

Министерство образования Республики Беларусь

УО «Брестский государственный политехнический колледж»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по учебной  
работе УО «Брестский  
государственный политехнический  
колледж»

\_\_\_\_\_  
Н.В.Ратникова

« 24 » \_\_\_\_\_ 01 \_\_\_\_\_ 2014

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

для выполнения домашней контрольной работы  
для учащихся специальности

2-39 02 02 «Проектирование и производство радиоэлектронных средств»  
заочная



## СОДЕРЖАНИЕ

1	Введение	4
2.	Общие методические указания	4
3.	Таблица вариантов	5
4	Критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся к итоговой контрольной работе по дисциплине «Информационные технологии»	6
5	Методические рекомендации по работе в системе КОМПАС	22
6	Вопросы для самоконтроля	42
7	Основы работы с программой MathCAD	54
8	Пример выполнения задания №1	65
9	Контрольное задание №1	66
10	Контрольное задание №2	75
11	Контрольное задание №3	76
12	Контрольное задание №4	76
13	Литература	80

## **ВВЕДЕНИЕ**

Основная задача дисциплины «Информационные технологии» для средних специальных учебных заведений состоит в том, чтобы дать учащимся комплекс знаний, умения и навыков, необходимых для изучения смежных и специальных дисциплин, для использования практической деятельности, для формирования мировоззрения и развития логического мышления.

Данное пособие ставит своей целью оказание помощи учащимся заочных средних специальных учебных заведений в организации самостоятельной работы по овладению системой знаний, умений и навыков в объеме действующей программы.

### **2 ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

К выполнению и оформлению домашней контрольной работы предъявляются следующие требования:

1. Домашняя контрольная работа выполняется на отдельных листах формата А4 и сшивается в скоросшивателе. Страницы пронумеровываются.
2. На обложке должен быть приклеен титульный лист утвержденного образца : шифр, специальность, если она не отражена в шифре, фамилия, имя, отчество учащегося, дисциплина и номер работы.
3. Работа должна быть отпечатана.
4. Каждое задание надо начинать с новой страницы.
5. Выполнение заданий желательно располагать в порядке номеров, указанных в задании, номера задач следует указывать перед условием.
6. Условия заданий должны быть обязательно переписаны полностью домашнюю контрольную работу.
7. При оформлении домашней контрольной работы, необходимо соблюдать общие требования согласно стандарту учреждения образования.  
7.1 Учащиеся должны соблюдать абзацы, всякую новую мысль следует начинать с красной строки.
8. При необходимости выполнение заданий должно сопровождаться краткими, но достаточно обоснованными пояснениями.
9. В конце работы следует указать литературу, которой вы пользовались.
10. Если в работе допущены недочеты и ошибки, то учащийся должен выполнить все указания преподавателя, сделанные в рецензии и повторно сдать домашнюю контрольную работу с исправленными ошибками и недочётами.
11. Домашние контрольные работы должны быть выполнены и сданы в срок (в соответствии с учебным планом - графиком).
12. Работа, выполненная не по своему варианту, не учитывается и возвращается учащемуся без оценки.
13. Учащиеся, не имеющие зачета по домашней контрольной работе, к итоговой контрольной работе и экзамену не допускаются.
14. Во время итоговой контрольной работы, зачетные контрольные работы представляются преподавателю.
15. **Номер варианта определяется по номеру зачетной книжки и вычисляется как две последних цифры номера зачетной книжки.**

Номера заданий, которые подлежат решению, определяются из таблицы вариантов:

<b>Таблица вариантов</b>									
№ Варианта	Задание №1	Задание №2	Задание №3	Задание №4	№ Варианта	Задание №1	Задание №2	Задание №3	Задание №4
1.	9	29	31	57	51.	9	29	31	57
2.	8	30	32	58	52.	8	30	32	58
3.	7	28	33	59	53.	7	28	33	59
4.	6	27	34	60	54.	6	27	34	60
5.	5	26	35	61	55.	5	26	35	61
6.	4	25	36	62	56.	4	25	36	62
7.	3	24	37	63	57.	3	24	37	63
8.	2	23	38	64	58.	2	23	38	64
9.	1	22	39	65	59.	1	22	39	65
10.	6	21	40	66	60.	6	21	40	66
11.	7	20	41	67	61.	7	20	41	67
12.	8	19	42	68	62.	8	19	42	68
13.	9	18	43	69	63.	9	18	43	69
14.	5	17	44	70	64.	5	17	44	70
15.	4	16	45	71	65.	4	16	45	71
16.	3	15	46	72	66.	3	15	46	72
17.	1	14	47	73	67.	1	14	47	73
18.	2	13	48	74	68.	2	13	48	74
19.	9	12	49	75	69.	9	12	49	75
20.	8	11	50	76	70.	8	11	50	76
21.	7	10	51	77	71.	7	10	51	77
22.	6	15	52	78	72.	6	15	52	78
23.	5	14	53	79	73.	5	14	53	79
24.	4	13	54	80	74.	4	13	54	80
25.	3	12	55	81	75.	3	12	55	81
26.	2	11	56	82	76.	2	11	56	82
27.	1	10	31	57	77.	1	10	31	57
28.	6	29	32	58	78.	6	29	32	58
29.	7	30	33	59	79.	7	30	33	59
30.	8	28	34	60	80.	8	28	34	60
31.	9	27	35	61	81.	9	27	35	61
32.	5	26	36	62	82.	5	26	36	62
33.	4	25	37	63	83.	4	25	37	63
34.	3	24	38	64	84.	3	24	38	64
35.	1	23	39	65	85.	1	23	39	65
36.	2	22	40	66	86.	2	22	40	66
37.	6	21	41	67	87.	6	21	41	67
38.	7	20	42	68	88.	7	20	42	68
39.	8	19	43	69	89.	8	19	43	69
40.	9	18	44	70	90.	9	18	44	70
41.	5	17	45	71	91.	5	17	45	71
42.	4	16	46	72	92.	4	16	46	72
43.	3	21	47	73	93.	3	21	47	73
44.	1	20	48	74	94.	1	20	48	74
45.	2	19	49	75	95.	2	19	49	75
46.	8	18	50	76	96.	8	18	50	76
47.	9	17	51	77	97.	9	17	51	77
48.	5	16	52	78	98.	5	16	52	78
49.	4	15	53	79	99.	4	15	53	79
50.	3	14	54	80	00	3	14	54	80

Приложение к типовому учебному плану учреждения, обеспечивающего получение среднего специального образования, утвержденному Министерством образования Республики Беларусь «21» мая 2009г. РБ ст.№199 Д/тип.

примерный тематический план  
дисциплины «Информационные технологии»

**Специальность 2-39 02 02 «Проектирование и производство радиоэлектронных средств»**

Раздел, тема	Количество часов	
	Всего	В том числе
		на лабораторные работы.

1	2	3
<b>Введение</b>	<b>2</b>	
<b>Раздел 1. Понятие и принципы информационных технологий</b>	<b>4</b>	
1.1. Основные понятия и определения информационных технологий	2	
1.2. Современные программно-технические средства информационных технологий	1	
1.3. Тенденции и проблемы развития информационных технологий	1	
<b>Раздел 2. Сетевые информационные технологии</b>	<b>8</b>	<b>4</b>
2.1. Классификация и характеристика сетевых компьютерных технологий	2	
2.2. Принципы построения сетевых информационных технологий	2	2
<i>Лабораторная работа №1.</i> Информационный поиск в Интернет-пространстве		2
<i>Лабораторная работа №2.</i> Электронная почта и телеконференции в Интернете		
<b>Раздел 3. Технические и программные средства профессионального назначения</b>	<b>33</b>	<b>24</b>
3.1. Классификации программных средств, используемые при проектировании радиоэлектронных средств. Информационное обеспечение среды проектирования	12	
<i>Лабораторная работа №3.</i>		2
Изучение пользовательского интерфейса среды Electronics WorkBench		
<i>Лабораторная работа №4.</i>		2
Работа с библиотекой		
<i>Лабораторная работа №5.</i>		2

1	2	3
Моделирование схемы электрической принципиальной		
<i>Лабораторная работа №6.</i>		2
3.2. Общие сведения о системе автоматизированного проектирования (САПР). Назначение, состав и архитектура САПР <i>Лабораторная работа №7.</i> Изучение пользовательского интерфейса системы «Компас» <i>Лабораторная работа №8.</i> Построение элементарных объектов	6	2 2
3.3. Классификация САПР <i>Лабораторная работа №9.</i> Построение 2-х мерных объектов <i>Лабораторная работа №10.</i> Построение 3-х мерных объектов <i>Лабораторная работа №11.</i> . Построение чертежей 2D и 3D объектов	8	2 2 2
3.4. Общие сведения о пакетах программ автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств. Моделирование с использованием пакетов прикладных программ MathLab, MatCAD, Excel	6	
<i>Лабораторная работа №12.</i> Изучение основных приемов работы в MathLab <i>Лабораторная работа №13.</i> Изучение основных приемов работы в MatCAD <i>Лабораторная работа №14.</i> Построение графиков и диаграмм в Excel		2 2 2
<b>Обязательная контрольная работа</b>	<b>1</b>	
<b>Раздел 4. Защита деловой информации</b>	<b>3</b>	
<b>Итого:</b>	<b>50</b>	<b>28</b>

Разработчики: **Н.И. Василевская, преподаватель учреждения образования "Минский государственный высший радиотехнический колледж"**

**В.В.Шаталова, ассистент кафедры учреждения образования "Минский государственный высший радиотехнический колледж"**

Обсужден и одобрен бюро республиканского методического объединения педагогических работников учреждений обеспечивающих получение среднего специального образования, по образованию в области радиоэлектроники и вычислительной техники

Рассмотрено и одобрено на  
заседании цикловой комиссии  
радиотехнических дисциплин  
Протокол № \_\_\_\_\_  
От «\_\_» \_\_\_\_\_ 2013  
Председатель \_\_\_\_\_

«УТВЕРЖДАЮ»  
Заместитель директора УО «Брестский  
государственный политехнический  
колледж»  
\_\_\_\_\_ Н.В.Ратникова  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2013

Примерный тематический план  
дисциплины «Информационные технологии»

**Специальность 2-39 02 02 «Проектирование и производство  
радиоэлектронных средств»**

Раздел, тема	Количество часов	
	Всего	В том числе
		на лабораторные работы.

1	2	3
<b>Введение</b>	<b>2</b>	
<b>Раздел 1. Понятие и принципы информационных технологий</b>	<b>4</b>	
1.1. Основные понятия и определения информационных технологий	2	
1.2. Современные программно-технические средства информационных технологий	1	
1.3. Тенденции и проблемы развития информационных технологий	1	
<b>Раздел 2. Сетевые информационные технологии</b>	<b>6</b>	<b>2</b>
2.1. Классификация и характеристика сетевых компьютерных технологий	2	
2.2. Принципы построения сетевых информационных технологий	2	
<i>Лабораторная работа №1.</i> Информационный поиск в Интернет-пространстве. Электронная почта и телеконференции в Интернете		2
<b>Раздел 3. Технические и программные средства профессионального назначения</b>	<b>35</b>	<b>30</b>
3.1. Классификации программных средств, используемые при проектировании радиоэлектронных средств. Информационное обеспечение среды проектирования	14	
<i>Лабораторная работа №2.</i> Изучение пользовательского интерфейса среды Proteus		2
<i>Лабораторная работа №3.</i> Работа с библиотеками в Proteus		2

1	2	3
<i>Лабораторная работа №4.</i> Моделирование схемы электрической принципиальной в Proteus		2
<i>Лабораторная работа №5.</i> Работа с измерительными приборами в среде Proteus		2
<i>Лабораторная работа №6.</i> Моделирование схемы электрической принципиальной с микроконтроллером в среде Proteus		2
<i>Лабораторная работа №7.</i> Создание печатной платы в среде Proteus и ее трассировка		2
3.2. Общие сведения о системе автоматизированного проектирования (САПР). Назначение, состав и архитектура САПР	8	
<i>Лабораторная работа №8.</i> Изучение пользовательского интерфейса системы «Компас»		2
<i>Лабораторная работа №9.</i> Построение элементарных линейных объектов		2
<i>Лабораторная работа №10.</i> Построение элементарных нелинейных объектов		2
3.3. Классификация САПР	8	
<i>Лабораторная работа №11.</i> Построение 2-х мерных объектов		2
<i>Лабораторная работа №12.</i> Применение команд редактирования		2
<i>Лабораторная работа №13.</i> Построение чертежей 2D объектов		2
<i>Лабораторная работа №14.</i> Построение 3-х мерных объектов		2
3.4. Общие сведения о пакетах программ автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств. Моделирование с использованием пакета прикладных программ Match CAD.	4	
<i>Лабораторная работа №15.</i> Изучение основных приемов работы в Match CAD		2
<i>Лабораторная работа №16.</i> Построение графиков и диаграмм в Match CAD		2
<b>Обязательная контрольная работа</b>	<b>1</b>	
<b>Раздел 4. Защита деловой информации</b>	<b>3</b>	
Итого:	<b>50</b>	<b>32</b>

*Разработчик: П.Н. Дмитрук преподаватель УО «Брестский государственный политехнический колледж»*



Министерство образования Республики Беларусь

УО «Брестский государственный политехнический  
колледж»

Утверждаю  
Директор Брестского  
государственного политехнического  
колледжа

\_\_\_\_\_  
В.С. Басов  
«31» \_\_\_\_\_ 08 \_\_\_\_\_ 2012

## **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

### **Учебная программа**

для специальности 2-39-02-02 «Проектирование и производство  
радиоэлектронных средств»

2012

Разработал: П.Н. Дмитрук, преподаватель УО «Брестский государственный политехнический колледж».

Рецензенты: С.И. Седлавский, преподаватель УО «Брестский государственный политехнический колледж»,  
В. В Панасюк, преподаватель УО «Брестский государственный политехнический колледж».

Рабочая программа разработана на основании примерного тематического плана дисциплины «Информационные технологии» специальности 2-39 02 02 «Проектирование и производство радиоэлектронных средств», являющегося приложением к типовому учебному плану учреждений обеспечивающих получение среднего специального образования РБ ст. №199 Д/тип, утвержденному Министерством образования Республики Беларусь 21 мая 2009

Учебная программа обсуждена и рекомендована к использованию на заседании цикловой комиссии радиотехнических дисциплин.

\_\_\_\_\_ Протокол № \_\_\_\_\_

Председатель цикловой комиссии \_\_\_\_\_ Л.П. Бойко \_\_\_\_\_  
(подпись) (инициалы, фамилия)

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### Цели и задачи дисциплины

Современные задачи, возникающие перед наукой и техникой, вызывают необходимость проектирования все более сложных технических объектов в сжатые сроки. Удовлетворить противоречивые требования повышения сложности объектов, сокращения сроков и повышения качества проектирования с помощью простого увеличения численности проектировщиков нельзя, так как возможность параллельного проведения проектных работ ограничена и численность инженерно-технических работников в проектных организациях не может быть сколько-нибудь заметно увеличена. Выходом из этого положения является широкое применение вычислительной техники для решения проектных задач.

### Задачи изучения дисциплины

Предметом дисциплины являются методы и средства автоматизации конструкторского и технологического проектирования.

Целью преподавания дисциплины является формирование знаний по принципам построения систем проектирования модулей РЭС, приобретение практических навыков решения конструкторско-технологического проектирования РЭС с использованием реальных САПР.

В результате изучения дисциплины учащиеся **должны:**  
*знать на уровне представления:*

- структурную и функциональную организацию персонального компьютера;
- формы записи, типы структур и технологию проектирования алгоритма, общие сведения о системах программирования;
- способы представления, технологию обработки, размещения, хранения, поиска и передачи информации;
- структуру, топологию и перспективы развития вычислительных сетей, сетевые технологии обработки и способы защиты информации от несанкционированного доступа, антивирусные средства защиты информации;
- современные средства и тенденции развития информационных технологий;

*знать на уровне понимания:*

- назначение основных устройств персонального компьютера;
- правила пользования аппаратным и программным обеспечением персонального компьютера и компьютерных сетей;
- применение прикладного программного обеспечения и использование информационных ресурсов в профессиональной деятельности;

- основные понятия, виды и состав автоматизированных систем обработки информации;

*уметь:*

- использовать стандартное и прикладное программное обеспечение персонального компьютера;
- применять современные методы автоматизированной обработки информации;
- приобретать новые знания, используя современные информационные технологии;
- осуществлять поиск и передачу информации посредством локальных и глобальных компьютерных сетей.

Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо для изучения данной дисциплины.

Курс базируется на знаниях из дисциплин «Прикладная информатика», «Инженерная графика». В свою очередь является базовым для изучения предметов «Проектирование и производство РЭС», «Конструирование РЭС», «Технология и автоматизация производства РЭС», САПР, курсового и дипломного проектирования.

В программе приведены примерные критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся по дисциплине, которые разработаны на основе десятибалльной шкалы и показателей оценки результатов учебной деятельности обучающихся в учреждениях, обеспечивающих получение среднего специального образования (постановление Министерства образования Республики Беларусь от 29 марта 2004 г. № 17).

В программе приведен примерный перечень оснащения учебного кабинета оборудованием, техническими средствами обучения, необходимыми для обеспечения образовательного процесса.

Программой предусмотрено выполнение одной обязательной контрольной работы. Тематика их определяется предметной (цикловой) комиссией учреждения образования.

## СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Цели изучения темы	Наименование и содержание разделов и тем	Результат
<b>Введение</b>		
Ознакомить с понятием информационных технологий, целями и задачами дисциплины, ее ролью и местом в системе подготовки специалиста.	Общие сведения о информационных технологиях. Цели и задачи дисциплины, ее роль и место в системе подготовки специалиста. Ознакомление со структурой и программой дисциплины.	Высказывает общие суждения о сущности информационных технологий; целях, задачах, месте и роли дисциплины в системе подготовки специалиста.
<b>РАЗДЕЛ 1 ПОНЯТИЕ И ПРИНЦИПЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ</b>		
<b>Тема 1.1 Основные понятия и определения информационных технологий</b>		
Сформировать представление об информационных технологиях, КИТ. Дать понятие о видах информации обрабатываемой в КИТ.	Подходы к определению понятия информационных технологий. Понятие о компьютерных информационных технологиях (КИТ). Виды информации обрабатываемой в КИТ.	Определяет особенности КИТ. Раскрывает особенности видов информации, обрабатываемой в КИТ.
<b>Тема 1.2 Современные программно-технические средства информационных технологий</b>		
Сформировать представление о программном и техническом обеспечении ИТ. Дать понятие о составе и направлениях развития программно-технических средств ИТ.	Понятие и состав программно-технических средств ИТ. Программное обеспечение ИТ. Аппаратное(техническое) обеспечение ИТ. Направления развития программно-технических средств ИТ.	Называет отличительные особенности и классификацию программных и технических средств ИТ; особенности их развития.
<b>Тема 1.3 Тенденции и проблемы развития информационных технологий</b>		
Сформировать понятие о основных направлениях и проблемах развития ИТ.	Основные направления развития ИТ. Проблемы в развитии ИТ.	Называет основные направления развития ИТ.

