathCAD (примеров, учебников, электронных книг и т. п.);

- Controls (Элементы управления) – для вставки в документы стандартных элементов управления интерфейса пользователя (флажков проверки, полей ввода и т. п.);

- Math (Математика) предназначена для вставки математических символов и операторов в документы.

С помощью панели инструментов Math можно вызвать на экран панели:

- Calculator (Калькулятор) – для вставки основных математических операций; получила свое название из-за схожести набора кнопок с кнопками типичного калькулятора;

- Graph (График) – для вставки шаблонов графиков;

- Matrix (Матрица) – для вставки шаблонов матриц и матричных операторов;

- Evaluation (Выражения) – для вставки операторов управления вычислениями;

- Calculus (Вычисления) – для вставки операторов интегрирования, дифференцирования, суммирования;

- Boolean (Булева алгебра) – для вставки логических (булевых) операторов;

- Programming (Программирование) – для разработки программ и функций пользователя MathCAD;

- Greek (Греческие) – для вставки греческих символов;

- Symbolic (Символьные) – для вставки операторов и выполнения символьных преобразований;

- Debug (Отладка) – для отладки программ;

- Modifiers (Модификатор) – для модификации аналитических преобразований;

- CustomCharacters (Дополнительные символы) – для вставки редко используемых символов.

Справочная информация

Имеется несколько источников справочной информации, доступ к которым осуществляется через меню Help (Справка):

- MathcadHelp (Справка по MathCAD – F1) – система справки или технической поддержки;

- What'sThis (Что это? – Shift + F1) – контекстно-зависимая интерактивная справка, связываемая с указателем мыши и перемещаемая вместе с ним в любую желаемую точку документа;

- Developer'sReference (Ссылки разработчика) – дополнительные главы справки для разработчиков собственных самостоятельных приложений на языке MathCAD;

- Author'sReference (Ссылки автора) – дополнительные главы справки для авторов, разрабатывающих собственные электронные книги MathCAD;

- Советы MathCAD – дополнительные материалы, организованные в специфическом формате электронных книг MathCAD с решением множества математических примеров;

- OverviewandTutorials (Учебники) – библиотека электронных книг MathCAD с примерами, которые построены в форме обучающих курсов (от учебника для начинающих пользователей до учебника, адресованного математикам-профессионалам);

- QuickSheetsContents (Быстрые листы) – большое число документов MathCAD, организованных в виде электронной книги, которые удобно использовать в качестве шаблона для собственных расчетов;

- ReferenceTables (Таблица ссылок) – физические и инженерные таблицы, включающие перечни фундаментальных констант, единиц измерения величин, сводку разнообразных параметров веществ и т. п.;

- E-Books (Электронные книги) – доступ к существующим библиотекам документов пользователя, примерам, а также встроенным электронным книгам, посвященным расширениям MathCAD. Кроме этой справки, меню Help (Справка) содержит пути к внешней справке (через Internet);

- UserForums (Форумы пользователей) – подключение к специальному Интернет-серверу компании MathSoft, дающему возможность пользователям MathCAD общаться между собой, обмениваться программами и получать советы (как друг от друга, так и от разработчиков);

- MathCAD.com – переход на официальный сайт приложения MathCAD;

- MathCADUpdate (Обновление MathCAD) – проверка сайта фирмы MathSoft на наличие обновлений MathCAD;

- AboutMathCAD (О программе MathCAD) – вывод информационного окна со сведениями о текущей версии MathCAD и его разработчиках;

– RegisterMathCAD (Зарегистрировать MathCAD) – регистрация программы через Интернет.

Если в какой-либо момент работы с MathCAD пользователю потребовалась помощь, то можно выбрать Help/MathCADHelp либо нажать клавишу F1, либо кнопку Help со знаком вопроса на стандартной панели инструментов. Справка в MathCAD является контекстно-зависимой, т. е. ее содержание определяется тем, в каком месте документа она вызвана. Помимо описанной стандартной справочной системы, построенной в гипертекстовом виде, MathCAD комплектуется также более полным руководством пользователя в формате PDF.

Для быстрого обращения к ресурсам справочной системы введена панель Resources (Ресурсы), с помощью которой можно осуществить быстрый вызов ресурсов MathCAD.

Рабочая область MathCAD (worksheet)

В рабочей области MathCAD'а можно установить только три разновидности зон: 1) математическую, 2) текстовую и 3) графическую. С ней также связаны следующие два известных понятия: 1) указатель мыши и 2) курсор.