Цели изучения темы	Наименование и содержание разделов и тем	Результат
<b>РАЗДЕЛ 2 СЕТЕВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b>		
<b>Тема 2.1 Классификация и характеристика сетевых компьютерных технологий</b>		
Сформировать понятие о сетевых компьютерных технологиях, охарактеризовать виды компьютерных сетей.	Основные понятия о сетевых компьютерных технологиях (СКТ). Классификация компьютерных сетей.	Объясняет основные понятия СКТ. Классифицирует компьютерные сети.
<b>Тема 2.2 Принципы построения сетевых информационных технологий</b>		
Раскрывает понятие протокола. Характеризует основные протоколы и сервисы применяемые в сети Интернет.	Понятие протокола. Основные протоколы используемые в сети Интернет. Сервисы Интернета.	Называет основные сервисы Интернета. Описывает протоколы применяемые в сети Интернет.
Применяет основные поисковые системы для получения необходимой информации из Интернет-пространства.	<b>Лабораторная работа №1 Информационный поиск в Интернет-пространстве. Электронная почта и телеконференции в Интернете.</b>	Осуществляет поиск заданной информации в сети Интернет.
<b>РАЗДЕЛ 3 ТЕХНИЧЕСКИЕ И ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ</b>		
<b>Тема 3.1 Классификации программных средств, используемые при проектировании радиоэлектронных средств.</b>		
<b>Информационное обеспечение среды проектирования</b>		
Ознакомить с задачами решаемыми с применением КИТ. Сформировать понятие о классификации программных средств.	Виды задач решаемых при проектировании радиоэлектронных средств с применением КИТ. Классификация программных средств, используемых при проектировании радиоэлектронных средств.	Различает задачи решаемые с применением КИТ. Классифицирует программные средства и приводит примеры программ.
Ознакомить с пользовательским интерфейсом среды Proteus VSM.	<b>Лабораторная работа №2</b> Изучение пользовательского интерфейса среды Proteus	Описывает назначение основных элементов окна в среде Proteus VSM.

<b>Цели изучения темы</b>	<b>Наименование и содержание разделов и тем</b>	<b>Результат</b>
Познакомить с составом и принципами работы с содержимым библиотек Proteus.	<i>Лабораторная работа №3</i> Работа с библиотеками в Proteus	Характеризует состав библиотек, создает пользовательские библиотеки.
Обучить навыкам моделирования работы электрической схемы.	<i>Лабораторная работа №4</i> Моделирование схемы электрической принципиальной в Proteus	Выполняет моделирование работы заданной схемы.
Обучить навыкам моделирования работы электрической схемы, содержащей микроконтроллер.	<i>Лабораторная работа №5</i> Моделирование схемы электрической принципиальной с микроконтроллером в среде Proteus	Выполняет моделирование работы заданной схемы, содержащей микроконтроллер.
Познакомить с приемами работы с измерительными приборами.	<i>Лабораторная работа №6</i> Работа с измерительными приборами в среде Proteus	Применяет измерительные приборы для анализа работы схемы.
Изучить порядок создания печатной платы, принципы выполнения трассировки платы.	<i>Лабораторная работа №7</i> Создание печатной платы в среде Proteus и ее трассировка	Выполняет создание печатной платы, осуществляет трассировку печатной платы
<b>Тема 3.2 Общие сведения о системе автоматизированного проектирования (САПР). Назначение, состав и архитектура САПР</b>		
Сформировать понятия о САПР, их назначении и составе.	Понятие о САПР. Назначение, состав и архитектура САПР.	Называет назначение и состав САПР.
Ознакомить с пользовательским интерфейсом системы «Компас»	<i>Лабораторная работа №8</i> Изучение пользовательского интерфейса системы «Компас»	Описывает назначение основных элементов окна в системе «Компас».

Цели изучения темы	Наименование и содержание разделов и тем	Результат
Изучить основные линейные примитивы системы «Компас».	<i>Лабораторная работа №9</i> Построение элементарных линейных объектов	Выполняет построение двухмерных чертежей с применением линейных примитивов.
Изучить основные нелинейные примитивы системы «Компас».	<i>Лабораторная работа №10</i> Построение элементарных нелинейных объектов	Выполняет построение двухмерных чертежей с применением нелинейных примитивов.
<b>Тема 3.3. Классификация САПР</b>		
Познакомить с вариантами классификации САПР.	Классификация САПР по областям применения, по назначению.	Называет варианты классификации САПР, приводит примеры программ.
Изучить основные команды редактирования системы «Компас».	<i>Лабораторная работа №11</i> Применение команд редактирования	Выполняет построение двухмерных чертежей с применением команд редактирования.
Изучить основные команды построения 3-х мерных объектов в системе «Компас».	<i>Лабораторная работа №12</i> Построение 3-х мерных объектов (тел)	Выполняет построение 3-х мерных объектов.
Обучить принципам построения чертежей 3D объектов	<i>Лабораторная работа №13</i> Построение чертежей 3-х мерных объектов	Выполняет построение чертежей 3-х мерных объектов.
Изучить порядок построения сечений и разрезов 3-х мерных объектов	<i>Лабораторная работа №14</i> Построение сечений и разрезов 3-х мерных объектов	Выполняет построение сечений и разрезов 3-х мерных объектов.

**Тема 3.4. Общие сведения о пакетах программ автоматизированного проектирования радиоэлектронных средств. Моделирование с использованием пакета прикладных программ MathCAD.**

<p>Ознакомить с пользовательским интерфейсом системы математических расчетов MathCAD, освоить основные приемы работы.</p>	<p><i>Лабораторная работа №15</i> Изучение основных приемов работы в MathCAD</p>	<p>Выполняет организацию вычислений с применением системы математических расчетов MathCAD.</p>
<p>Изучить порядок построения графиков и диаграмм</p>	<p><i>Лабораторная работа №16</i> Построение графиков и диаграмм в MathCAD</p>	<p>Выполняет построение графиков и диаграмм в MathCAD.</p>
<p><b>РАЗДЕЛ 4. Защита деловой информации</b></p>		
<p>Сформировать понятия о основных видах угроз для деловой документации и способах защиты от них.</p>	<p>Понятие о деловой документации. Основные виды угроз для деловой документации. Способы защиты деловой документации.</p>	<p>Характеризует основные виды угроз и варианты защиты от них.</p>

**Оценка результатов учебной деятельности учащихся  
по 10-балльной шкале**

<b>Отметка в баллах</b>	<b>Показатели для оценки</b>
1	2
1 (один)	<p>Узнает отдельные объекты изучения учебного материала. Высказывает общие суждения о ИТ, пакетах прикладных программ, используемых в ИТ. Припоминает основные определения, используемые при изучении ИТ.</p> <p>Наличие многочисленных существенных ошибок, отдельные из которых не устраняются даже с помощью преподавателя; отсутствие устойчивого интереса к изучению предмета.</p>
2 (два)	<p>Различает объекты изучения программного материала, предъявленные в готовом виде. Называет пакеты изучаемых прикладных программ.</p> <p>Наличие существенных ошибок, устраняемых с помощью преподавателя; стремление к преодолению затруднений; ситуационное проявление ответственности, самокритичности.</p>
3 (три)	<p>Воспроизводит часть программного материала по памяти. Называет протоколы и сервисы Интернета. Перечисляет виды программного обеспечения. Имеет общие представления о программах, используемых при проектировании радиоэлектронных средств.</p>
4 (четыре)	<p>Недостаточно осознанное воспроизведение большей части учебного материала. Высказывает общее суждение о видах обеспечения ИТ. Наличие единичных существенных ошибок, устраняемых с помощью преподавателя; проявление волевых усилий, интереса к учению, адекватность самооценки, проявление самостоятельности, осмысленности.</p>
5 (пять)	<p>Осознанно воспроизводит большую часть основного материала. Характеризует протоколы Интернет. Выполняет элементарные задания в программах Компас и Proteus.</p> <p>Наличие несущественных ошибок, устраняемых при ответе на дополнительные вопросы преподавателя; заинтересованность в учении и достижении результата.</p>
6 (шесть)	<p>Полное знание и осознанное воспроизведение всего программного материала.</p> <p>Недостаточно самостоятельно выполняет задания по проектированию и разработке принципиальных схем и печатных плат, а также по разработке сложных объектов конструирования в программах Компас и Proteus.</p> <p>Наличие отдельных несущественных ошибок, устраняемых при ответе на дополнительные вопросы преподавателя; настойчивость и стремление преодолеть затруднения; ситуационное стремление к творчеству.</p>

7 (семь)	<p>Полное, прочное знание программного учебного материала. Недостаточно самостоятельно выполняет задания по проектированию и разработке принципиальных схем и печатных плат, а также по разработке сложных объектов конструирования в программах Компас и Proteus.</p> <p>Наличие единичных несущественных ошибок, устраняемых при ответе на дополнительные вопросы преподавателя; проявление стремления к творческому переносу знаний; устойчивое стремление к организованности, самокритичности, рефлексии.</p>
8 (восемь)	<p>Полное, прочное, глубокое, системное знание программного учебного материала. Применяет знания при разработке сложных чертежей и печатных плат. Оперировать программным материалом. Самостоятельно выполняет задания по проектированию и разработке схем, печатных плат используя прикладные программы Компас и Proteus.</p> <p>Наличие единичных несущественных ошибок, устраняемых самостоятельно; проявление добросовестности, ответственности, самооценки.</p>
9 (девять)	<p>Полное, прочное, глубокое, системное знание программного учебного материала. Применяет знания при разработке сложных чертежей и печатных плат. Оперировать программным материалом. Разрабатывает схемы и печатные платы. Преобразовывает чертежи до стандарта ЕСКД, используя программы Компас и Proteus. Выполняет задания творческого характера.</p> <p>Высокий уровень самостоятельности и эрудиции.</p>
10 (десять)	<p>Свободное оперирование материалом в области систем автоматизированного проектирования. Описывает возможности современных графических систем. Применяет различные графические системы при разработке печатных плат и технологических процессов. Ориентируется в новых достижениях техники и технологий. Самостоятельно выполняет проектирование печатных плат, конструирует сложные объекты в программе (по выбору учащегося).</p> <p>Проявляет целеустремленность, ответственность, познавательную активность, творческое отношение к учению.</p>

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 PROTEUS VCM Максимов А.
- 2 ISIS Руководство пользователя Labcenter Electronics 2002
- 3 PROTEUS VSM Руководство пользователя Labcenter Electronics 2002
- 4 КОМПАС 3D V7 Кудрявцев Е.М. ДМК Пресс, 2005
- 5 КОМПАС 3D V9 Руководство пользователя АСКОН, 2007
- 6 Информатика базовый курс п/р Симоновича С-Пт: Питер 2000

### **Оборудование:**

ПЭВМ – 16 шт.  
Проектор – 1шт.  
Экран – 1шт.

## Методические рекомендации по работе в интегрированной системе КОМПАС-3D

### Основные виды современной компьютерной графики

На рисунке 1 показаны основные виды современной компьютерной графики.



Рис.1

**Векторное изображение** представляется в виде совокупности отрезков прямых (векторов), а не точек, которые применяются в растровых изображениях.

Основные преимущества векторного принципа формирования изображений перед растровым состоят в следующем:

- файлы векторных изображений имеют гораздо меньший размер, чем растровых;
- печать векторных изображений осуществляется быстрее;
- масштабирование и трансформация векторных изображений не сопряжены с ограничениями и потерей качества изображения. Наиболее популярными графическими программами, предназначенными для обработки векторных изображений, являются Adobe Illustrator, CorelDRAW, КОМПАС-ГРАФИК, Flash, AutoCad и др.

**Растровое изображение** состоит из точек (пикселей). Параметры каждой точки (координаты, интенсивность, цвет) описываются в файле. Отсюда — такие огромные размеры файлов, содержащих растровые изображения, особенно если последние характеризуются высокой разрешающей способностью. Растровые изображения - это блок данных, содержащий информацию о цвете каждого пикселя на экране. Т.к. изображение напрямую связано с графическими режимами, в которых они отображаются, то они, как и последние, делятся по количеству бит на пиксель. Все изображения делятся на **черно-белые** и **цветные**.

**Фрактальная графика.** Обеспечивает автоматическое форматирование изображений путём использования различных математических расчётов. То есть необходимое изображение формируется не методами рисования или сканирования, а путём программирования. Фрактальную графику часто используют для создания развлекательных программ.

В настоящее время зарубежные и отечественные разработчики программных продуктов предлагают пользователям большое количество различных прикладных графических программ, отличающихся как своими возможностями, так и стоимостью. Среди систем российских разработчиков наиболее удобна и широко используется как в промышленности, так и в образовании CAD/CAM/CAE/PDM система «КОМПАС»-3D V7, изложению приемов работы в данной программе посвящено это учебное пособие.

Система КОМПАС-3D V7 предназначена для автоматизации проектно-конструкторских работ в различных отраслях деятельности. Она может успешно использоваться в машиностроении и приборостроении, архитектуре и строительстве, то есть везде, где необходимо разрабатывать и выпускать чертежную документацию. КОМПАС-3D V7 разработан специально для операционной среды Windows фирмой АСКОН, которая занимает ведущее место среди разработчиков пакетов программ, автоматизирующих конструкторскую деятельность.

Система включает в себя:

1. Параметрическую чертежно-конструкторскую систему КОМПАС-ГРАФИК с большим количеством приложений;
2. Систему трехмерного твердотельного проектирования КОМПАС-3D;
3. Систему проектирования технологических процессов АВТОПРОЕКТ;
4. Различные модули (библиотеки), т.е. дополнительные программы для выполнения специализированных задач (расчет и вычерчивание зубчатых, резьбовых и других соединений, различных схем и т.д.).

Система КОМПАС-3D V7 позволяет разрабатывать шесть видов документов:

- **Сборка** - это электронный документ, позволяющий выполнять в аксонометрии сборочные единицы из твердотельных деталей. Файл документа **Сборка** имеет расширение \*.a3d.
- **Деталь** - это электронный документ, позволяющий создавать твердотельные модели. Файл документа **Деталь** имеет расширение \*.m3d.
- **Лист** - это электронный лист чертежа, оформленный в соответствии с ГОСТ 2.104-68. **Чертеж** в КОМПАСе — это документ, который может включать в себя произвольное количество видов (под видом понимается проекция, выносной разрез или сечение либо другое изображение), технические требования, рамку и основную надпись (штамп), а также различные специальные обозначения (шероховатости, сварных швов, допусков) и т.д. Для каждого вида можно задавать собственный масштаб (например, основные проекции могут выполняться в масштабе 1:2, а выносное сечение — в масштабе 4:1). Файл документа **Лист** имеет расширение \*.cdw.
- **Фрагмент** - это чистый электронный лист без рамок, на котором выполняются графические работы, т.е. **Фрагмент** отличается от чертежа отсутствием объектов оформления. Фрагмент подходит для хранения изображений, которые не нужно оформлять как лист чертежа (эскизные прорисовки, разработки и т.д.). Кроме того, во фрагментах удобно сохранять созданные типовые решения и конструкции для последующего использования в других документах. Таким образом, фрагмент можно сравнить с чертежом,

у которого имеется всего один вид в масштабе 1:1, а все объекты оформления чертежа (рамка и штамп, технические требования, неуказанная шероховатость) отсутствуют. Фрагменты очень удобны для обмена геометрической информацией между различными чертежами, а также для сохранения типичных конструктивных решений, которые по каким-либо причинам неудобно оформлять в виде законченного чертежа. Файл документа **Фрагмент** имеет расширение \*.frw.

- **Текстовый документ** - это электронный лист, оформленный в соответствии с ГОСТ 2.104-68 с основной надписью для текстовых конструкторских документов. **Текстово-графический документ** может состоять из произвольного количества страниц текста, сопровождающихся иллюстрациями в формате чертежей или фрагментов КОМПАС. Для удобной работы с текстово-графическими документами в состав КОМПАС включен мощный текстовый редактор, все его возможности доступны и при обычном вводе текстовых надписей на поле чертежа, а также при создании технических требований. Файл **Конструкторский документ** имеет расширение \*.kdw.
- **Спецификация** - это электронный документ, оформленный в соответствии с ГОСТ 2.108-68. Файл документа **Спецификация** имеет расширение \*.csw

## **ВХОД С СИСТЕМУ «КОМПАС-3D V7 Plus»**

После включения персонального компьютера (ПК) происходит загрузка и настройка операционной системы Windows, назначение которой – управление работой компьютера, и на экране изображается **рабочий стол**, где располагается ярлыки программ (рис.1)

При работе основным устройством указания является мышь. Основной функцией мыши является управление указателем мыши – **курсором**. Левая и правая кнопка служат для разных целей:

- **Щелчок левой клавишей мыши** – ввод информации в память компьютера;
- **Щелчок правой кнопкой** – вызов контекстного меню, показывающего возможности управления выполняемой в данной момент операцией.

Основной функцией мыши является управление указателем мыши – курсором. **Курсор** используется для выбора и активизации объектов на экране, работы с пунктами меню, размещения и выделения текста и т.д. Основные приемы, которые используются при работе с мышью, описаны таблице №1.

Прием	Последовательность действий
Щелкнуть	Быстро нажать и отпустить кнопку мыши
Дважды щелкнуть	Дважды быстро нажать и отпустить кнопку мыши
Перетащить	Переместить курсор, перемещая мышь с нажатой кнопкой
Перетащить и отпустить	Подвести курсор мыши к объекту, нажать кнопку мыши, перетащить курсор отпустить нажатую кнопку.
Указать	Подвести курсор мыши к объекту, нажать и отпустить кнопку мыши.

### Войти в «КОМПАС» можно несколькими способами:

1. Нажать на кнопку «Пуск» на рабочем столе, появится Главное меню операционной системы Windows, в котором следует выбрать строку **Программы**. В раскрывшемся подменю выбрать строку **АСКОН – КОМПАС-3D V7 Plus** и сделать двойной щелчок левой кнопкой мыши на ярлыке системы.

2. Сделать двойной щелчок на ярлыке системы , расположенном на рабочем столе (рис.1).

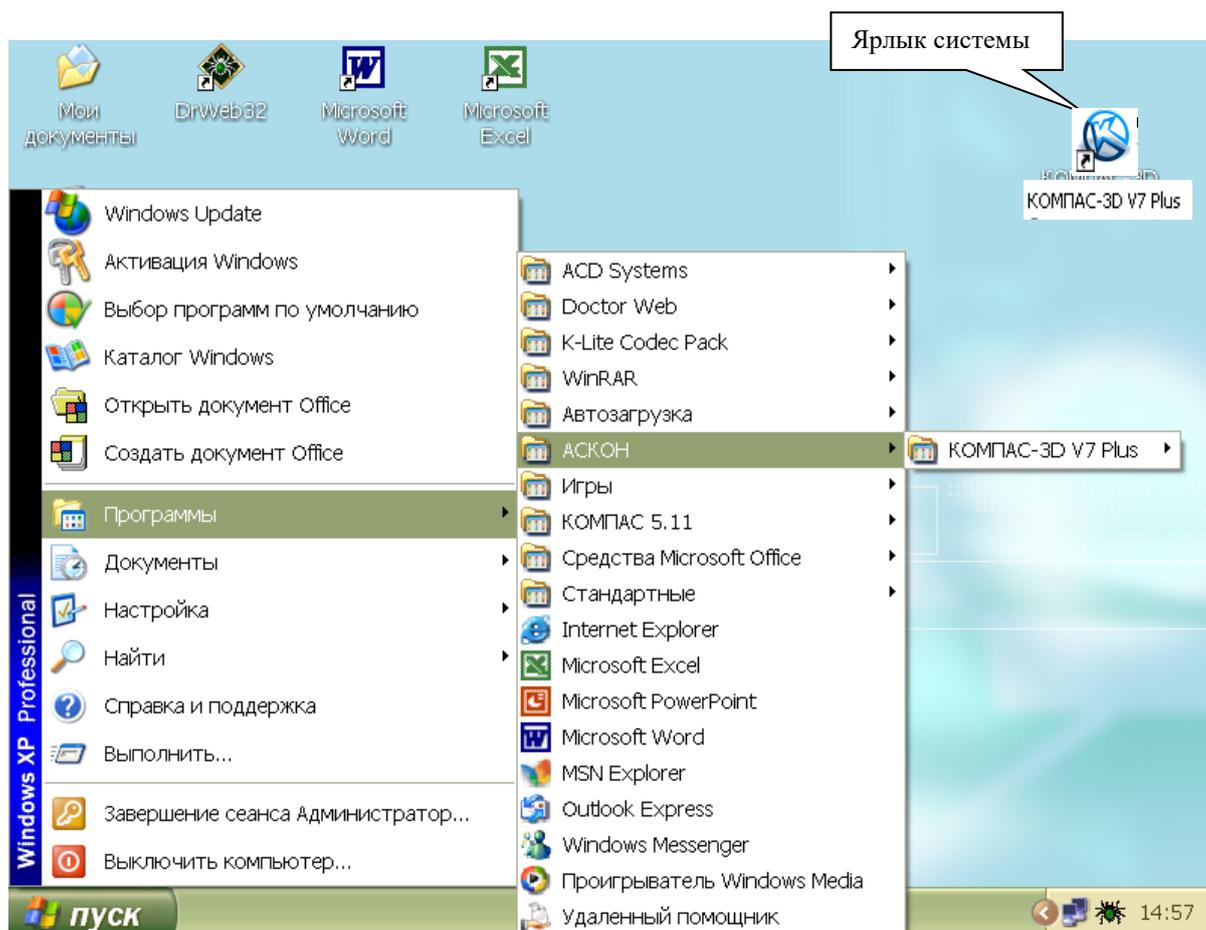


Рис.1 Рабочий стол

После запуска системы «Компас» на экране отобразится главное окно системы, на котором представлены элементы управления системой (рис.2).

**Строка главного меню** системы расположена в верхней части программного окна, сразу под строкой заголовка – названия системы: **КОМПАС-3D V7 Plus**. В ней расположены все основные меню системы. В каждом из меню хранятся связанные с ним команды.

**Панель управления** расположена в верхней части окна системы под строкой главного меню. В ней собраны команды, которые наиболее часто употребляются при работе с системой.

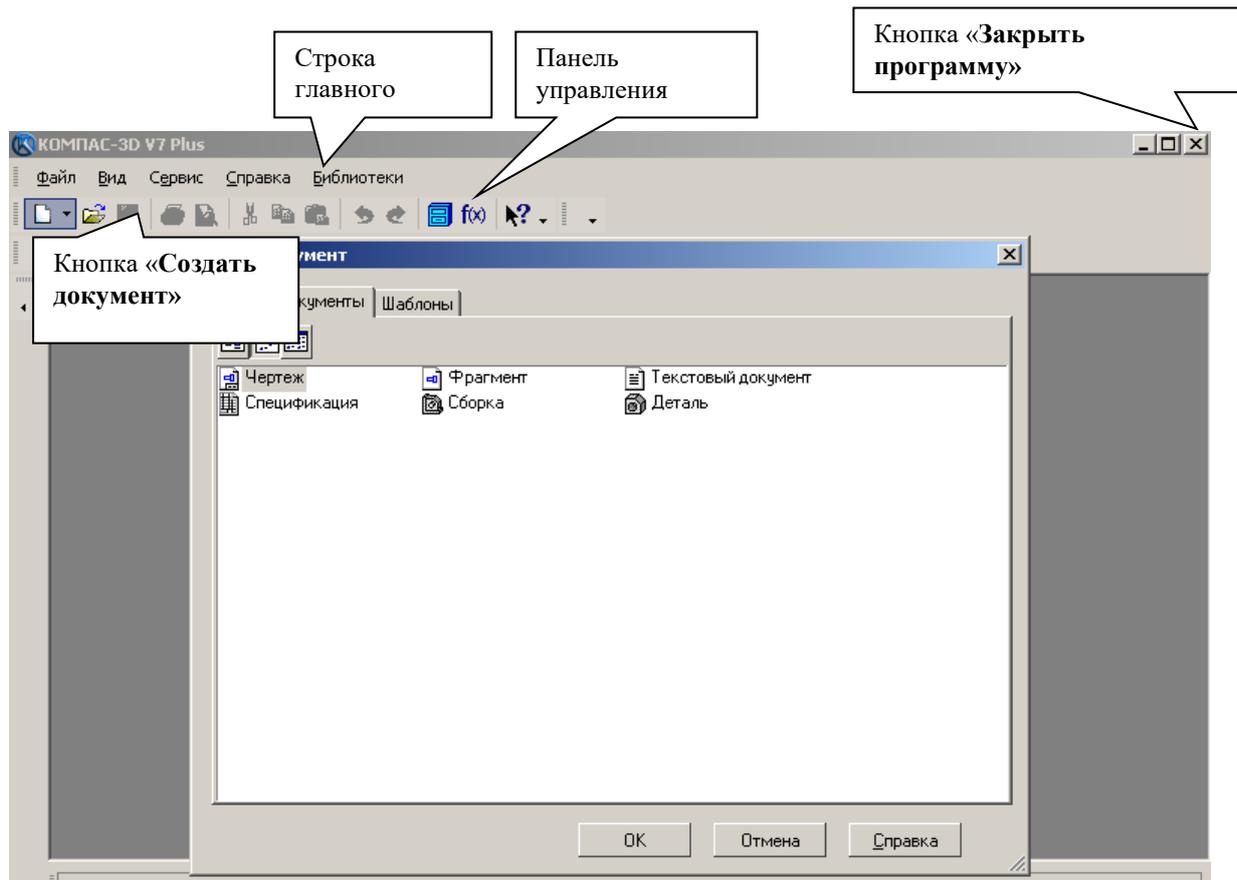


Рис.2

Чтобы **выйти из системы** при окончании работы после сохранения чертежа в памяти компьютера, можно:

- 1) Щелкнуть по кнопке «**Закреть программу**» в верхнем правом углу экрана (рис.2);
- 2) При помощи меню **Файл→Выход**;
- 3) Набором с клавиатуры **Alt – F4**.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОМОЩИ**

При возникновении затруднительных ситуаций во время работы с системой вы можете быстро получить необходимую справочную информацию следующими способами:

- Нажимая клавишу **F1**
- Вызывая команду на странице меню Справка 
- Нажимая кнопку на панели управления . Эта подсказка по объектам рабочего экрана, т.е. необходимо также указать нужный объект.
- С помощью ярлычков-подсказок, для появления которых подведите курсор к интересующей вас кнопке и задержите на некоторое время.

## СОЗДАНИЕ ЛИСТА ЧЕРТЕЖА

Для вывода на экран нового листа чертежа нужно щелкнуть по кнопке «Создать документ», откроется окно «Новый документ», в котором следует щелкнуть по кнопке «Чертеж» (рис.2). На экране появится лист формата А4, расположенный вертикально (рис.3).

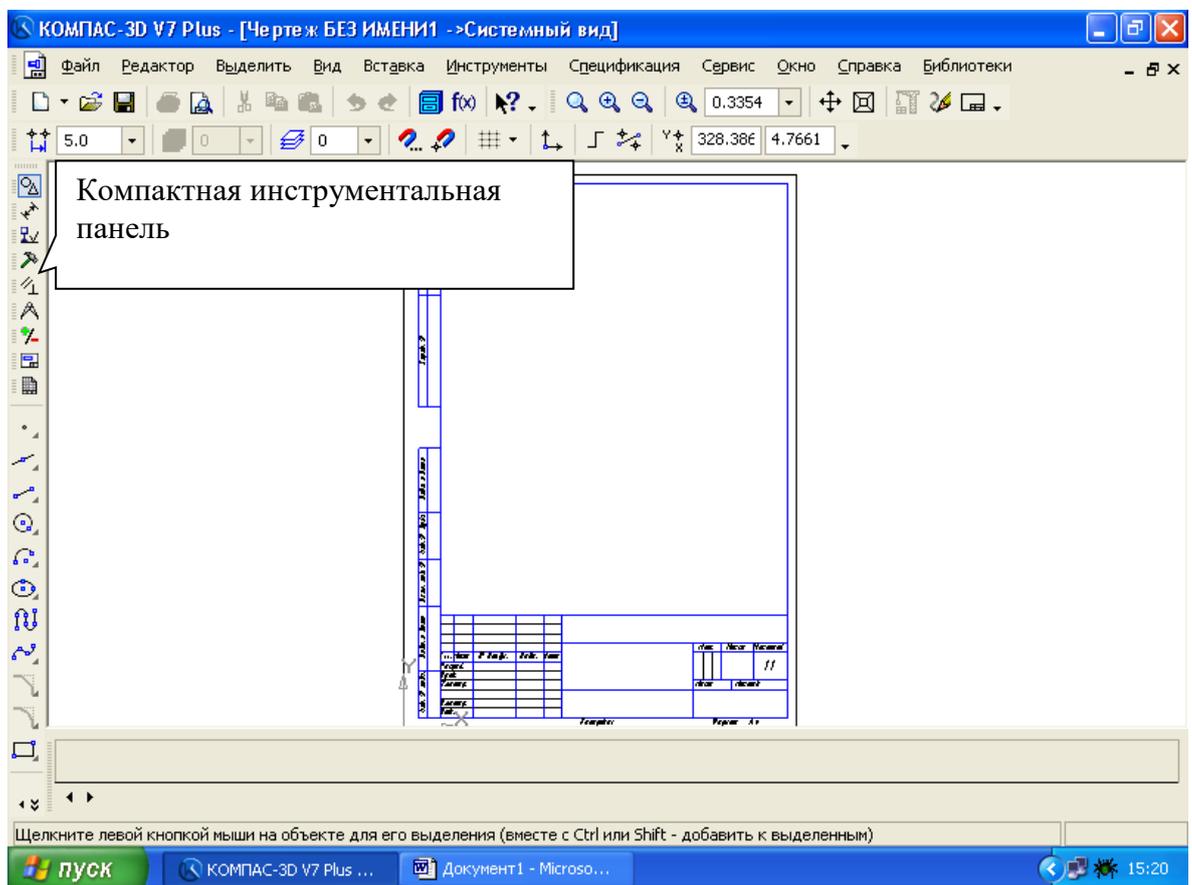


Рис.3 Создание листа чертежа

Если щелкнуть по закладке «Шаблоны», то из имеющегося перечня можно вывести на экран листы чертежа различных форматов (рис.4). **Шаблон** – это созданная ранее заготовка документа, содержащая оформление, настройки, объекты и т.д.

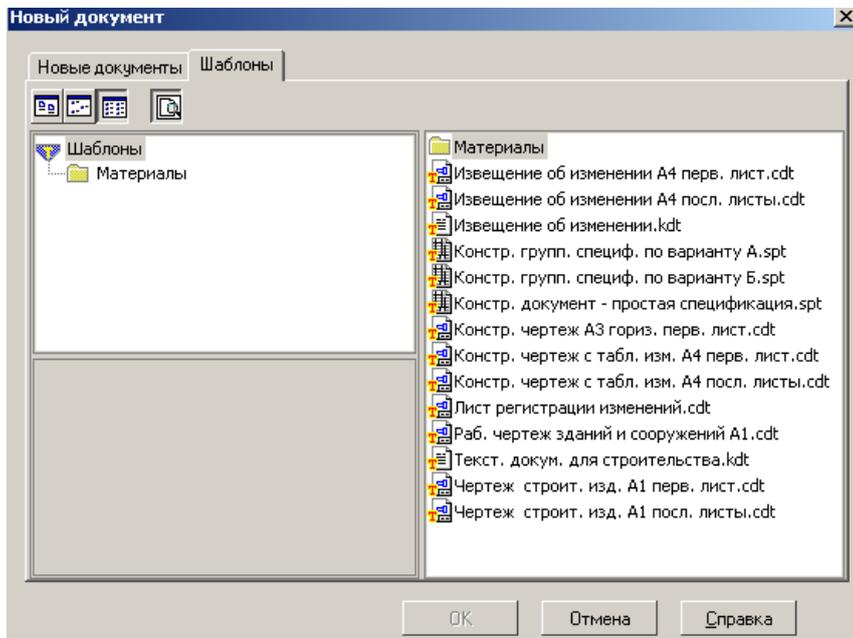


Рис.4 Окно меню «Шаблоны»

## КНОПКИ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ ОКНА ДОКУМЕНТА

Система **КОМПАС-3D V7 Plus** позволяет работать одновременно с несколькими чертежами одновременно, при этом на экране может, например, полностью быть показан один из листов, а другие будут свернуты в виде кнопок, расположенных внизу экрана. Чтобы свернуть лист чертежа, нажмите на кнопку «Свернуть», показанную на рис.5.

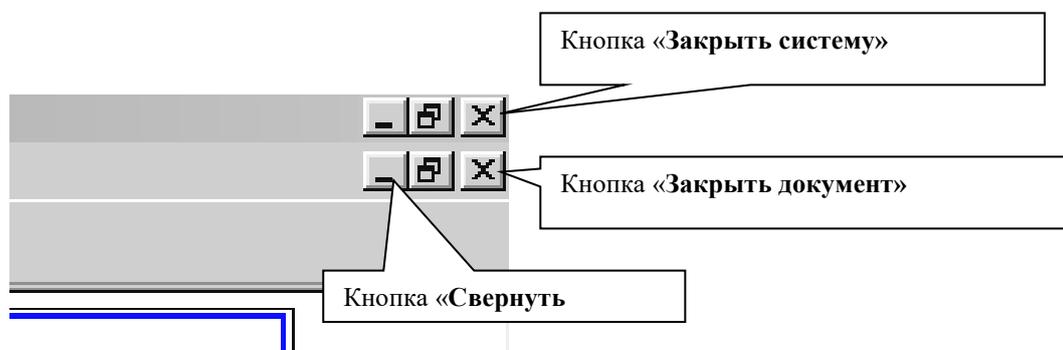


Рис.5 Кнопки управления состоянием окна

Для того чтобы восстановить чертеж из свернутого до кнопки состояния, можно или два раза щелкнуть по названию кнопки, или щелкнуть по пункту «Развернуть»



Рис.6

По окончании работы над чертежом окно документа закрывается с помощью кнопки «Закреть документ» (рис. 5 и 6).

## ВЫВОД НА ЭКРАН СОХРАНЕННЫХ В ПАМЯТИ КОМПЬЮТЕРА ЧЕРТЕЖЕЙ

Открытие сохраненных документов возможно следующими способами:

1. При помощи меню **Файл → Открыть**

2. При помощи кнопки «Открыть»  панели инструментов.

В обоих случаях открывается окно для выбора открываемых файлов чертежей (рис.7).

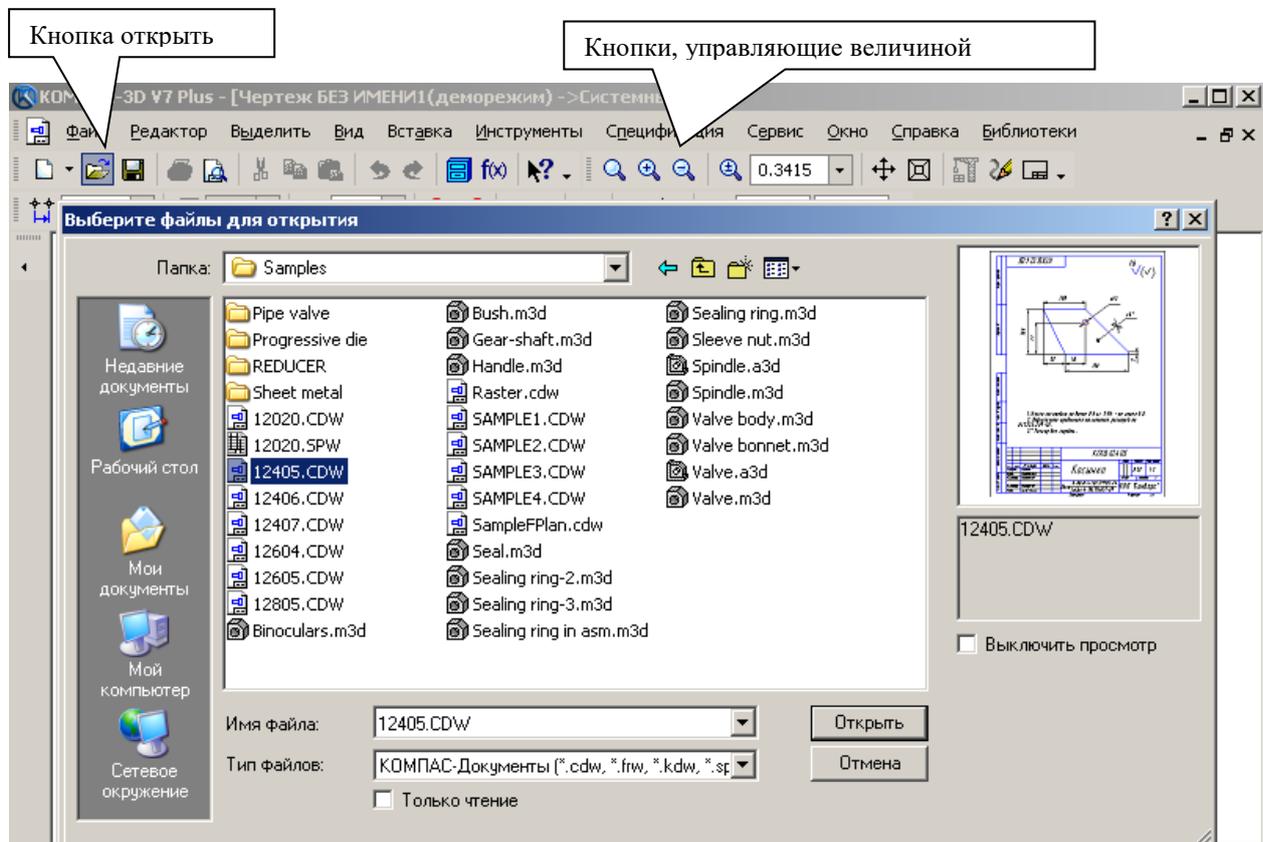


Рис.7 Открытие файлов сохраненных чертежей

## ИЗМЕНЕНИЕ РАЗМЕРА ИЗОБРАЖЕНИЯ

Для изменения размера изображения только на экране рассмотрим несколько кнопок панели управления системы КОМПАС, используемых для этих целей (рис.7):

«Увеличить масштаб рамкой» - кнопка для увеличения части экрана до размеров экрана рамкой, заданной двумя точками по диагонали. После вызова команды внешний вид курсора изменится: он превратится в перекрестье. Укажите первый угол, затем перемещайте курсор для

достижения нужного размера рамки. На экране будет отображаться фантом рамки. Укажите второй угол рамки. Масштаб изображения увеличится так, чтобы область, ограниченная рамкой, полностью умещалась в окне документа.

 **«Увеличить масштаб»** - кнопка позволяет увеличить масштаб изображения в активном окне в определенное количество раз, установленное по умолчанию в настройках системы.

 **«Уменьшить масштаб»** - кнопка для уменьшения масштаба изображения на экране.

 **«Сдвинуть»** - кнопка для перемещения электронного чертежа по экрану при перемещении курсора по экрану. После вызова команды курсор меняет свою форму на четырехстороннюю стрелку.

 **«Приблизить/отдалить»** - кнопка для увеличения или уменьшения изображения на экране, позволяющая плавно менять масштаб, приближая или отдаляя изображение. Для этого нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перемещайте курсор в вертикальном направлении. При движении курсора вверх изображение будет плавно увеличиваться, в обратном направлении - уменьшаться. Центром панорамирования является точка, в которой была нажата левая кнопка мыши. Если Вы пользуетесь мышью с колесом, то для панорамирования изображения вращайте колесо мыши.