Указатель мыши – это стрелка, перемещаемая манипулятором мыши. С её помощью можно указывать расположение зон, нажимать различные кнопки, расположенные в главном меню, во всплывающих диалоговых окнах, выделять и выполнять различные команды, делать активными различные приложения и т. д.

Курсор – это средство редактирования рабочей области MathCAD. Он имеет различные формы:

– крестообразный курсор (визир). Он изображается красным цветом и используется для размещения зон в свободном пространстве рабочей области. Чтобы его установить, нужно указатель мыши переместить в свободное место рабочей области и нажать ЛКМ. Визир указывает, где будет размещен следующий печатаемый символ или куда будет вставлена область из буфера обмена или шаблон объекта. Перемещать визир по экрану можно нажатием клавиш перемещения курсора, а также клавишами PgUp и PgDn (на 80 % экрана);

– редактирующие линии. Они состоят из двух линий: подчеркивания (горизонтальной) и вставки (вертикальной). Образуют прямой угол синего цвета и используются только в математической зоне для редактирования её содержимого. Используя редактирующие линии для выделения частей выражения, можно их модифицировать, удалять, добавлять и т. д.;

– маркер ввода – это тонкая вертикальная линия красного цвета. Он используется только в текстовой зоне.

Выведите: а) число x ; б) матрицу A ; в) элемент матрицы A , расположенный в первой строке и нулевом столбце; г) функцию от матрицы A ; д) функцию от элемента матрицы A , расположенного в первой строке и нулевом столбце; е) переменную i ; ж) функцию от переменной i . При этом используйте знак = и кнопку *Нижний индекс* панели *Форматирование*.

Помимо оператора обычного присваивания, в MathCAD'е имеется ещё один оператор глобального присваивания (\equiv), который находится на панели *Вычисления* (горячая клавиша \sim). Если вставить его для задания значения переменной в любой части документа (например, в самом низу), то эта переменная автоматически будет определена в любой части документа (в том числе вверху). Если же переменной не было присвоено никакого значения, то она воспринимается аналитически, просто как некоторое имя.

При выполнении символьных преобразований вместо обычного знака присваивания используется символьный знак равенства (\rightarrow). Его можно ввести в рабочий документ с любой из панелей *Выражения* (Evaluation) или *Символика* (Symbolic).

MathCAD предоставляет возможность пользователю работать и со строковыми переменными. Для их создания в математической зоне необходимо ввести имя строковой переменной или функции, затем после оператора присваивания ($:=$) следует нажать двойные кавычки (""). Появится пара двойных кавычек, и между ними можно записать содержимое строки.

Выражение, содержащее ошибки, отображается на экране красным цветом. Установив на него указатель мыши и нажав ЛКМ, можно узнать причину ошибки.

Создание графической зоны

Графическую зону можно создать с помощью клавиатуры, команд палитры инструментов или меню. В каждом из этих способов в свободную область документа сначала устанавливается визир. Затем вызывается шаблон графика клавишами, перечисленными в таблице 10, или с помощью команд меню.

Таблица 10 – Шаблоны графической зоны

Клавиша	Название шаблона	Пояснение
<i>Shift</i> + 2 или (@)	X-Y Plot	Декартов график
<i>Ctrl</i> + 7	Polar Plot	Полярный график
<i>Ctrl</i> + 2	Surface Plot	График поверхности
<i>Ctrl</i> + 5	Contour Plot	Контурный график
–	Vector Field Plot	График векторного поля
–	3D Scatter Plot	Трёхмерный точечный график
–	3D Bar Chart	Трёхмерная диаграмма

Каждый шаблон имеет прямоугольную рамку по контуру графической области с тремя маркерами. Установив указатель мыши на маркер и заменив его на двойную стрелку, можно нажать ЛКМ и изменить размеры графика.

У MathCAD имеется вызываемый помощник построения графиков, который облегчает построение графиков. Вызвать его можно через меню *Insert/Graph* (*Вставка/График*).

Компоновка документа

Для перемещения одной или нескольких областей внутри рабочего документа нужно установить указатель мыши на границу выделенной зоны (указатель мыши из стрелки превращается в изображение кисти руки), нажать ЛКМ и, не отпуская ее, переместить указатель вместе с захваченной областью в нужное место, отпустить кнопку мыши. Для вставки/удаления пустых строк между областями можно установить визир между ними, а затем нажать *Enter/Delete* столько раз, сколько необходимо. Для удаления одной или нескольких зон можно выделить их, заключив в выделяющую штриховую рамку, а затем выполнить команду *Edit/Cut* (*Редактирование/Вырезать*).