 **«Обновить изображение»** - кнопка для перерисовки чертежа и удаления "мусора" с поля чертежа.

 **«Показать все»** - кнопка для вывода на экран всего чертежа или всех изображений фрагмента.

## **ВЫБОР ФОРМАТА ЧЕРТЕЖА**

Государственный стандарт 2.301-68 устанавливает основные форматы листов чертежей, определяемые размерами внешней рамки.

Обозначение формата	A0	A1	A2	A3	A4
Размеры сторон формата, мм	841x1189	594x841	420x594	297x420	210x297

Формат А4 может располагаться только вертикально, все другие форматы можно располагать как вертикально, так и горизонтально.

Для выбора необходимого для чертежа формата необходимо выполнить следующие действия:

1. Вызвать команды **Сервис – Параметры...- Текущий чертеж - Параметры листа – Формат** (рис.8 и 9).

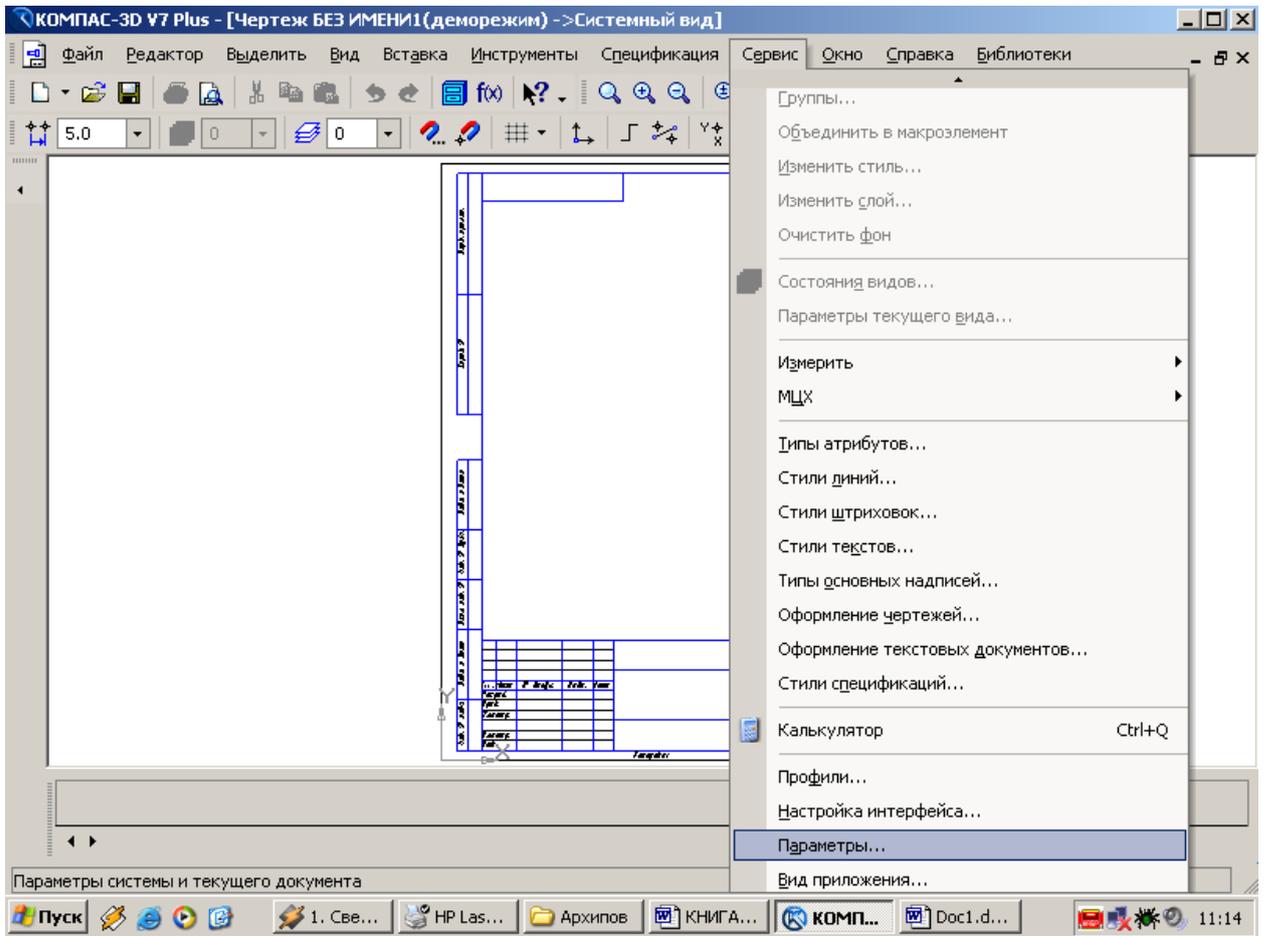


Рис.8 Выбор формата

С помощью окна, изображенного на рис.8, выбирается необходимый формат и его ориентация.

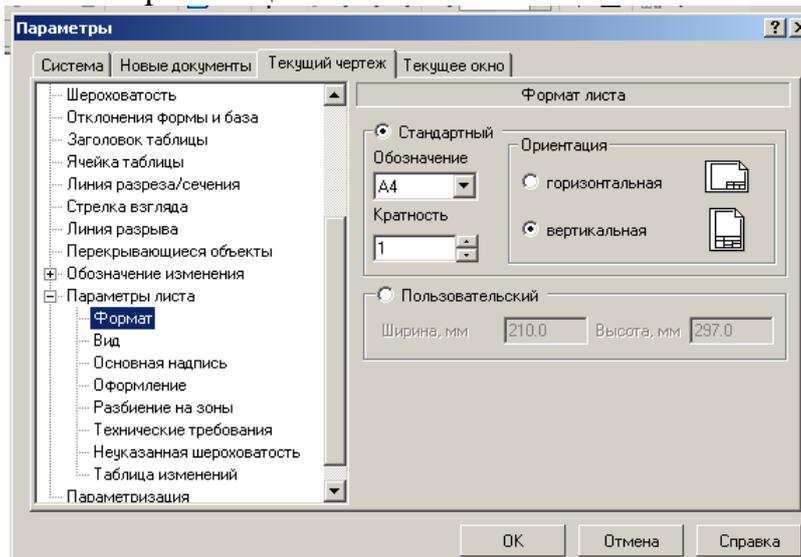


Рис.9 Выбор формата чертежа и его ориентации

## ЗАПОЛНЕНИЕ ОСНОВНОЙ НАДПИСИ

Основная надпись появляется и размещается на чертеже автоматически. Для перехода в режим заполнения основной надписи можно выполнить одно из следующих действий:

1. Двойной щелчок левой кнопкой мыши в любом месте основной надписи;
2. Вызвать команду **Вставка – Основная надпись**.

В режиме заполнения основной надписи ее вид изменится – границы ячеек выделяются штриховыми линиями (рис.10).

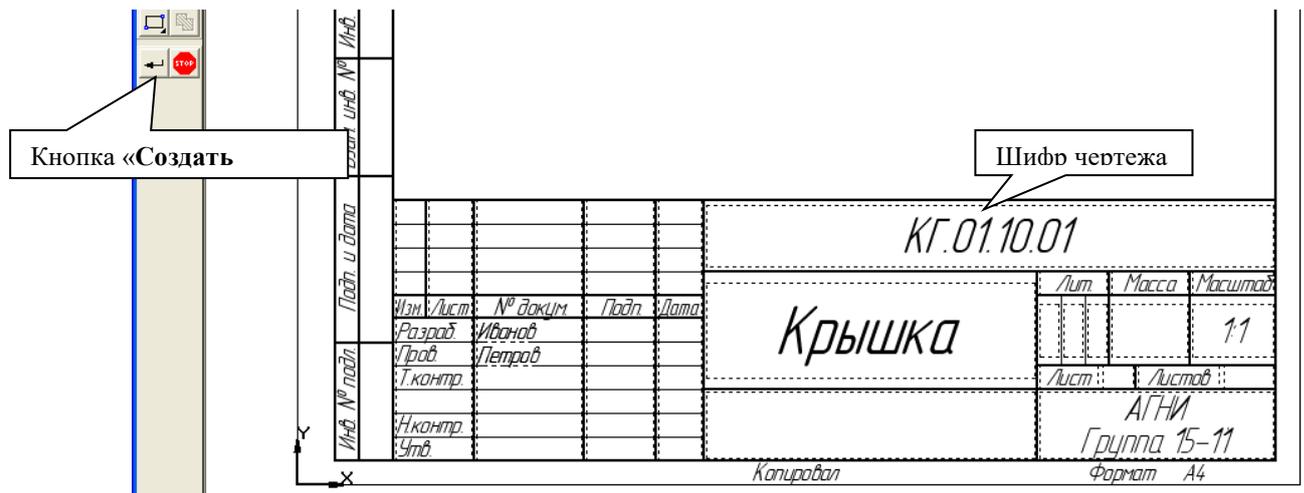


Рис.10 Заполнение основной надписи

**Шифр чертежа** включает в себя следующие разделы:

- КГ** – название дисциплины;
- 01** – порядковый номер лабораторной работы;
- 10** – индивидуальный номер варианта выполняемой работы;
- 01** – порядковый номер чертежа.

Заполнив все графы, нажмите кнопку  **Создать объект** для сохранения в памяти компьютера сделанных записей и выхода из режима заполнения основной надписи.

## СОХРАНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Сохранить вычерченные чертежи можно:

- при помощи меню **Файл→Сохранить**

или

- при помощи кнопки  панели инструментов.

В открывшемся окне (рис.11) создайте новую папку. **Папка** – это каталог для хранения однотипных файлов (документов), имеющий определенное имя, где будут храниться все вычерченные в процессе обучения ваши чертежи. Папке присвойте имя (свою фамилию) и сохраните в ней свой чертеж.

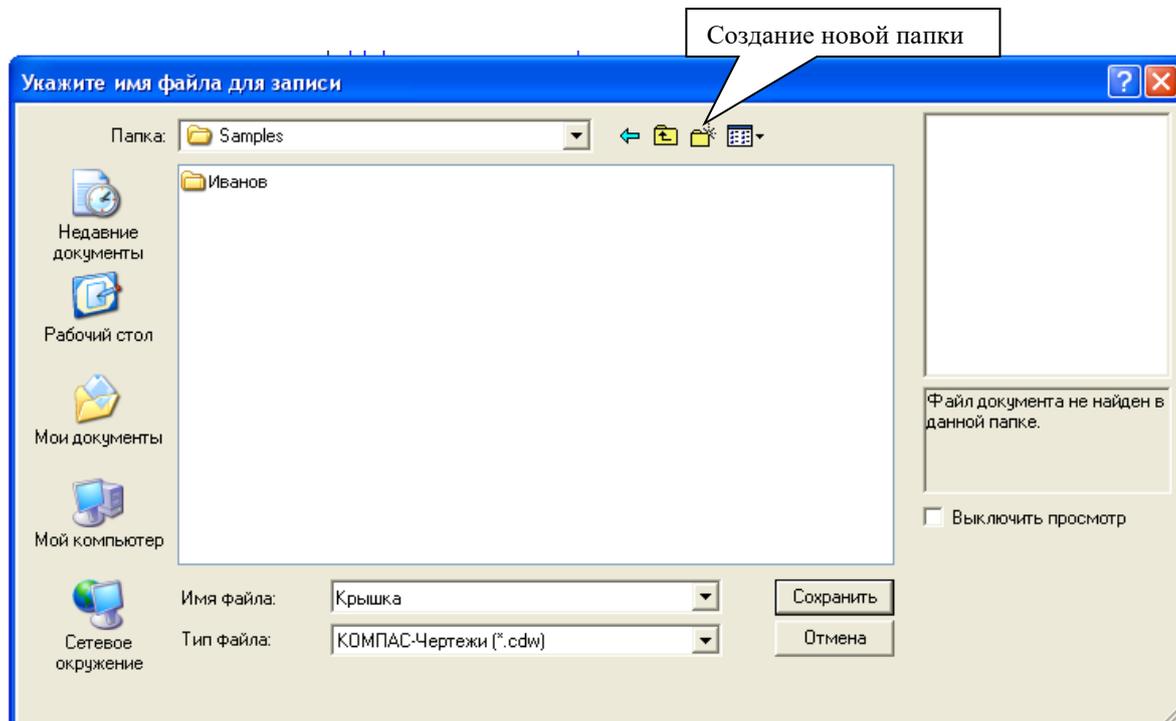


Рис. 11 Сохранение чертежей

## ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ ПАНЕЛИ

На **Компактной панели** (рис.12) располагаются кнопки переключения для вызова **Инструментальных панелей**, содержащих кнопки вызова различных команд.



Рис.12 Компактная панель

Расположение и состав необходимых кнопок панелей выбирается пользователем самостоятельно в зависимости от вида выполняемых работ.

На инструментальной панели **Геометрия** (рис.13) расположены кнопки вызова команд для построения геометрических объектов. Для включения отображения ее на экране служит команда **Вид - Панели инструментов - Геометрия**.

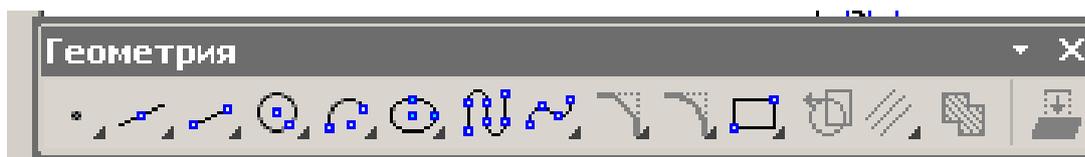


Рис. 13 Инструментальная панель **Геометрия**

Инструментальная панель, на которой расположены кнопки вызова команд для простановки размеров, называется **Размеры** (рис.14). Для включения отображения ее на экране служит команда **Вид - Панели инструментов – Размеры**.

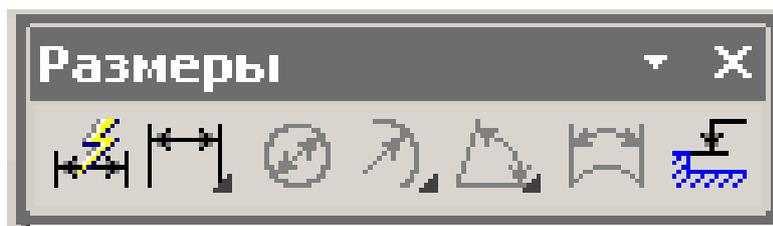


Рис.14 Инструментальная панель **Размеры**

**Редактирование** – инструментальная панель, на которой расположены кнопки вызова команд редактирования (изменения, исправления) геометрических объектов (рис.15).



Рис.15 Инструментальная панель **Редактирование**

На инструментальной панели **Обозначения** (рис.16) расположены кнопки вызова команд простановки различных обозначений (разрезов, сечений, видов, шероховатостей и т.д.).



Рис.16 Инструментальная панель **Обозначения**

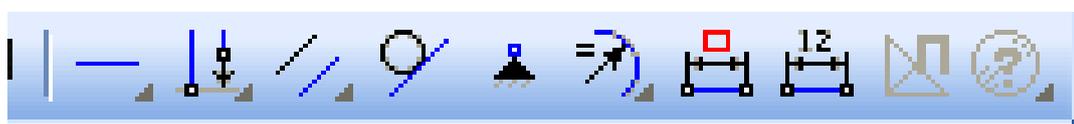


Рис.17 Инструментальная панель **Параметризация**

Панель (рис.17), на которой расположены кнопки для вызова команд наложения связей и ограничений на геометрические объекты, называется **Параметризация**.



Рис.18 Инструментальная панель **Измерения**

На инструментальной панели **Измерения** расположены кнопки вызова команд различных измерений (рис.18).

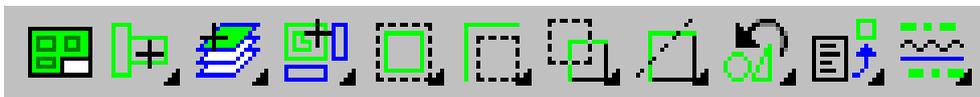


Рис.19 Инструментальная панель **Выделение**

Инструментальная панель (рис.19), на которой расположены кнопки для вызова команд выделения объектов графических документов, называется **Выделение**.

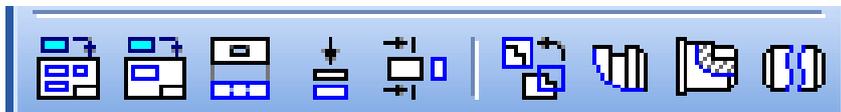


Рис. 20 Инструментальная панель **Ассоциативные виды**

На панели **Ассоциативные виды** расположены кнопки вызова команд для создания видов (рис.20).

### **ПРИЕМЫ ПОСТРОЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

К основным геометрическим объектам в системе КОМПАС относятся:

- точки;
- прямые;
- отрезки;
- окружности;
- дуги;
- многоугольники;
- штриховки.

Кнопки для вызова команд вычерчивания перечисленных геометрических объектов расположены на панели **Геометрия** (рис.21).

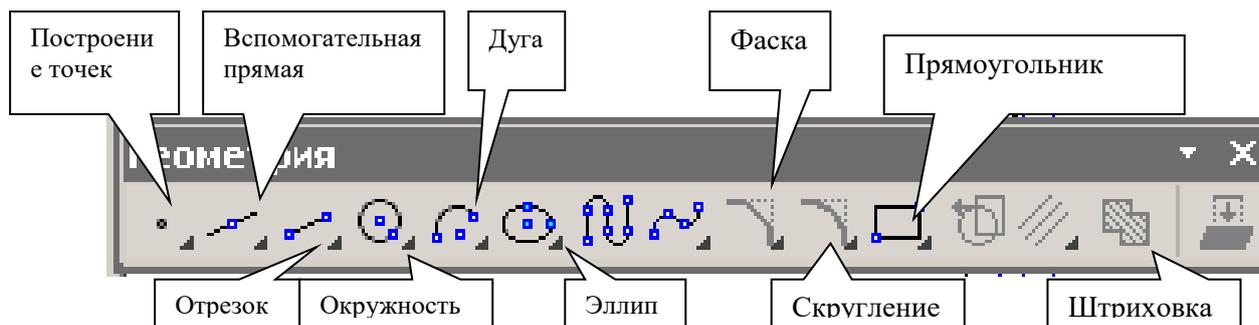


Рис.21 Панель Геометрия

## ВЫЧЕРЧИВАНИЕ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ПРЯМЫХ

Расширенная панель **Вспомогательные прямые** на инструментальной панели **Геометрия** позволяет построить различным образом расположенные вспомогательные прямые, используемые для предварительных построений (рис. 22).



Рис.22 Расширенная панель Вспомогательная прямая

Черный треугольник в углу кнопки показывает, что кнопка разворачивается, т.е. имеется расширенная панель. Возможно построение:

1. Вспомогательной прямой в указанной точке по углу ее наклона;
2. Горизонтальной вспомогательной прямой в указанной точке;
3. Вертикальной прямой;
4. Вспомогательных прямых, параллельных указанной линии;
5. Вспомогательной прямой, перпендикулярной к указанной линии;
6. Различных вспомогательных касательных линий;
7. Биссектрисы угла.

Для переключения между кнопками расширенной панели следует несколько секунд, не отпуская, задержать курсор на одной из кнопок.

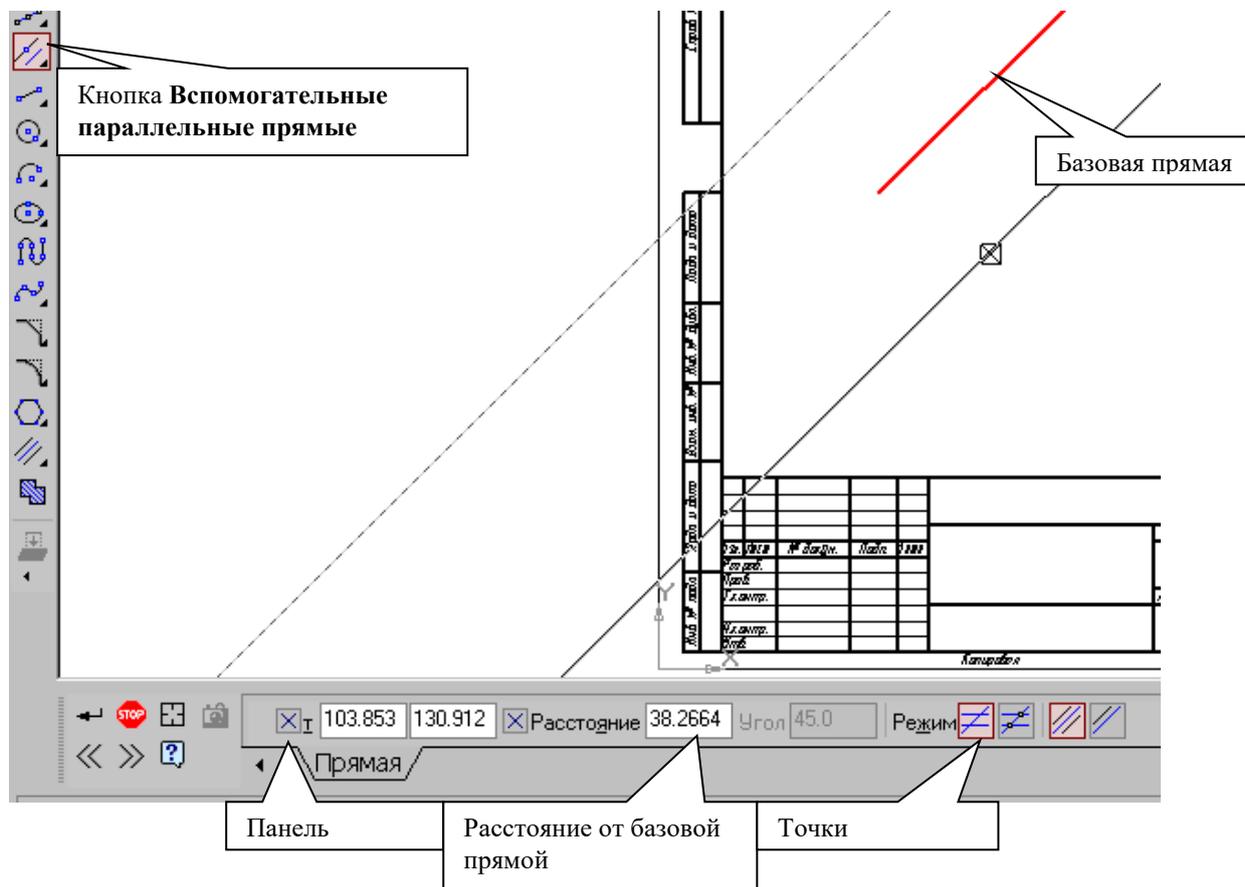


Рис.23 Построение вспомогательных параллельных прямых

Для построения **параллельных вспомогательных прямых** (используется кнопка ) следует курсором-ловушкой, появившемся на экране после включения кнопки **Параллельная прямая**, указать базовый объект, параллельно которому будут строиться вспомогательные прямые. Чтобы задать расстояние от базового объекта до параллельной прямой, введите нужное значение в поле **Расстояние** на **Панели свойств** (рис.23) или укажите точку, через которую должна пройти прямая. Если требуется показать **точки пересечения** вспомогательной прямой со всеми графическими объектами, используется переключатель **Режим**  **Точки пересечения**, расположенный на **Панели свойств**.

По умолчанию система предлагает фантомы двух прямых, расположенных на заданном расстоянии по обе стороны от базового объекта.

Управление количеством прямых производится с помощью переключателя  **Количество прямых** на **Панели свойств**.

Вы можете зафиксировать одну из них или обе, щелкая мышью на нужном фантоме либо нажимая кнопку  **Создать объект** на **Панели специального управления**.

**Панель специального управления** (рис.24) – появляется только после вызова какой-либо команды и позволяет редактировать процесс выполнения этой команды:



Рис.24 Панель специального управления

Если была допущена ошибка в построениях, то кнопка  **Отменить/Повторить** позволяет отменить (вернуть) предыдущее действие пользователя, если это возможно.

Для выхода из команды нажмите кнопку  **Прервать команду** на Панели специального управления или клавишу <Esc>.

### ВЫЧЕРЧИВАНИЕ ОТРЕЗКА

Чтобы построить отрезок, следует нажать на кнопку **Отрезок** панели **Геометрия** (рис.20). На **Панели свойств** внизу экрана можно задать длину отрезка, угол его наклона и стиль.

### СТИЛИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Геометрические объекты можно вычерчивать различными по стилю линиями – тонкими, сплошными основными, штриховыми и т.д. Стиль выбирается из списка, расположенного на **Панели свойств** внизу экрана (рис.25).

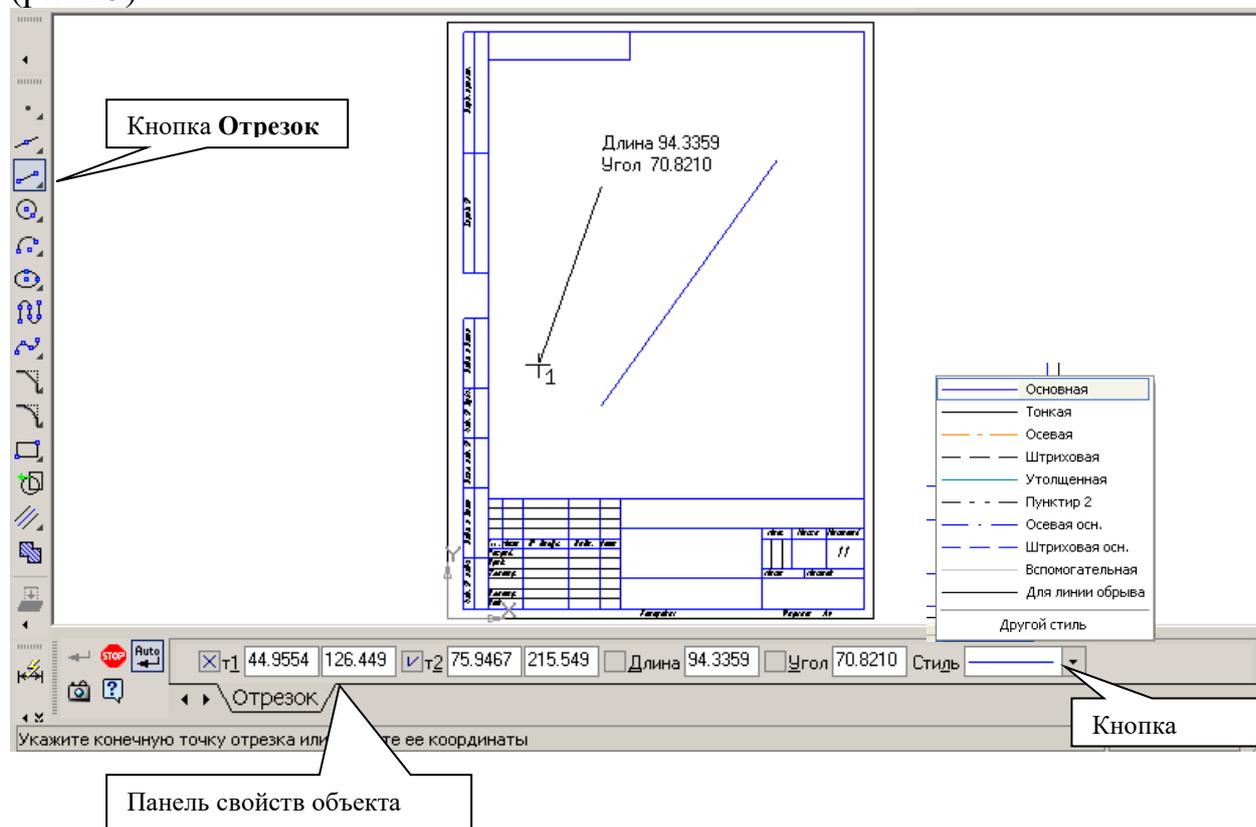


Рис.25 Построение отрезка

## ТОЧНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ – ПРИВЯЗКИ

В процессе работы над чертежами часто возникает необходимость точно установить курсор в различные характерные точки элементов, иными словами, выполнить привязку к точкам или объектам. Для вызова этого диалога служит кнопка **Установка глобальных привязок** (рис.26 и 27), возможно также отключение действия всех глобальных привязок, а затем включение их вновь в прежнем составе, для чего служит кнопкой **Запретить/разрешить действие глобальных привязок** на Панели текущего состояния.

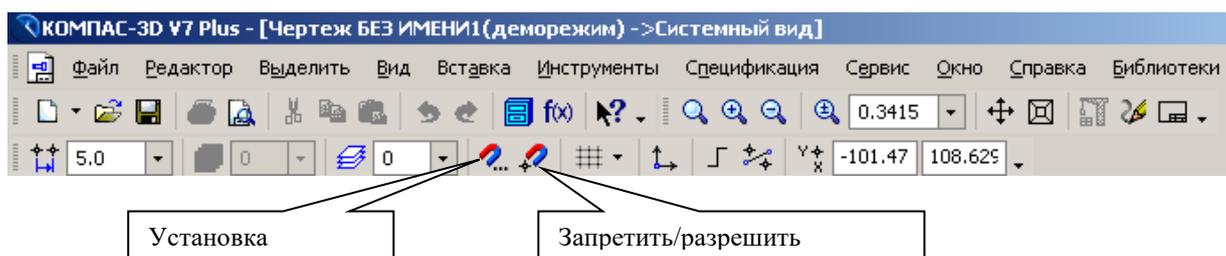


Рис.26 Установка и отключение привязок

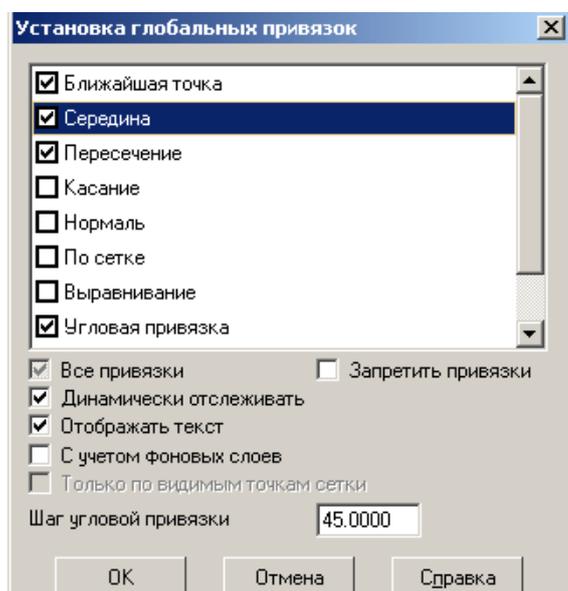


Рис.27 Установка глобальных привязок

## ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ КАЛЬКУЛЯТОР

Очень удобным и точным вспомогательным средством отрисовки различных объектов чертежа является инструмент, который в КОМПАС 5 называется геометрическим калькулятором. Он позволяет "снимать" непосредственно с элементов чертежа различные координатные, линейные и

угловые параметры. Эти данные используются затем при построении или редактировании других объектов.

Калькулятор запускается щелчком **правой кнопки мыши**. Перечень возможных вариантов для снятия значений варьируется в зависимости от поля строки параметров, из которого был вызван калькулятор. Например, если геометрический калькулятор запущен из поля **длины** отрезка, то будут предложены команды для снятия линейных параметров (длины кривой, расстояния между двумя точками, радиуса окружности и т. п.) (рис.26), а для поля угла наклона отрезка появится меню снятия угловых величин (рис.27).

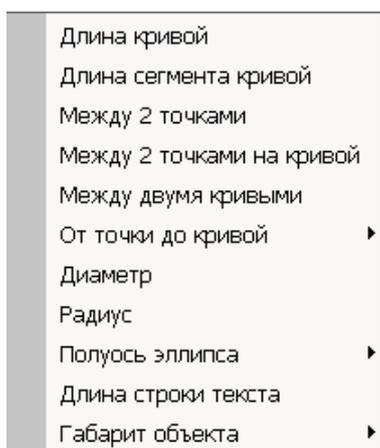


Рис.26 Геометрический калькулятор для измерения расстояний

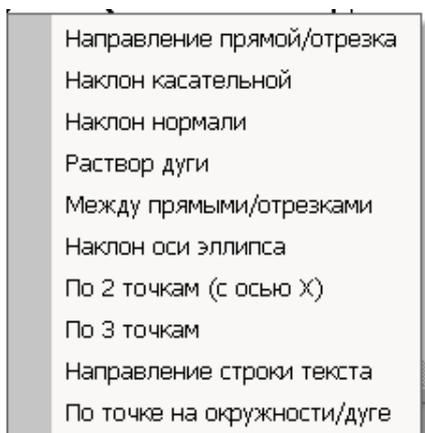


Рис.27 Геометрический калькулятор для снятия значений угловых величин

## **ВЫДЕЛЕНИЕ, ПЕРЕМЕЩЕНИЕ, ИЗМЕНЕНИЕ И УДАЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

1) Для того чтобы выделить объект на чертеже, например, отрезок, следует:

- Отключить кнопку стоп на **Панели специального управления**;
- Щелкнуть по объекту – он выделится зеленым цветом.

2) Для того чтобы переместить объект, следует:

- Выделить объект;
- Зацепить его курсором и, не отпуская, переместить в нужное место.

3) Для того чтобы удалить объект, следует:

1. Выделить объект;
2. Нажать на клавишу **Delete** на клавиатуре.

Для удаления различных объектов служит пункт меню **Редактор - Удалить- .....** (рис.28) и кнопки **Усечь кривую** и **Усечь кривую между двумя точками** (рис.29) на инструментальная панель **Редактирование** (рис.15).

4) Для того чтобы изменить объект, следует:

- Два раза щелкнуть по объекту;
- Изменить параметры (длину, угол, стиль);
- Щелкнуть по кнопке **Создать объект**.

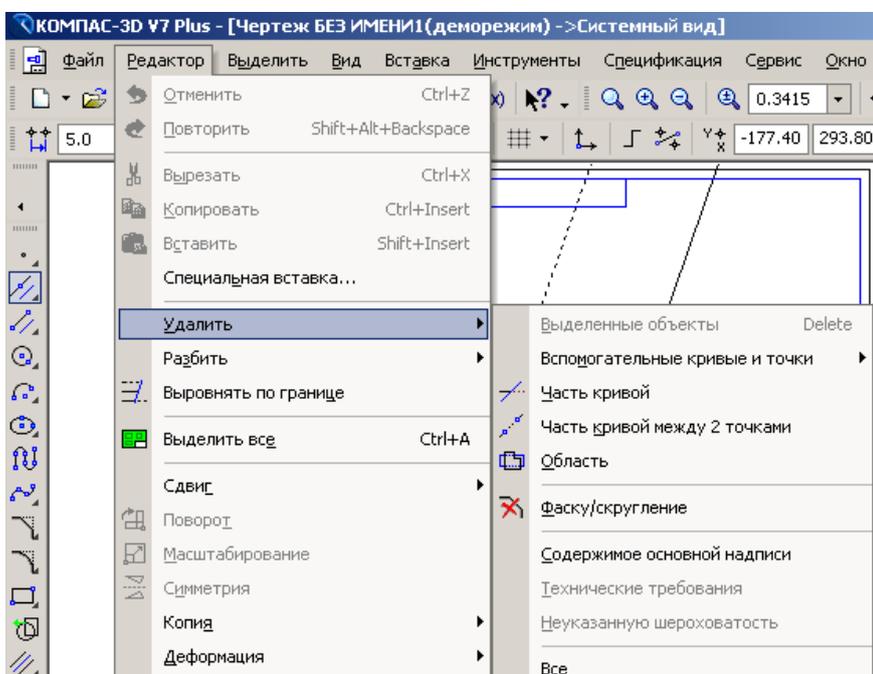


Рис.28 Удаление объектов

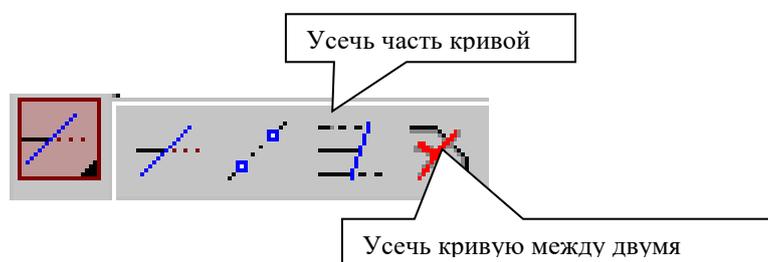


Рис.29 Расширенная панель **Усечь кривую**

## ЛИНЕЙНЫЕ РАЗМЕРЫ

Для нанесения линейных размеров на инструментальной панели **Размеры** используются кнопки **Линейный размер** и **Авторазамер** (рис.30)



Рис.30 Панель **Размеры**

При использовании кнопки **Линейный размер** система автоматически проставит размер, равный расстоянию, между двумя указанными курсором точками (t1 и t2) привязки размера - точками выхода выносных линий. Третья указанная точка (t3) определяет положение размерной линии. Элементы управления создаваемым размером располагаются в панели свойств внизу экрана (рис.31).

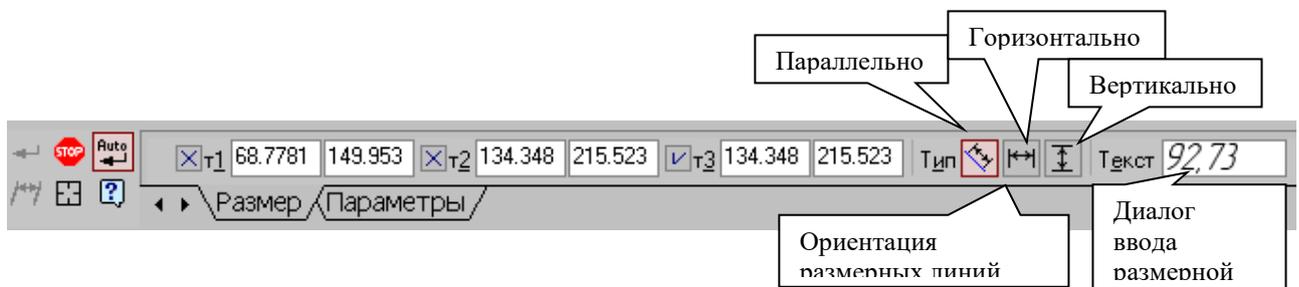


Рис.31 Вкладка с элементами управления создаваемым размером

Линейные размеры могут располагаться параллельно линии, горизонтально или вертикально.

Вкладка **Параметры** служит для управления создаваемым размером (рис.32) и содержит следующие кнопки:

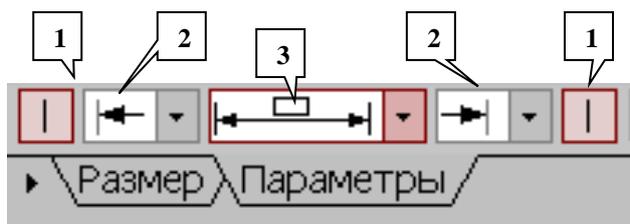
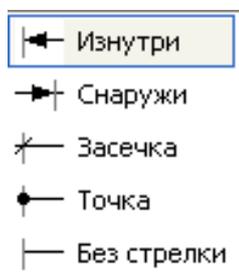


Рис. 32 Вкладка **Параметры**



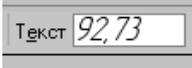
1) Переключатели, управляющие отрисовкой первой и второй выносными линиями размера.