По умолчанию вычисления в документе производятся в режиме реального времени, т. е. как только вводится в формулу оператор численного или символьного равенства, MathCAD пытается вычислить это выражение (и все остальные формулы, находящиеся ниже по тексту). Иногда, при выполнении сложных и долгих расчетов, бывает полезно остановить их нажатием клавиши Esc, а затем (в нужный момент) возобновить нажатием клавиши F9 или командой *Инструменты/Вычислить*.

Ввод в документ MathCAD функций

При выполнении сложных и громоздких вычислений можно пользоваться всем арсеналом функций, которые заложены разработчиками в систему MathCAD. Вводить имена таких функций можно с клавиатуры, но чтобы избежать возможных ошибок в их написании, лучше использовать диалоговое окно *Вставка функции* (*Insert Function*), как показано на рисунке 36.

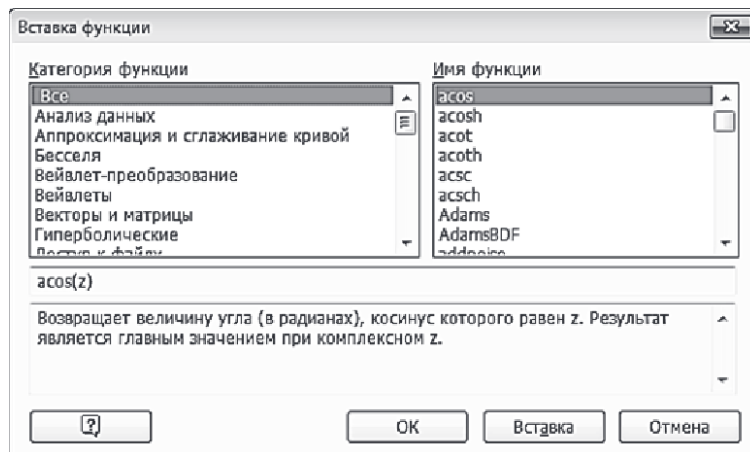


Рисунок 36 – Вставка встроенной функции с помощью диалогового окна

Чтобы ввести встроенную функцию в выражение, нужно определить место в выражении, куда следует вставить функцию, нажать кнопку $f(x)$ на стандартной панели инструментов. В списке *Категория функции* (*Function category*) появившегося диалогового окна *Вставка функции* (*Insert Function*) нужно выбрать категорию, к которой принадлежит функция, а в списке *Имя функции* (*FunctionName*) – имя встроенной функции, нажать кнопку *OK* (рисунок 36). Когда формат функции появится в документе, в ее маркеры нужно ввести требуемые аргументы.

Подобно присваиванию числовых значений переменным, можно определить функции пользователя от одного или нескольких аргументов, например:

$$f(x) := x^2 - 3x - 2 \quad f(0) = -2 \quad f(1) = -4$$

Чтобы построить график функции $f(x)$, следует нажать на панели *График* (*Graph*) кнопку с шаблоном декартового графика и заполнить маркеры на осях именами x и $f(x)$ (рисунок 37).

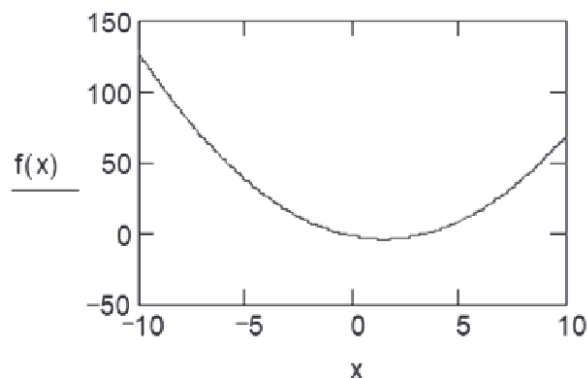


Рисунок 37 – Построение графика функции

Типы данных, используемые в MathCAD'е

Действительные числа

Любое выражение, начинающееся с цифры, MathCAD интерпретирует как число. Можно организовать ввод чисел в десятичной (decimal), двоичной (binary), восьмеричной (octal) или шестнадцатеричной (hexadecimal) системах счисления. При записи чисел используются суффиксы b, o, h (пример приведен на рисунке 38).

<code>a := 100010b</code>	<code>a = 34</code>
<code>b := 13o</code>	<code>b = 11</code>
<code>c := 0f3h</code>	<code>c = 243</code>

Рисунок 38 – Ввод чисел в различных системах счисления

Встроенные константы

Некоторые имена в MathCAD зарезервированы под системные переменные, которые называются встроенными константами (built-in constants). Встроенные константы делятся на два типа: математические (mathconstants), хранящие значения некоторых общеупотребительных специальных математических символов, и системные (systemvariables), определяющие работу большинства численных алгоритмов, реализованных в MathCAD. При желании можно изменить значение любой из перечисленных констант или использовать их в качестве переменных в расчетах. Если присвоить константе новое значение, то прежнее станет недоступным.

Математические константы по-разному интерпретируются при численных и символьных вычислениях. Вычислительный процессор просто воспринимает их как некоторые числа, а символьный распознает каждое из них, исходя из математического контекста, и способен выдавать математические константы в качестве результата. Перечислим математические константы:

- ∞ – символ бесконечности (вводится клавишами *Ctrl + Shift + z*);
- e – основание натурального логарифма (клавиша *e*);
- π – число «пи» (вводится клавишами *Ctrl + Shift + p*);
- i, j – мнимая единица (отображается *1i* или *1j*);
- % – символ процента, % эквивалентен умножению на 0,01.

Системные переменные определяют работу численных методов, заложенных во встроенные функции. Допускается их менять в любой части документа. К ним относятся:

- TOL – точность численных методов;
- STOL – точность выполнения выражений, используемая в некоторых численных методах;

- ORIGIN – номер начального индекса в массивах и строковых переменных;
- PRNPRECISION – установка формата данных при выводе в файл;
- PRNCOLWIDTH – установка формата столбца при выводе в файл;
- CWD – строковое представление пути к текущему рабочему каталогу.

Строковые переменные

Значением переменной или функции может быть не только число, но и строка, состоящая из любой последовательности символов, заключенной в двойные кавычки. Можно определять пользовательские функции строкового типа.

Системная константа ORIGIN может устанавливать не только номер начального индекса массивов, но и начало отсчета для соответствующих встроенных функций строкового (текстового) аргумента. Для включения этой опции нужно установить флажок проверки Use ORIGIN for string indexing (Использовать ORIGIN для индексации строк) на вкладке Calculations (Вычисление) диалогового окна Worksheetoptions (Свойства таблицы) меню Tools (Инструменты).

НеЧисло

Начиная с версии MathCAD 12, введен новый тип данных, носящий имя NaN – NotANumber (НеЧисло). Он предназначен, главным образом, для идентификации элементов массивов, содержащих пропущенные (по тем или иным причинам) данные. В частности, при импорте матрицы данных из внешнего файла элементам, соответствующим пропускам (пустым местам в файле), будет автоматически присвоено значение NaN. Если какие-либо элементы вектора или матрицы, имеющие тип NaN, будут откладываться на графике, то они станут просто игнорироваться при построении кривой. Тем самым, во-первых, повышается надежность импорта данных из файлов; во-вторых, улучшается качество построения графиков рядов данных при наличии пропусков; в-третьих, пользователю предоставляются дополнительные средства по управлению вычислениями, так как любой переменной можно присвоить значение НеЧисло, например: $x := NaN$. Математическое выражение, включающее в себя число типа NaN, тоже имеет тип NaN. Идентифицировать значение переменной или выражения как НеЧисло можно при помощи новой служебной функции isNaN:

isNaN(x) возвращает 1, если $x = NaN$, и 0 в противоположном случае;
 x – аргумент.

Задания на выполнение лабораторной работы

1) Запустить MathCAD и ознакомиться с интерфейсом пользователя. Открыть пункты меню, просмотреть команды меню. Вызвать на рабочую область панели инструментов, опробовать кнопки панелей. Изучить форматы панели *Калькулятор*. Создать текстовые блоки, записав в них такие реквизиты, как название лабораторной работы, группа, фамилия, имя, отчество. Текст оформить с разными шрифтами и размерами. Разместить текстовые блоки в документе MathCAD оптимальным образом.

2) Создать математические зоны, записав в них информацию, аналогичную представленной на рисунке 35. Разместить математические зоны в документе MathCAD оптимальным образом. Создать собственную функцию пользователя и построить ее график (см. рисунок 37).

3) Привести примеры встроенных констант.

Оформление отчета по лабораторной работе

Отчет о выполнении аудиторных заданий 1–3 должен содержать снимки экрана (скриншоты).

Готовый отчет представляется к защите в электронном виде.

Контрольные вопросы и задания

1. Объясните понятие «Ранжированная переменная».
2. Как в среде MathCAD создать ранжированную переменную?
3. Назовите команды создания графика функции.
4. Опишите последовательность создания графика в декартовой системе координат.
5. Как изменить параметры графика?
6. Как построить касательную к графику?