2) Список, позволяющий выбрать вид первой и второй стрелки размера;



3) Список, позволяющий указать нужный способ размещения размерной надписи.

**Диалог ввода размерной надписи**  позволяет задать нужное значение размера и настроить его оформление. Щелчок мыши по этой кнопке открывает окно, изображенное на рис.33.

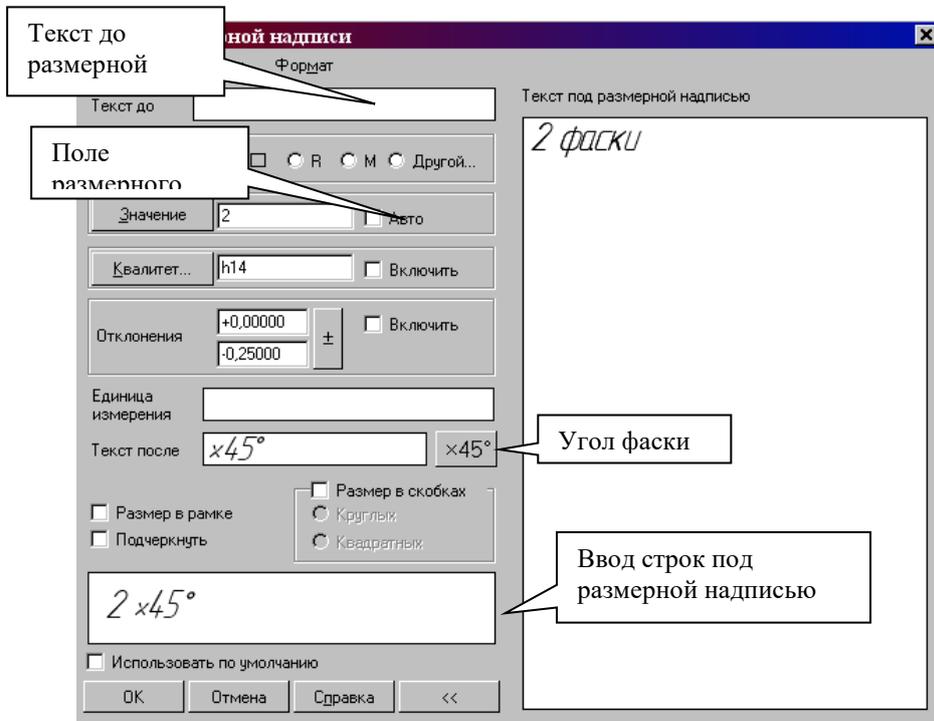


Рис.33 Задание размерной надписи



Кнопка **Авторазмер** позволяет построить размер, тип которого автоматически определяется системой в зависимости от того, какие объекты указаны для простановки размера.

Порядок и способы указания геометрических объектов зависят от того, какой именно размер требуется проставить:

- Линейный;
- Линейный с обрывом;

- Линейный от отрезка до точки.

Для выхода из команды простановки размера нажмите кнопку  **Прервать команду** на Панели специального управления или клавишу <Esc>.

## ПОСТРОЕНИЕ ОКРУЖНОСТИ

Для построения окружностей используется кнопка  **Построение окружности по центру и точке** инструментальной панели **Геометрия** (рис.20).

Для построения окружности укажите на чертеже центр окружности или введите его координаты с клавиатуры. Затем укажите точку, лежащую на окружности или введите в строке **Свойств** (рис.34) величину радиуса.



Рис.34 Панель свойств окружностей

Группа переключателей **Оси** на Панели свойств позволяет вычерчивать окружности с осями симметрии или без осей.

Кнопка **Запомнить состояние**  позволяет запомнить параметры, которые были заданы при вводе объекта, для того, чтобы использовать их при создании следующих объектов.

Для того чтобы вычертить **несколько окружностей с одинаковым радиусом**, нужно ввести значение радиуса, и до фиксации этой окружности на чертеже нажать кнопку **Запомнить состояние**, заданный радиус будет автоматически предлагаться в строке параметров объектов при вводе следующей окружности.

Чтобы построить несколько концентрических окружностей из одного центра, укажите точку центра и нажмите кнопку **Запомнить состояние**. Затем последовательно создавайте окружности, указывая лежащие на них точки или вводя значение радиусов с клавиатуры. За один вызов команды можно построить произвольное число окружностей.

Для выхода из команды нажмите кнопку  **Прервать команду** на Панели специального управления или клавишу <Esc>.

## ДИАМЕТРАЛЬНЫЙ РАЗМЕР

Для проставления размеров окружностей используется кнопка  **Диаметральный размер**, расположенная на Инструментальной панели **Размеры** (рис.30).

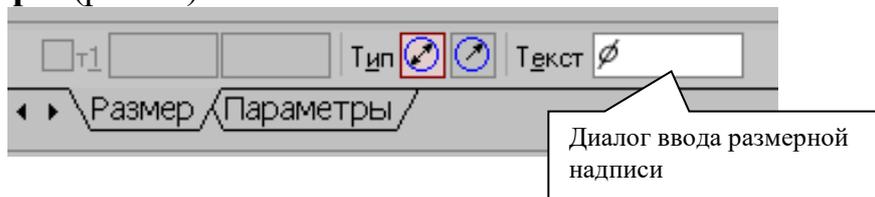


Рис.35 Вкладка с элементами управления диаметральным размером

Переключатель  **Тип** позволяет указать тип размерной линии диаметрального размера: полная или с обрывом. Для выбора нужного варианта нажмите нужную кнопку в группе **Тип** на вкладке **Размер** Панели свойств (рис.35).

Кнопка  **Текст** служит для ввода размерной надписи, ее окно аналогично окну линейного размера (см. рис.33).

Вкладка **Параметры** служит для управления создаваемым размером и содержит кнопки, изображенные на рис.32.

## ДЕЛЕНИЕ ЛИНИИ НА РАВНЫЕ ЧАСТИ

Кнопка **Точки по кривой** (рис.36), расположенная на расширенной панели **Точка**, позволяет построить нескольких точек, равномерно расположенных на какой-либо кривой.

Количество участков, на которые проставленные точки должны разбить кривую, указываются в поле **Количество участков** (рис.37) на **Панели свойств**. Затем указывается курсором кривая для простановки точек.



Рис.36 Расширенная панель **Точка**

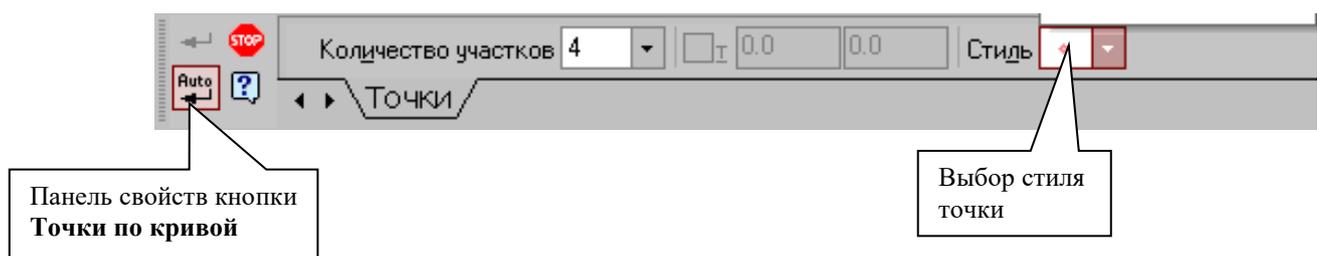


Рис. 37 Панель свойств

Если кривая не замкнута, точки будут построены сразу после ее указания. Первая точка будет совпадать с начальной точкой кривой, последняя - с конечной.

Если кривая замкнута, то после ее указания требуется задать положение первой точки на ней (определить точку t1).

### ПОСТРОЕНИЕ ДУГИ

Для построения дуги используется кнопка  **Дуга**, расположенная на инструментальной панели **Геометрия** (рис.20).

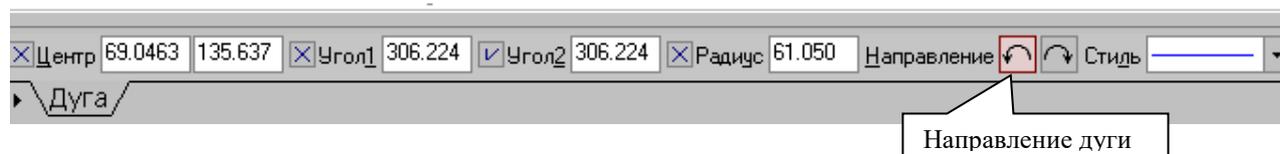


Рис.38 Панель свойств дуги

На **Панели свойств** изображаемой дуги (рис.38) расположены окно для ввода радиуса дуги с клавиатуры, переключатель, позволяющий выбрать направление построения дуги: по часовой стрелке или против часовой стрелки, окно для выбора стиля линии.

### РАДИАЛЬНЫЙ РАЗМЕР

Для нанесения размеров дуг используется кнопка  **Радиальный размер**, расположенная на Инструментальной панели **Размеры** (рис.30). На панели управления (рис.39) можно выбрать **Тип** размерной линии радиального размера: от центра или не от центра, ввести текст размерной надписи.

Вкладка **Параметры** служит для управления создаваемым размером и содержит кнопки, изображенные на рис.32.

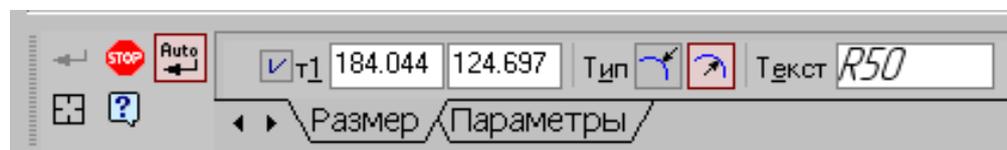


Рис.39 Вкладка управления радиальным размером

### ПОСТРОЕНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНИКА

Для построения прямоугольников используются кнопки **Прямоугольник** и **Прямоугольник по центру и вершине**, расположенные на расширенной панели (рис.40).

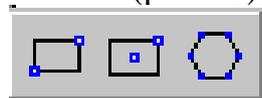


Рис.40 Расширенная панель **Прямоугольник**

Кнопка  дает возможность построить прямоугольник двумя способами:

- задание противоположных вершин прямоугольника,
- задание вершины, высоты и ширины прямоугольника.

Если известно положение вершин прямоугольника (точки  $t_1$  и  $t_2$ ), следует указать их. При этом высота и ширина прямоугольника будут определены автоматически.

Если известны вершина, высота и ширина прямоугольника, задайте их любым способом и в любом порядке. Например, вы можете указать курсором положение вершины, ввести высоту в поле Панели свойств (рис.42) и задать курсором ширину прямоугольника. При этом координаты вершины, противоположащей указанной, будут определены автоматически.

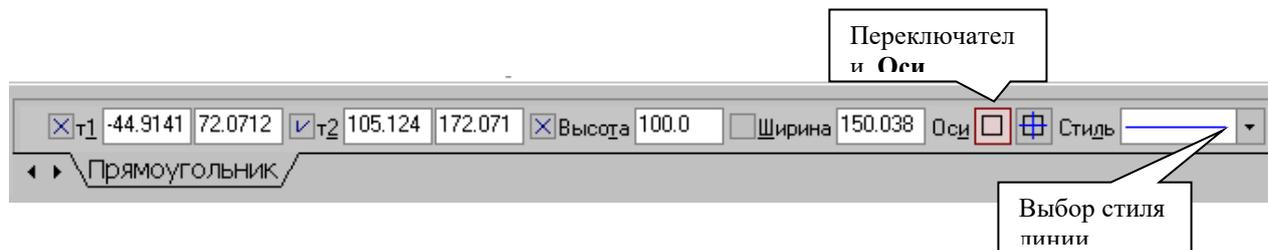


Рис. 42 Панель свойств выполнения команды **Прямоугольник**

Группа переключателей **Оси** на Панели свойств управляет отрисовкой осей симметрии прямоугольника.

Для выхода из команды нажмите кнопку **Прервать команду** на Панели специального управления или клавишу **<Esc>**.

Прямоугольник, построенный в графическом документе, - это единый объект, а не набор отдельных отрезков. Он будет выделяться, редактироваться и удаляться целиком.

Кнопка **Прямоугольник по центру и вершине**  позволяет построить прямоугольник с заданными центром и вершиной. Курсором или вводом координат с клавиатуры указывается центр прямоугольника. Затем можно указать одну из вершин прямоугольника или ввести значения высоты и ширины прямоугольника в одноименные окна на панели свойств (рис.43).

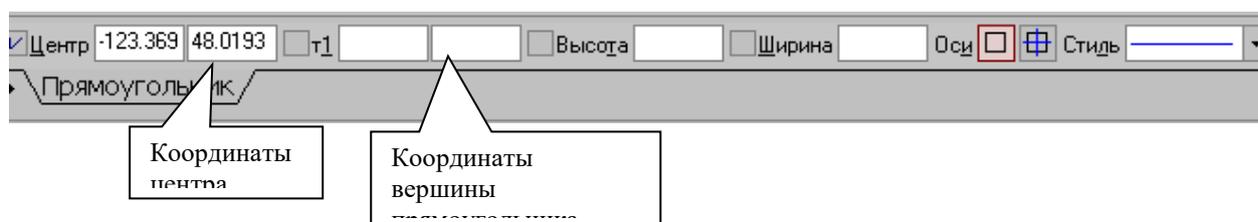


Рис. 43 Панель свойств выполнения команды **Прямоугольник по центру и вершине**

## ПОСТРОЕНИЕ МНОГОУГОЛЬНИКА

Кнопка  **Многоугольник** позволяет построить правильный многоугольник. Количество вершин можно задать с клавиатуры или выбрать из списка на Панели свойств (рис.44).

Переключатели **Способ построения** позволяют строить многоугольник по вписанной или по описанной окружности.

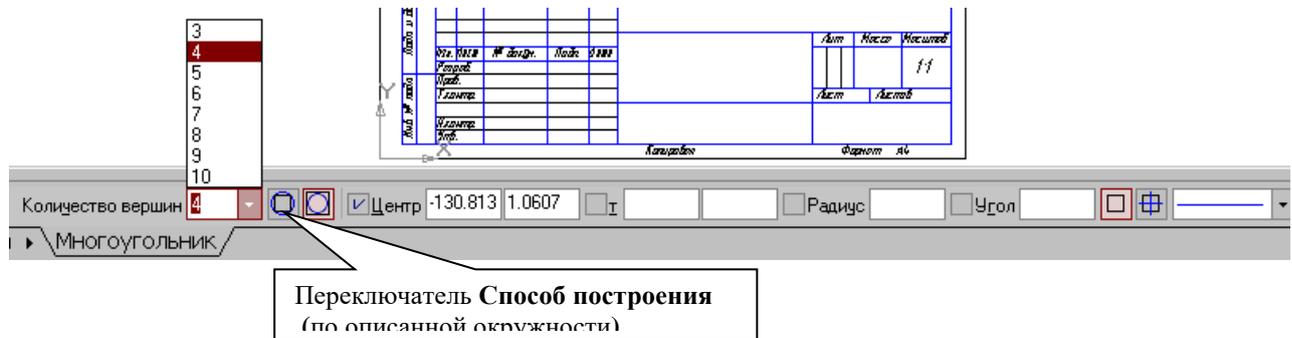


Рис. 44 Панель свойств выполнения команды **Многоугольник**

Все индивидуальные графические задания к лабораторной работе предполагают использование способа построения многоугольника по описанной окружности .

Точку центра базовой окружности можно указать курсором или ввести ее координаты с клавиатуры в окна **Центр** на панели свойств (рис.41), затем задается величина радиуса описанной окружности.

Многоугольник – это единый объект, а не набор отдельных отрезков. Он будет выделяться, редактироваться и удаляться целиком.

## ФАСКИ

Кнопка  **Фаска** позволяет построить отрезок, соединяющий две пересекающиеся кривые, т.е. «притупить» угол.

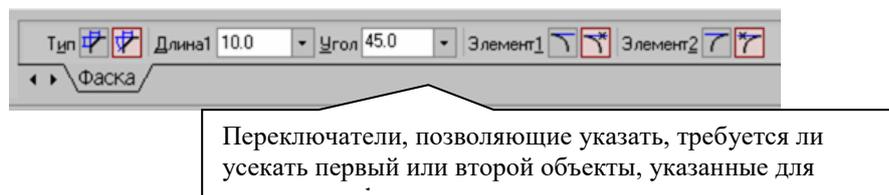


Рис.45 Панель свойств команды **Фаска**

Переключатель  позволяет выбрать способ построения фаски: по двум длинам или по длине и углу.

## СКРУГЛЕНИЕ

Кнопка  **Скругление** позволяет построить скругление дугой окружности между двумя пересекающимися объектами. Радиус скругления задается на панели свойств (рис.46).

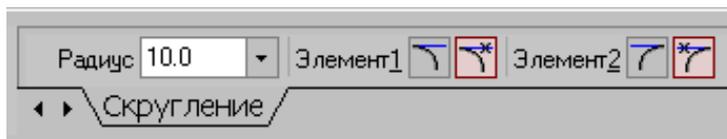


Рис.46 Панель свойств команды **Скругление**

## ШТРИХОВКА

Если необходимо заштриховать одну или несколько областей в текущем виде чертежа или во фрагменте, то для вызова команды используется кнопка



**Штриховка** на инструментальной панели **Геометрия**.

Штриховка строится автоматически, если выполнены следующие условия:

1. Контур (граница) штриховки вычерчен основной линией или линией для обрыва;
2. Контур замкнут.

Укажите точку внутри области, которую нужно заштриховать. Система автоматически определит ближайшие возможные границы, внутри которых указана точка.

Кнопки **Панели специального управления** (рис.47) предоставляют дополнительные возможности создания границ штриховки. Кнопка  **Ручное формирование границ** позволяет перейти к созданию временной ломаной линии, а кнопка  **Обход границы по стрелке** - к формированию контура, образованного пересекающимися объектами.

Для настройки параметров штриховки служат элементы **Панели свойств** (рис.47).

Из списка **Стиль** можно выбрать стиль штриховки (металл, камень, дерево и т.п.).

Список **Цвет** позволяет выбрать цвет штриховки. Щелчок на строке **Другие цвета** выводит на экран расширенный диалог выбора цвета.

В полях **Шаг** и **Угол** можно ввести или выбрать из списка шаг и угол наклона штриховки.