8 Лабораторная работа на тему «Решение уравнений в MathCAD»

Цель работы: научиться решать уравнения в MathCAD.

Задачи работы: выполнить решение уравнения в соответствии с заданием.

Обеспечивающие средства: компьютер с установленной программой MathCAD.

Требования к содержанию отчета: по результатам работы оформляется отчет в соответствии с порядком выполнения работы.

В данном разделе рассмотрим решение СЛАУ с помощью функций прикладного программного продукта MathCad.

Метод обратной матрицы

Пусть в общем виде задана квадратная СЛАУ, включающая n уравнений и n неизвестных:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2 \\ \vdots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n = b_n \end{cases} \quad (1)$$

Задачу решения СЛАУ можно записать в эквивалентной матричной форме:

$$Ax = b, \quad (2)$$

где A – матрица коэффициентов СЛАУ размерности $n \times n$; x – вектор неизвестных; b – вектор правых частей уравнений.

Воспользуемся методом обратной матрицы, который относится к точным методам решения СЛАУ. Если матрица A (формула 1, 2) – не особая, т. е. определитель матрицы $\det A \neq 0$ то система (1), или эквивалентное ей матричное уравнение (2), имеет единственное решение. В самом деле, при условии $\det A \neq 0$ существует обратная матрица A^{-1} . Умножая обе части уравнения (2) на матрицу A^{-1} , получим:

$$\begin{aligned} A^{-1}Ax &= A^{-1}b, \\ x &= A^{-1}b. \end{aligned} \quad (3)$$

Формула (3) дает решение системы уравнений (1) и оно единственно.

На рисунке 39 приведен пример нахождения корней СЛАУ с помощью обратной матрицы, так же на рисунке 40 приведена проверка правильности решения.

Матрица системы:

Матрица правой части:

$$A := \begin{pmatrix} 0.9 & 2.7 & -3.8 \\ 5.8 & -0.5 & 0 \\ 3.2 & 4 & 3 \end{pmatrix} \quad b := \begin{pmatrix} 2.5 \\ -2.1 \\ -2 \end{pmatrix}$$

Линейная система:

$$A_{0,0} \cdot x_1 + A_{0,1} \cdot x_2 + A_{0,2} \cdot x_3 = b_0$$

$$A_{1,0} \cdot x_1 + A_{1,1} \cdot x_2 + A_{1,2} \cdot x_3 = b_1$$

$$A_{2,0} \cdot x_1 + A_{2,1} \cdot x_2 + A_{2,2} \cdot x_3 = b_2$$

Вычисление определителя:

$$|A| = -142.57$$

Определитель отличен от нуля, следовательно, система имеет единственное решение.

Вычисление решения системы

$$\underline{x} := A^{-1} \cdot b$$

$$x = \begin{pmatrix} -0.3436 \\ 0.2148 \\ -0.5866 \end{pmatrix}$$

Проверка правильности решения

$$A_{0,0} \cdot x_0 + A_{0,1} \cdot x_1 + A_{0,2} \cdot x_2 = 2.5$$

$$A_{1,0} \cdot x_0 + A_{1,1} \cdot x_1 + A_{1,2} \cdot x_2 = -2.1$$

$$A_{2,0} \cdot x_0 + A_{2,1} \cdot x_1 + A_{2,2} \cdot x_2 = -2$$

Рисунок 39 – Решение СЛАУ с помощью обратной матрицы

Функция Isolve

Второй простой способ решения почти всякой не сингулярной системы – использование алгоритма Гаусса, реализованного во встроенной в MathCad функции Isolve, которая возвращает вектор решения x такой, что $Ax = b$.

Синтаксис: Isolve(A, b)

Аргументы:

A – квадратная, не сингулярная матрица;

b – вектор, имеющий столько же элементов, сколько строк в матрице A.

На рисунке 40 приведен пример использования функции Isolve для решения СЛАУ.

Матрица системы:

Матрица правой части:

$$A := \begin{pmatrix} 0.9 & 2.7 & -3.8 \\ 5.8 & -0.5 & 0 \\ 3.2 & 4 & 3 \end{pmatrix} \quad b := \begin{pmatrix} 2.5 \\ -2.1 \\ -2 \end{pmatrix}$$

Линейная система:

$$A_{0,0} \cdot x_1 + A_{0,1} \cdot x_2 + A_{0,2} \cdot x_3 = b_0$$

$$A_{1,0} \cdot x_1 + A_{1,1} \cdot x_2 + A_{1,2} \cdot x_3 = b_1$$

$$A_{2,0} \cdot x_1 + A_{2,1} \cdot x_2 + A_{2,2} \cdot x_3 = b_2$$

Вычисление определителя:

$$|A| = -142.57$$

Определитель отличен от нуля, следовательно, система имеет единственное решение.