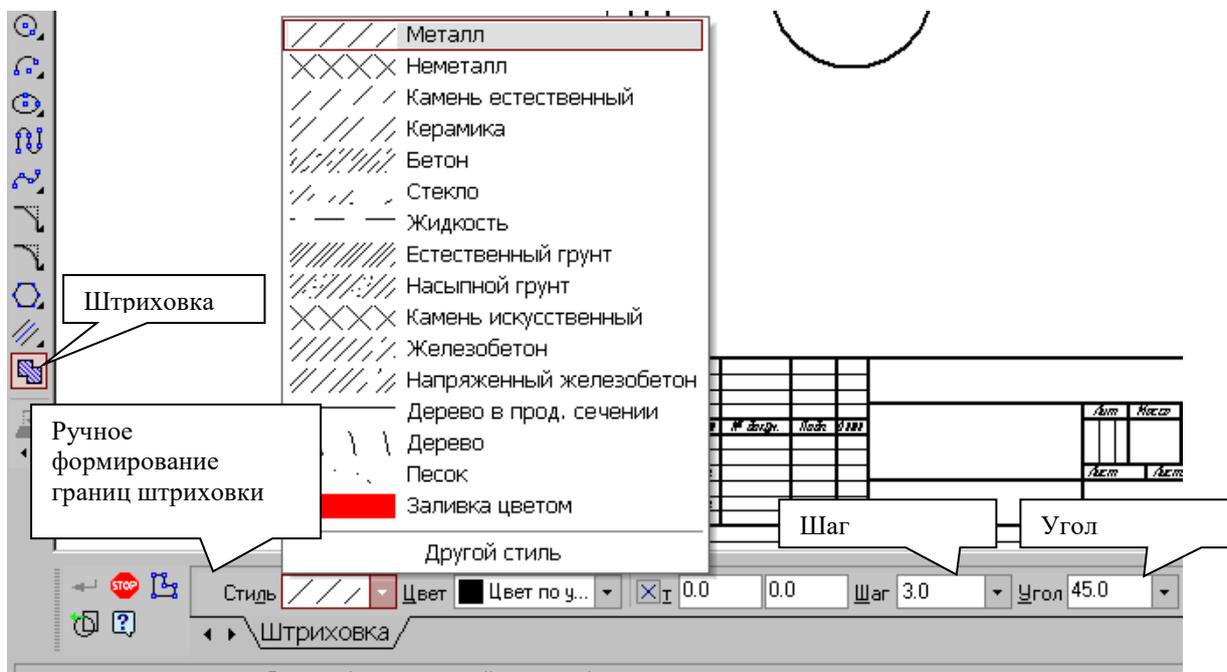


Рис. 47 Панель свойств команды **Штриховка**

Чтобы зафиксировать полученную штриховку и перейти к построению следующей, нажмите кнопку  **Создать объект** на **Панели специального управления**.

## **ВЫВОД ЧЕРТЕЖА НА ПЕЧАТЬ**

После того как чертеж создан, и нужно получить его бумажную копию, следует перейти в режим предварительного просмотра для печати. Это особый режим КОМПАСа, в котором можно видеть реалистичное изображение документа, разместить документ на поле вывода, выбрать только какую-либо часть для вывода, изменить масштаб вывода и так далее.

В режиме предварительного просмотра документы недоступны для редактирования.

Для входа в режим используется команда **Файл - Предварительный просмотр** или одноименная кнопка  на панели **Стандартная** в верхней части экрана (рис.48).



Рис.48 Панель **Стандартная**

Текущий документ будет загружен в режим предварительного просмотра, который позволяет вывести на печать содержимое окна просмотра. После вызова команды на экране появится диалог, в котором можно задать параметры печати.

Режим предварительного просмотра имеет собственное **Главное меню**, **Панель управления** (рис.49) и **Панель свойств** (рис.50).



Рис.49 **Панель управления** в режиме предварительного просмотра

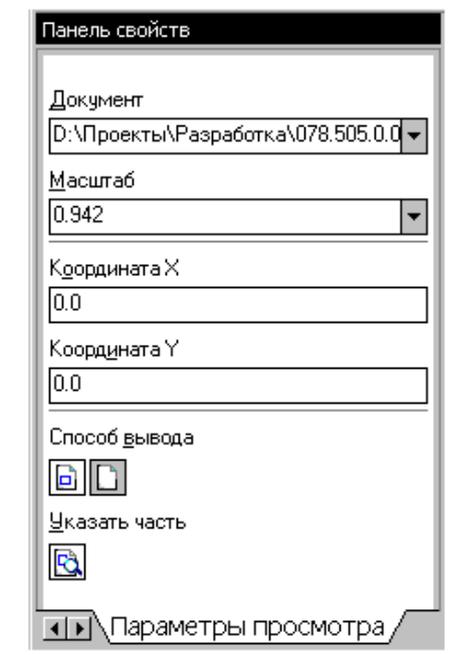


Рис.50 **Панель свойств** в режиме предварительного просмотра

В режиме предварительного просмотра на экране показывается условное поле вывода (один или несколько листов бумаги). На нем реалистично отображается документ (или несколько документов). По умолчанию поле вывода отображается на экране в таком масштабе, чтобы оно было видно полностью.

Если большой документ выводится на малогабаритное печатающее устройство (например, на принтер), выполняется автоматическая разбивка на листы соответствующего формата. При этом поле вывода в режиме просмотра разделяется пунктирными линиями на части, соответствующие установленному в данный момент формату бумаги и ее ориентации.

Чтобы более рационально использовать бумагу, можно повернуть чертеж с помощью кнопок  **Повернуть по часовой стрелке** и **Повернуть против часовой стрелки**.

Если требуется уместить большой чертеж на меньшем формате, например, чертеж формата А3 на листе формата А4, то для такого размещения документов используется команда **Сервис - Подогнать масштаб...** (рис.51).

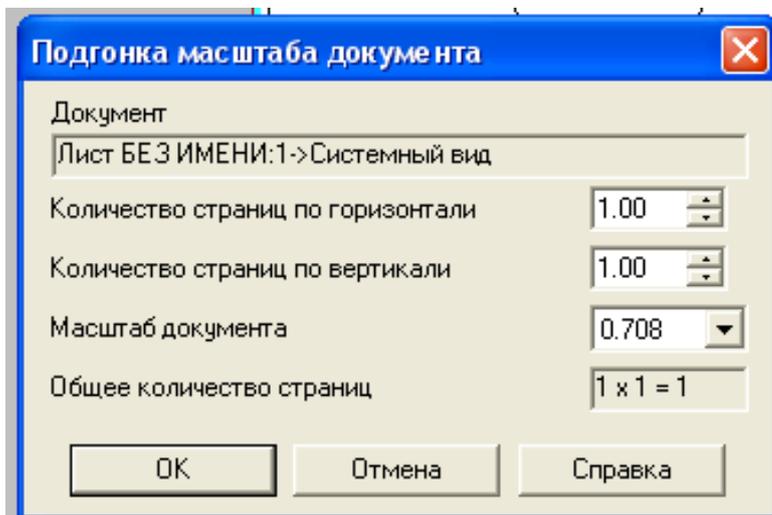


Рис.51 Подгонка масштаба документа

Можно напечатать не весь текущий документ целиком, а только его часть - область, ограниченную прямоугольником произвольных размеров.

Для этого используется переключатель  **Указать часть на Панели свойств.**

На экране появится диалог, в котором показан текущий документ и рамка, ограничивающая печатаемую часть. По умолчанию размеры рамки соответствуют габаритам изображения.

Чтобы изменить размеры рамки, вводятся нужные значения в поля группы **Отступ** в левой части диалога. Можно также переместить стороны или углы рамки мышью. После этого на поле вывода будет отображаться не весь документ, а только указанная часть.

Можно управлять способом печати текущего документа с помощью переключателей группы **Способ вывода** (рис.50) на **Панели свойств.**

Активизация переключателя  **Вывести часть текущего документа** отображает на поле вывода область документа, ограниченную рамкой,

активизация переключателя  **Вывести текущий документ полностью** - весь документ целиком.

Часть документа можно переместить, повернуть на поле вывода или промасштабировать так же, как и целый документ.

После того, как документ размещен наилучшим образом, необходимо вызвать команду **Файл - Печать** для начала вывода документа на бумагу или нажать кнопку  **Печать** на **Панели управления** (рис.49).

Чтобы закончить работу в режиме предварительного просмотра, используется кнопка  **Закончить просмотр** на **Панели управления** или соответствующая команда из меню **Файл.**

Система вернется в обычный режим редактирования документов.

### **Вопросы для самоконтроля:**

1. С помощью каких элементов главного окна можно получить доступ к командам системы ?
2. Кнопки какой панели позволяют контролировать процесс выполнения команды?
3. В какой строке располагается информация о текущих координатах курсора?
4. Где располагаются команды управления изображением?
5. Какими кнопками в окне документа осуществляется управление изображением документа?
6. В каком меню выбирается схема размещения окон?
7. Какая информация находится в строке параметров объекта?
8. Как можно изменить параметры привязки?
9. Какие из панелей относятся к инструментальным?

Рекомендации по выполнению задания 3-4

## «Основы работы с программой MathCAD»

### Компьютер как инструмент научной работы

Вычислительная мощь компьютера позволяет использовать его как средство автоматизации научной работы. Для решения сложных расчетных задач используют программы, написанные специально. В то же время, в научной работе встречается широкий спектр задач ограниченной сложности, для решения которых можно использовать универсальные средства.

К такого рода задачам относятся, например, следующие:

- подготовка научно-технических документов, содержащих текст и формулы, записанные в привычной для специалистов форме;
- вычисление результатов математических операций, в которых участвуют числовые константы, переменные и размерные физические величины;
- операции с векторами матрицами;
- решение уравнений и систем уравнений (неравенств);
- статистические расчеты и анализ данных;
- построение двумерных и трехмерных графиков;
- тождественные преобразования выражений (в том числе упрощение), аналитическое решение уравнений и систем;
- дифференцирование и интегрирование, аналитическое и численное;
- решение дифференциальных уравнений;
- проведение серий расчетов с разными значениями начальных условий и других параметров.

К универсальным программам, пригодным для решения таких задач, относится, например, программа MathCad, которая представляет собой автоматизированную систему, позволяющую динамически обрабатывать данные в числовом и аналитическом (формульном) виде. Программа MathCad сочетает в себе возможности проведения расчетов и подготовки форматированных и технических документов.

Научно-технические документы обычно содержат формулу, результаты расчетов в виде таблиц данных или графиков, текстовые комментарии или описания, другие иллюстрации. В программе MathCad им соответствует два вида объектов: *формулы* и *текстовые блоки*. Формулы вычисляются с использованием числовых констант, переменных, функций (стандартных и определенных пользователем), а также общепринятых обозначений математических операций. Введенные в документ MathCad формулы автоматически приводятся к стандартной научно-технической форме записи. Графики, которые автоматически строятся на основе результатов расчетов, также которые игнорируются при проведении расчетов.

Чтобы буквенные обозначения можно было использовать при расчетах по формулам, этим обозначениям должны быть сопоставлены числовые значения. В программе MathCad буквенные обозначения рассматриваются как

переменные, и их значения задаются при помощи оператора присваивания (вводится символ «:=»). Таким же образом можно задать числовые последовательности, аналитически определенные функции, матрицы и векторы.

Если все значения переменных известны, то для вычисления числового значения выражения (скалярного, векторного или матричного) надо подставить все числовые значения и произвести все заданные действия. В программе MathCad для этого применяют оператора вычисления (вводится символ «= $\Rightarrow$ »). В ходе вычисления автоматически используются значения переменных и определение функций, заданные в документе ранее. Удобно задать значение известных параметров, провести вычисления с использованием аналитических формул, результат присвоить некоторой переменной, а затем использовать оператор вычисления для вывода значения этой переменной. Например:

$$\begin{aligned}g &:= 9.8 \\M &:= 3 \\F &:= M * g \\F &= 29.4\end{aligned}$$

Изменение значения любой переменной, коррекция любой формулы, означает, что все расчеты, зависящие от этой величины, необходимо проделать заново. Такая необходимость возникает при выборе подходящих значений параметров или условий в поиске оптимального варианта, исследовании зависимости результата от начальных условий. Электронный документ, подготовленный в программе MathCad, готов к подобной ситуации. При изменении какой-либо формулы программа автоматически производит необходимые вычисления, обновляя изменившиеся значения и графики. Например, если документ содержит формулы  $x:=4$ ;  $\sqrt{x}=2$  то, изменив значение переменной  $x$ , мы сразу же увидим, что изменился и результат расчета:  $x:=9$ ;  $\sqrt{x}=3$ . При проведении расчетов с использованием реальных физических величин учитывают их размерность. Чтобы расчет был корректен, все данные должны быть приведены в одну систему единиц- в этом случае результат расчетов получится в этой системе. Здесь скрывается характерный источник ошибок при расчетах вручную. В программе MathCad единицы измерения (в любой системе) присоединяют к значению величины с помощью знака умножения. Данные автоматически преобразуются в одну и ту же систему единиц (по умолчанию СИ) и обрабатываются в этом виде. Размерный результат выдается вместе с полученной единицей измерения. Например:

$$\begin{aligned}V &:= 100 * \text{kph} \quad t := 0.5 * \text{yr} \quad (\text{rph} - \text{километры в час, yr} - \text{годы}), \\S &:= v * t \quad s = 4.383 * 10^8 \text{ m} \quad (\text{результат получен в метрах})\end{aligned}$$

При работе с матрицами приходится применять такие операции, как сложение матриц, умножение, транспонирование. Часто возникает необходимость в обращении матриц и в декомпозиции (разложении в произведении матриц специального вида). Для квадратных матриц представляет интерес поиск собственных значений и собственных векторов. Программа MathCad позволяет выполнить все эти операции с помощью стандартных обозначений математических операторов (сложение, умножение) или встречных функций. Например:

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}^T = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\left| \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} \right| = -1$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}^{-1} = \begin{bmatrix} -1 & 2 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 1 & 1 \end{bmatrix}^T * \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2 & 3 \\ 3 & 5 \end{bmatrix}$$

Уравнения и системы уравнений, возникающие в практических задачах, обычно можно решить только численно. Методы численного решения реализованы и в программе MathCad. Блок уравнений и неравенств, требующих решения, записывается после ключевого слова given (дано). При записи уравнений используется знак логического равенства (комбинация клавиш CTRL+=). Значения переменных, удовлетворяющие системе уравнений и неравенств, находятся с помощью стандартной функции find.

given

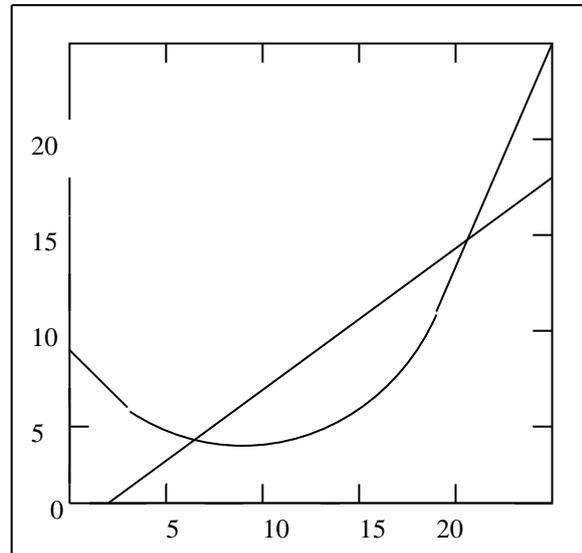
$$x - y = 2$$

$$\sin(x) = \sin(y)$$

$$\text{find } 4(x,y) = \begin{bmatrix} 2.571 \\ 0.571 \end{bmatrix}$$

Рис1

Набор точек аппроксимирован с помощью многочленов первого и второго порядка



При обработке результатов экспериментов часто встречаются задачи статистического анализа серий данных. Для такого рода задач программа MathCad представляет средства интерполяции данных, предсказания дальнейшего поведения функции, а также построения функций заданного вида, наилучшим образом соответствующих имеющемуся набору данных. При статистическом анализе можно также использовать стандартные функции

распределения вероятности и генераторы случайных величин с заданным распределением.

При аналитических вычислениях результат получают в нечисловой форме в результате тождественных преобразований выражений. Простейшие преобразования – это раскрытие скобок, приведение подобных

Членов, применение тригонометрических тождеств.

Например, выражение  $\cos(3 \cdot \text{atan}(x))$  преобразуется в  $\frac{4}{\sqrt{(1+x^2)^3}} - \frac{3}{\sqrt{(1+x^2)}}$

Проверку тождественности этого преобразования выполните самостоятельно.

Более сложные преобразования позволяют находить аналитические решения некоторых уравнений и систем. Для такого рода вычислений в программе MathCad используют оператор аналитического вычисления (клавиатурная комбинация CTRL + .), а также команды меню Symbolics (Аналитические вычисления). Переменные при аналитических вычислениях рассматриваются как неопределенные параметры. Результат можно использовать для анализа решения при различных значениях этих переменных. При аналитическом решении уравнений и систем за одну операцию можно найти все существующие решения. Например:

```
Given
Z^3+3*Z^2+2*Z-6=0
Find (Z)→[1 -2+i*√ -2-i*√2]
```

Дифференцирование и интегрирование заданных функций вручную – обычно неотложная, но трудоемкая операция. В программе MathCad для вычисления производной, а также неопределенных и определенных интегралов могут использоваться символические вычисления с помощью меню Symbolics → Variable (Аналитические вычисления → Переменная). Если функция не задана аналитически или не позволяет получить первообразную в виде формулы, имеется возможность численного дифференцирования и численного расчета определенных интегралов. Например, при вычислении интеграла

$$\int x * e^{-x} * \cos(x) dx$$

получается правильный результат:

$$\frac{-1}{2} \cdot x \cdot \text{EXP}(-x) \cdot \cos(x) + \frac{1}{2} \cdot x \cdot \text{EXP}(-x) \cdot \sin(x) + \frac{1}{2} \cdot \text{EXP}(-x) \cdot \sin(x)$$

Численные методы используют и для решения дифференциальных уравнений. С помощью программы MathCad можно решать уравнения и системы уравнений первого порядка с заданными начальными условиями. Уравнения более высокого порядка надо сначала преобразовать в систему уравнений первого порядка.

## ПРИЕМЫ РАБОТЫ С СИСТЕМОЙ MathCad

Документ программы MathCad называется *рабочим столом*. Он содержит объекты: *формулы* и *текстовые блоки*. В ходе расчетов формулы обрабатываются последовательно, слева направо и сверху вниз, а текстовые блоки игнорируются.

Ввод информации осуществляется в месте расположения курсора. Программа MathCad использует три вида курсоров. Если ни один объект не выбран, используется *крестообразный курсор*, определяющий место создания следующего объекта. При вводе формул используется *угловой курсор*, указывающий текущий элемент выражения. При вводе данных в текстовый блок применяется *текстовый курсор* в виде вертикальной черты.

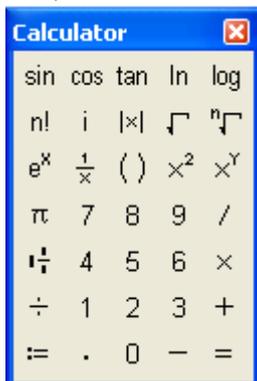
### Ввод формул

*Формулы*- основные объекты рабочего листа. Новый объект по умолчанию является формулой. Чтобы начать ввод формулы, надо установить крестообразный курсор в нужное место и начать ввод букв, цифр, знаков операций. При этом создается область формулы, в которой появляется уголкового курсор, охватывающий текущий элемент формул, например имя переменной (функции) или число. При вводе бинарного оператора по другую сторону знака операции автоматически появляется заполнитель в виде черного прямоугольника. В это место вводят очередной операнд.

Для управления порядком операций используют скобки, которые можно вводить вручную. Уголкового курсор позволяет автоматизировать такие действия. Чтобы выделить элементы формулы, которые в рамках операции должны рассматриваться как единое целое, используют клавишу ПРОБЕЛ. При каждом ее нажатии уголкового курсор «расширяется», охватывая элементы формулы, примыкающие к данному. После ввода знака операции элементы в пределах уголкового курсора автоматически заключаются в скобки.