Вычисление решения системы

$$x := \text{Isolve}(A, b)$$

$$x = \begin{pmatrix} -0.3436 \\ 0.2148 \\ -0.5866 \end{pmatrix}$$

Проверка правильности решения

$$A_{0,0} \cdot x_0 + A_{0,1} \cdot x_1 + A_{0,2} \cdot x_2 = 2.5$$

$$A \cdot x - b = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Рисунок 40 – Решение СЛАУ с помощью функции Isolve

Вычислительный блок Given/Find

Для решения СЛАУ итерационным методом в *MathCAD* применяется специальный вычислительный блок *Given/Find* (Дано/найти), состоящий из четырёх частей, идущих последовательно друг за другом:

$x_1^{(0)}, \dots, x_n^{(0)}$ – начальные значения переменных;

Given – ключевое слово;

система, записанная логическими операторами в виде равенств и, возможно, неравенств;

Find(x_1, \dots, x_n) – встроенная функция для решения системы уравнений относительно переменных x_1, \dots, x_n .

Вставлять логические операторы следует, пользуясь панелью инструментов *Boolean* (Булевы операторы) (с клавиатуры логический знак равенства вводится сочетанием клавиш <Ctrl>+<=>). Значение функции *Find* представляет собой матрицу, составленную из всевозможных решений по каждой переменной, причем количество её строк в точности равно числу аргументов *Find*.

Рассмотрим в качестве примера систему трех уравнений. Неизвестными являются три компонента вектора x , поэтому именно эта векторная переменная является аргументом встроенной функции *Find(x)*. Очень важно, что при использовании вычислительного блока *Given/Find* всем неизвестным требуется присвоить начальные значения. На рисунке 41 приведен листинг решения СЛАУ.

```

x1 := 0
x2 := 0
x3 := 0

A :=  $\begin{pmatrix} 0.9 & 2.7 & -3.8 \\ 5.8 & -0.5 & 0 \\ 3.2 & 4 & 3 \end{pmatrix}$    b :=  $\begin{pmatrix} 2.5 \\ -2.1 \\ -2 \end{pmatrix}$ 

GIVEN
A0,0·x1 + A0,1·x2 + A0,2·x3 = b0
A1,0·x1 + A1,1·x2 + A1,2·x3 = b1
A2,0·x1 + A2,1·x2 + A2,2·x3 = b2

FIND(x1,x2,x3) =  $\begin{pmatrix} -0.344 \\ 0.215 \\ -0.587 \end{pmatrix}$ 

```

Рисунок 41 – Решение СЛАУ с помощью вычислительного блока *Given/Find*

Метод Гаусса

Метод Гаусса, или метод Гауссовых исключений, состоит в том, что систему (рисунок 39) приводят последовательным исключением неизвестных к эквивалентной системе с треугольной матрицей.

В Mathcad прямой и обратный ходы метода Гаусса выполняет функция *rref(A)*.

Синтаксис: rref(A)

Аргументы:

A – квадратная, не сингулярная матрица.

Результат выполнения функции: Возвращается ступенчатая форма матрицы A.

Для того, чтобы сформировать расширенную матрицу СЛАУ, необходимо воспользоваться функцией *augment(A, B)*.

Синтаксис: *augment(A, B)*

Аргументы:

A – квадратная, не сингулярная матрица,

B – матрица-столбец, содержащая столбец свободных членов.

Результат выполнения функции: Возвращается массив, сформированный путём добавления справа от матрицы *A* другой матрицы *B*. Массивы *A* и *B* должны иметь одинаковое число строк.

Для того, чтобы из результата выделить столбец, содержащий решение СЛАУ, необходимо воспользоваться либо 1) функцией *submatrix(A, ir, jr, ic, jc)*.

Синтаксис: *submatrix(A, ir, jr, ic, jc)*

Аргументы:

A – квадратная, несингулярная матрица, *ir, jr, ic, jc* – индексы столбцов и строк.

Результат выполнения функции: Возвращается субматрица, состоящая из всех элементов с *ir* по *jr* и столбцах с *ic* по *jc*. Необходимо удостовериться, что *ir ≤ jr* и *ic ≤ jc*, иначе порядок строк и (или) столбцов будет обращен.

Либо

2) Элементом *A*^{<номер столбца>}, взятым с палитры *Matrix*

На рисунке 42 приведен пример решения СЛАУ методом Гаусса.

Задание для самостоятельной работы

Система линейных алгебраических уравнений задана в общем виде:

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n = b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n = b_2 \\ \vdots \\ a_{n1}x_1 + a_{n2}x_2 + \dots + a_{nn}x_n = b_n \end{cases}$$

1. С помощью прикладного пакета MathCad решить следующие системы из *m* уравнений с *k* неизвестными:

1.1. *m=k=3*,

1.2. *m=4, k=3*, к системе из п. 1.1 добавить четвертое уравнение, полученное как сумма первого и второго уравнений.

1.3. *m=k=3*, в системе из п.1.2 исключить третье уравнение.

1.4. *m=k=3*, в системе из п.1.3 к свободному члену третьего уравнения прибавить 1.

Внимание: коэффициенты и свободные члены уравнений необходимо взять из таблицы приложения Б данных методических указаний.

Матрица системы:

$$A := \begin{pmatrix} 0.9 & 2.7 & -3.8 \\ 5.8 & -0.5 & 0 \\ 3.2 & 4 & 3 \end{pmatrix}$$

+

Матрица правой части:

$$b := \begin{pmatrix} 2.5 \\ -2.1 \\ -2 \end{pmatrix}$$

1. Сформируем расширенную матрицу:

`Ab := augment(A, b)`

$$Ab = \begin{pmatrix} 0.9 & 2.7 & -3.8 & 2.5 \\ 5.8 & -0.5 & 0 & -2.1 \\ 3.2 & 4 & 3 & -2 \end{pmatrix}$$

2. Приведем расширенную матрицу к ступенчатому виду, т.е. проведем прямой и обратный ходы метода Гаусса:

`Gauss := rref(Ab)`

$$Gauss = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & -0.3436 \\ 0 & 1 & 0 & 0.2148 \\ 0 & 0 & 1 & -0.5866 \end{pmatrix}$$

3. Выделим столбец решения системы:

`x := submatrix(Gauss, 0, 2, 3, 3)`

Решение СЛАУ: $x = \begin{pmatrix} -0.3436 \\ 0.2148 \\ -0.5866 \end{pmatrix}$

Проверка правильности решения

$$A \cdot x - b = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Рисунок 42 – Решение СЛАУ методом Гаусса

Контрольные вопросы и задания

1. Назовите этапы при нахождении корней уравнения.
2. Опишите графический способ решения уравнений.
3. Как отобразить след точек данных?
4. Как определить приближённые корни и как их уточнить?
5. Как изменить точность вычислений и формат отображения результатов?
6. Для чего используется конструкция *given-find*?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Черник, Д. В. Машинная графика: лаб. практикум для студентов бакалавриата по направлениям подготовки 15.03.02 «Технологические машины и оборудование», 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы», 35.03.02 «Технология лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств» всех форм обучения: учеб. пособие / Д. В. Черник. – Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2022. – 96 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/269945> (дата обращения: 21.06.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Инженерная графика: учебное пособие: в 3 частях / под редакцией А. Ю. Муйземнека. – Пенза: ПГУ, 2018. – Часть 3: Выполнение конструкторских документов в программе «КОМПАС-3D» – 2018. – 68 с. – ISBN 978-5-907102-62-0. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/162230> (дата обращения: 21.06.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Горбатенко, С. А. Практикум по информационным технологиям: учеб. пособие / С. А. Горбатенко. – Воронеж: ВГИФК, 2019. – 115 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/140328> (дата обращения: 23.06.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Часнык, Л. Н. Описания лабораторных работ по курсу «Информатика и информационные технологии» (Microsoft Word, Excel, Access, PowerPoint 2007, 2010, 2013 и 2016): учеб. пособие / Л. Н. Часнык. – Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2017. – 130 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/144599> (дата обращения: 22.06.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. Информационные технологии: учеб. пособие / Е. В. Абрамсон, А. В. Инзарцев, В. А. Шамак, М. Е. Щелкунова. – Комсомольск-на-Амуре: КНАГУ, 2021. – 111 с. – ISBN 978-5-7765-1450-0. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/222809> (дата обращения: 22.06.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Зольникова, Н. Н. Решения систем линейных алгебраических уравнений с использованием MathCad: учебно-методическое пособие / Н. Н. Зольникова, Л. Н. Логинова. – Москва: РУТ (МИИТ), 2019. – 25 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/175717> (дата обращения: 22.06.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Руденко, Б. Д. Кореляционно-регрессионный анализ в Excel и Mathcad: лабораторный практикум: учеб. пособие / Б. Д. Руденко. – Красноярск: СибГУ

им. академика М. Ф. Решетнёва, 2020. – 82 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/165902> (дата обращения: 22.06.2023). – Режим доступа: для авториз. пользователей.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт агроинженерии и пищевых систем

Кафедра инжиниринга технологического оборудования

Лабораторная работа №____

по дисциплине
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ»

Шифр студента _____

Вариант № _____

Работу выполнил:

студент гр. _____

_____ Фамилия И.О.

«__» _____ 202__ г.