Элементы формул можно вводить с клавиатуры или с помощью специальных панелей управления. Панели управления (рис.1) открывают с помощью View (Вид) или кнопки панели управления Math(Математика). Для ввода элементов формул предназначены следующие панели:

- панель управления Arithmetic (Счет) для ввода чисел, знаков типичных математических операций и наиболее часто употребляемых стандартных функций;



- панель управления для ввода операторов вычисления и знаков логических операций;



- панель управления Graph (График) для построения графиков;



- панель управления Matrix (Матрица) для ввода векторов и матриц и задания матричных операций;



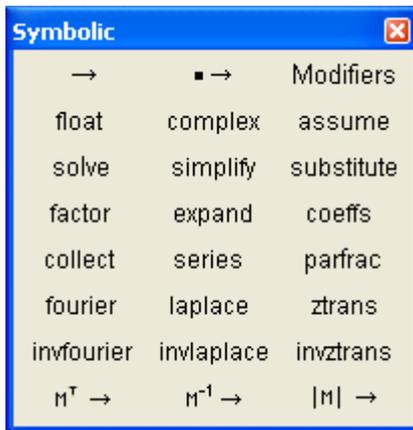
- панель управления Calculus (Исчисление) для задания операций, относящихся к математическому анализу;



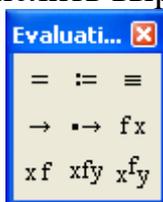
- панель управления Greek (Греческий алфавит) для ввода греческих букв (их можно также вводить с клавиатуры, если сразу после ввода соответствующего латинского символа нажимать сочетание клавиш CTRL+G, например [a][CTRL+G]-α,[W][CTRL+G]-Ω );



- панель управления Symbolic (Аналитические вычисления) для управления аналитическими преобразованиями.



Введенное выражение обычно вычисляют или присваивают переменной. Для вывода результата выражения используют знак вычисления, который выглядит как знак равенства и вводится при помощи кнопки Evaluate Expression (Вычислить выражение) на панели инструментов Evaluation (Вычисление).



Знак присваивание изображается как «:=», а вводится при помощи кнопки Assign Value (присвоить значение) на панели инструментов Evaluation (Вычисление). Слева от знака присвоения указывают имя переменной. Оно может содержать латинские и греческие буквы, цифры, символы «'», «\_» и «∞», а также описательный индекс. Описательный индекс вводится с помощью символа «.» и изображается как нижний индекс, но является частью имени переменной, например  $V_{init}$ . «Настоящие» индексы, определяющие отдельный элемент вектора или матрицы, задаются по – другому.

Переменную, которой присвоено значение, можно использовать далее в документе вычисляемых выражениях. Чтобы узнать значение переменной, следует использовать оператор вычисления.

В следующем примере вычислена площадь круга с радиусом 2 (использованы переменные  $r$  и  $s$ , значение постоянной  $\pi$  определено в программе MathCad по умолчанию).

$$r:= 2 \quad s:= \pi*r^2 \quad s= 12.566$$

### Ввод текста

Текст, помещенный в рабочий лист, содержит комментарии и описания и предназначен для ознакомления, а не для использования в расчетах. Программа MathCad определяет назначение текущего блока автоматически при первом нажатии клавиши ПРОБЕЛ. Если введенный текст не может быть интерпретирован как формула, блок преобразуется в текстовый и последующие данные рассматриваются как текст. Создать текстовый блок без использования автоматических средств позволяет команда Insert►Text Region (Вставка►Текстовый блок).

Иногда требуется встроить формулу внутрь текстового блока. Для этого служит команда Insert ► Math Region(Вставка►Формула).

### **Форматирование формул и текста**

Для форматирования формул и текста в программе MathCad используется панель инструментов Formatting (Форматирование). С ее помощью можно индивидуально отформатировать любую формулу или текстовый блок, задав гарнитуру и размер шрифта, а также полу жирное, курсивное или подчеркнутое начертание символов. В текстовых блоках можно также задавать тип выражения и применять маркированные и нумерованные списки.

В качестве средств автоматизации используется стили оформления. Выбрать стиль оформления текстового блока или элемента формулы можно из списка Style (Стиль) на панели инструментов Formatting (Форматирование). Для формул и текстовых блоков применяются разные наборы стилей.

Чтобы изменить стиль оформления формулы или создать новый стиль, используется команда Format ►Equation(Формат►Выражение). Изменение стандартных стилей Variables (Переменные) и Constants(Константы) влияет на отображение формул по всему документу. Стиль оформления имени переменной учитывается при ее определении. Так, переменные  $x$  и  $x$  рассматриваются как различные и не взаимозаменяемы.

При оформлении текстовых блоков можно использовать более обширный набор стилей. Настройка стилей текстовых блоков производится при помощи команды Format ► Style(Формат►Стиль).

### **Работа с матрицами**

Векторы и матрицы рассматриваются в программе MathCad как одномерные и двумерные массивы данных. Число строк и столбцов матрицы задается в диалоговом окне Insert Matrix (Вставка матрицы), которое открывают командой Insert► Matrix(Вставка►Матрицы). Вектор задается как матрица, имеющая один столбец.

После щелчка на кнопке ОК в формулу вставляется матрица, вместо элементов заполнителя. Вместо каждого заполнителя надо вставить число, переменную или выражение.

Для матриц определены следующие операции : сложение, умножение на число, перемножение и прочие. Допустимо использование матрицы вместо скалярных выражений : в этом случае предполагается, что указанные действия должны быть применены к каждому элементу матрицы, и результат также представляется в виде матрицы. Например, выражение  $M+3$ , где  $M$  – матрица, означает, что к каждому элементу матрицы прибавляется число 3. Если требуется явно указать необходимость поэлементного применения операции к матрице, используют знак векторизации, для ввода которого служит кнопка Vectorize(Векторизация) на панели инструментов Matrix (Матрица). Например :

$$\begin{bmatrix} 1 & 3 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 2 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7 & 2 \\ 1 & 2 \end{bmatrix} \text{ - обычное произведение матриц.}$$

$$\begin{matrix} \xrightarrow{\hspace{1.5cm}} \\ \begin{bmatrix} 1 & 3 \\ -1 & 1 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ 2 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -3 \\ -2 & 1 \end{bmatrix} \end{matrix} \quad \begin{array}{l} \text{поэлементное произведение матриц с} \\ \text{использованием векторизации.} \end{array}$$

Для работы с элементами матрицы используют индексы элементов. Нумерация строк и столбцов матрицы начинается с нуля. Индекс элемента задается числом, переменной или выражением и отображается как нижний индекс. Он вводится после щелчка на кнопке Subscript(Индекс) на панели инструментов Matrix (Матрица).

Пара индексов, определяющих элемент матрицы, разделяется запятой. Иногда (например, при построении графиков) требуется выделить вектор, представляющий собой столбец матрицы. Номер столбца матрицы отображается как верхний индекс, заключенный в угловые скобки, например  $M^{<0>}$ . Для его ввода используется кнопка Matrix Column(Столбец) на панели инструментов Matrix (Матрица).

Чтобы задать общую формулу элементов матрицы, типа  $M_{i,j} := i+j$ , используют *диапазоны*. Диапазон фактически представляет собой вектор, содержащий арифметическую прогрессию, определенную первым, вторым и последним элементами. Чтобы задать диапазон, следует узнать значение первого элемента, через запятую значение второго и через точку с запятой значение последнего элемента. Точка с запятой при задании диапазона отображается как две точки (..). Диапазон можно использовать как значение переменной, например  $x = 0,0.01..1$ .

Если разность прогрессии равна единице (то есть, элементы просто нумеруются), значение второго элемента и соответствующую запятую опускают. Например, чтобы сформировать по приведенной выше формуле матрицу размером 6x6, перед этой формулой надо указать  $i:=0..5$   $j:=0..5$ . При формировании матрицы путем присвоения значения ее элементов, размеры матрицы можно не задавать заранее. Всем неопределенным элементам автоматически присваиваются нулевые значения. Например, формула  $M_{5,5}:=1$  создает матрицу  $M$  размером 6x6, у которой все элементы, кроме расположенного в правом нижнем углу, равны 0.

### Построение графиков

Чтобы построить двумерный график в координатных осях X-Y, надо дать команду Insert ► Graph ► X-Y Plot (Вставка ► График ► Декартовы координаты). В области размещения графика находятся заполнители для указания отображаемых выражений и диапазона изменения величин. Заполнитель у середины оси координат предназначен для переменной или выражения, отображаемого по этой оси. Обычно используют диапазон или вектор значений. Граничные значения по осям выбираются автоматически в соответствии с диапазоном изменения величин, но их можно задать и вручную.

В одной графической области можно построить несколько графиков. Для этого надо у соответствующей оси перечислить несколько выражений через запятую.

Разные кривые изображаются разным цветом, а для форматирования графика надо дважды щелкнуть нба области графика. Для управления отображением построенных линий служит выкладка Traces (Линии) в открывшемся диалоговом окне. Текущий формат каждой линии приведен в списке, а под списком расположены элементы управления, позволяющие изменять формат. Поле Legend Label (Описание) задает описание линии, которое отображается только при сбросе флажка Hide Legend (Скрыть описание) позволяет выбрать маркеры для отдельных точек, список Line(Тип линии) задает тип линии, список Color (Цвет) - цвет. Список Type (Тип) определяет способ связи отдельных точек, а список Width (Толщина) - толщину линии.

Точно так же можно построить и отформатировать график в полярных координатах. Для его построения надо дать команду Insert ► Graph► Polar Plot (Вставка ► График► Полярные координаты).

### **Аналитические вычисления**

С помощью аналитических вычислений находят аналитические или полные решения уравнений и систем, а также проводят преобразования сложных выражений (например, упрощение). Иначе говоря, при таком подходе можно получить нечисловой результат. В программе MathCad конкретные значения, присвоенные переменным, при этом игнорируются – переменные рассматриваются как неопределенные параметры. Команды для выполнения аналитических вычислений в основном сосредоточены в меню Symbolics(Аналитические вычисления).

Чтобы упростить выражение (или часть выражения , надо выбрать его при помощи уголкового курсора и дать команду) Symbolics ►Simplify (Аналитические выражения ►Упростить). При этом выполняются арифметические действия, сокращающие общие множители и приводятся подобные члены, применяются тригонометрические тождества, упрощаются выражения с радикалами, а также выражения, содержащие прямую и обратную функции (типа  $e^{lnx}$ ). Некоторые действия по раскрытию скобок и упрощению сложных тригонометрических выражений требуют применения команды Symbolics ►Expand(Аналитические вычисления ►Раскрыть).

Команду Symbolics ►Simplify (Аналитические выражения ►Упростить) применяют и в более сложных случаях. Например, с ее помощью можно :

- вычислить предел числовой последовательности, заданной общим членом;
- найти общую формулу для суммы членов числовой последовательности, заданной общим членом;
- вычислить производную данной функции;
- найти первообразную данной функции или значение определенного интеграла.

Другие возможности меню Symbolics(Аналитические вычисления) состоят в выполнении аналитических операций, ориентированных на переменную, использованную в выражении. Для этого надо выделить в выражении переменную и выбрать команду из меню Symbolics

► Variable(Аналитические выражения ► Переменная). Команда Solve (Решение) ищет корни функции, заданной данным выражением, например, если выделить уголковым курсором переменную  $x$  в выражении  $a x^2 + bx + c$  то в результате применения команды Symbolics ► Variable ► Solve(Аналитические вычисления ► Переменная ► Решить), будут найдены все корни уравнения.

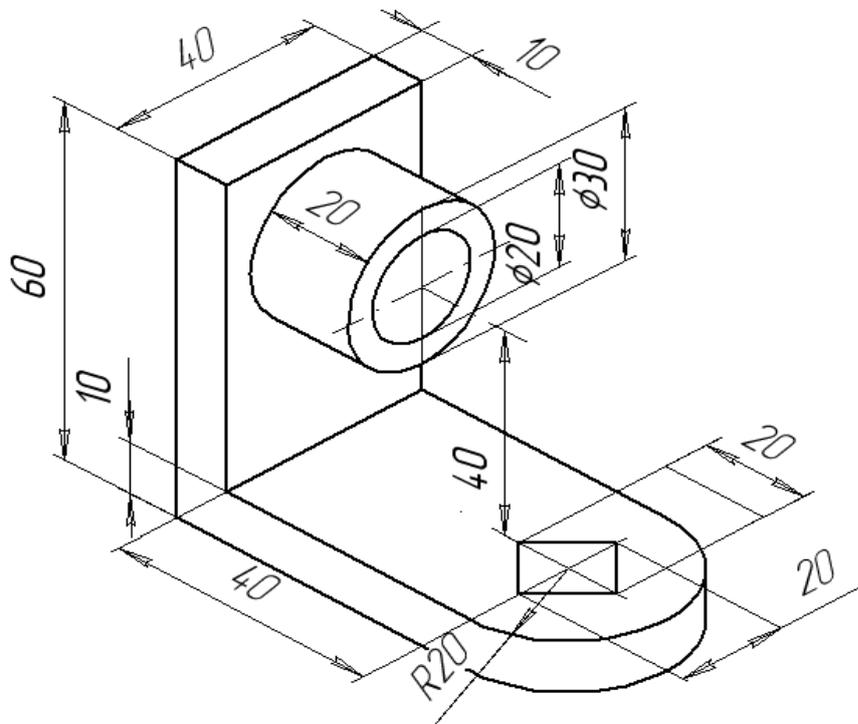


**Варианты индивидуальных задач для задания 1.**

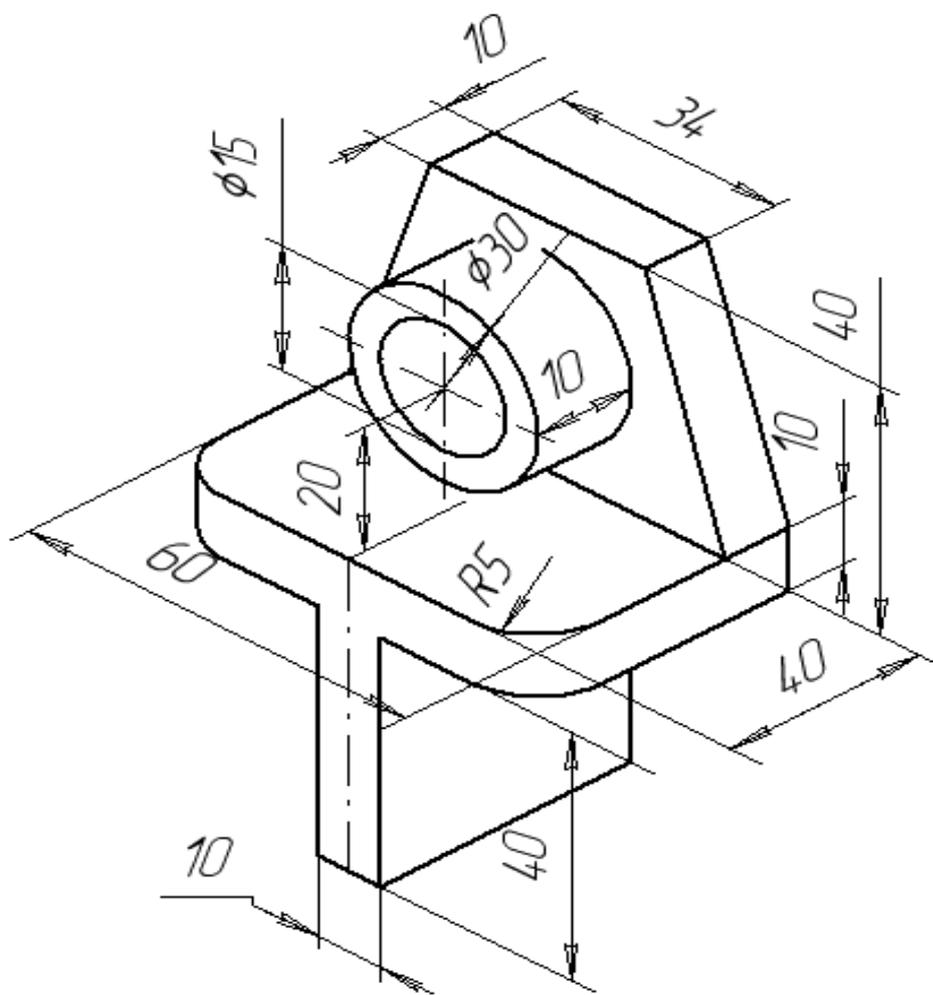
**На чертеже формата А4 построить три вида аксонометрической модели показанной на рисунке (образец оформления изображен на рис.А). Невидимые контуры внутренних поверхностей изобразить штриховыми линиями. Вес основных линий -0.3, вспомогательных- 0.1.**

**На чертеже нанести размеры.**

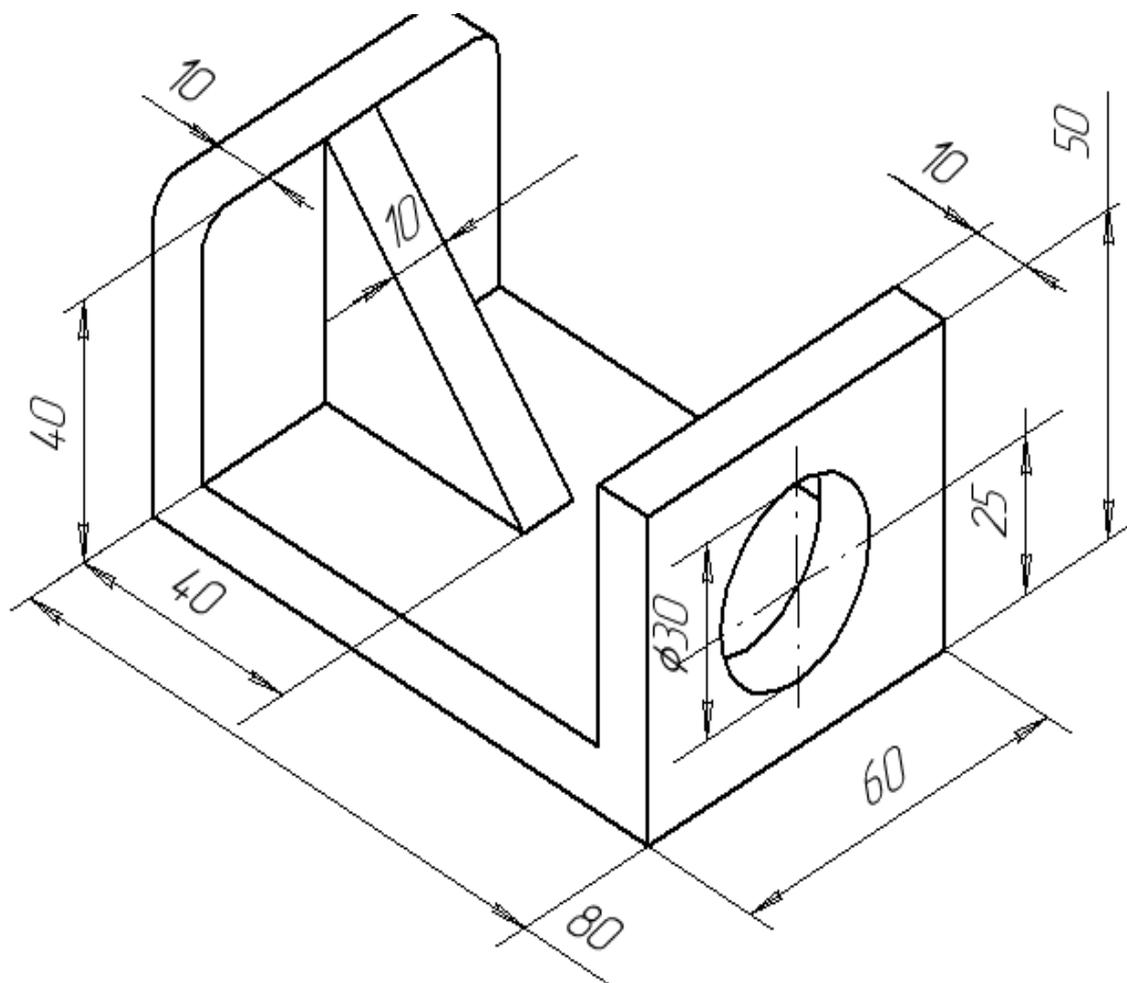
№1



№2