Калининград – 20__

Приложение Б

Таблица

Исходные данные для лабораторной работы № 8

Параметры	Варианты												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
a11	3,5800	2,0000	2,0000	7,0900	0,9000	1,0000	1,1400	1,1400	0,6300	8,7000	6,1000	4,8000	1,0000
a12	0,2100	-1,0000	2,0000	1,1700	2,7000	-4,0000	0,0000	-2,1500	1,0000	-3,1000	0,7000	3,0000	2,0000
a13	-3,4500	1,0000	-1,0000	-2,2300	-3,8000	0,0000	-1,0000	-2,0000	0,7100	1,8000	-0,0500	2,0000	1,0000
a14	-1,1800	3,0000	1,0000	1,0000	1,0000	-1,0000	-2,0000	0,0000	0,3400	-2,2000	0,0000	1,0000	1,0000
b1	0,0000	1,0000	4,0000	0,4300	2,5000	1,0000	0,0000	0,4200	1,1700	2,1000	-1,3000	3,0000	-1,0000
a21	0,9630	1,0000	3,0000	1,4000	5,8000	1,0000	1,0000	-1,1300	0,1800	6,7000	-2,0500	6,0000	-2,0000
a22	1,3171	-1,0000	-1,0000	-0,0200	-0,5000	2,0000	2,0000	7,0500	-0,6500	-2,2000	0,8700	4,0000	2,0000
a23	0,5476	-4,0000	2,0000	0,0000	0,0000	3,0000	-1,0000	0,0000	0,7100	0,0000	0,0000	2,0000	0,0000
a24	0,0000	3,0000	8,0000	3,2100	4,5000	2,0000	1,0000	-0,7100	2,7100	3,2000	2,5000	2,0000	0,0000
b2	0,0000	-1,0000	5,0000	-4,2500	-2,1000	3,0000	-1,0000	0,8100	-0,7500	-1,8000	-3,1200	4,0000	1,0000
a31	5,0247	1,0000	-3,0000	2,1300	3,2000	-1,0000	0,0000	-0,0200	1,1700	-9,5000	-5,0300	6,0000	1,0000
a32	-0,9398	1,0000	4,0000	4,0000	4,0000	-1,0000	-1,0000	-1,0000	-2,3500	-1,9000	-1,9000	3,0000	3,0000
a33	0,0000	1,0000	3,0000	3,0000	3,0000	1,0000	1,0000	-1,0000	3,5800	1,2000	1,2000	1,0000	1,0000
a34	0,0000	-3,0000	3,0000	3,0000	3,0000	2,0000	3,0000	3,0000	0,2100	2,8000	2,8000	2,0000	2,0000
b3	0,0000	0,0000	-2,0000	-2,0000	-2,0000	3,0000	-2,0000	-2,0000	-3,4500	-1,4000	-1,4000	3,0000	3,0000
a41	1,0931	3,0000	2,0000	2,0000	2,0000	-1,0000	0,0000	0,0000	-1,1800	-9,9000	-9,9000	4,0000	4,0000
a42	0,0500	-1,0000	4,0000	-4,7500	2,4000	6,0000	-8,0000	2,0500	2,0800	-9,7000	6,9700	3,0000	1,0000
a43	2,0712	6,0000	6,0000	-1,0500	3,5000	-1,0000	-1,0000	0,8000	0,1700	13,1000	0,1000	6,0000	1,0000
a44	3,1970	4,0000	12,0000	-5,0600	-1,2000	-1,0000	-6,0000	-1,0700	1,2800	6,9000	2,0400	4,0000	2,0000
b4	-0,2927	-5,0000	6,0000	6,0000	3,0000	3,0000	7,0000	7,0000	0,0500	25,1000	2,5100	7,0000	4,0000

Локальный электронный методический материал

Антон Геннадьевич Кисель

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
В МАШИНОСТРОЕНИИ

Редактор С. Кондрашова
Корректор Т. Звада

Уч.-изд. л. 5,8. Печ. л. 4,9.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования «Калининградский
государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский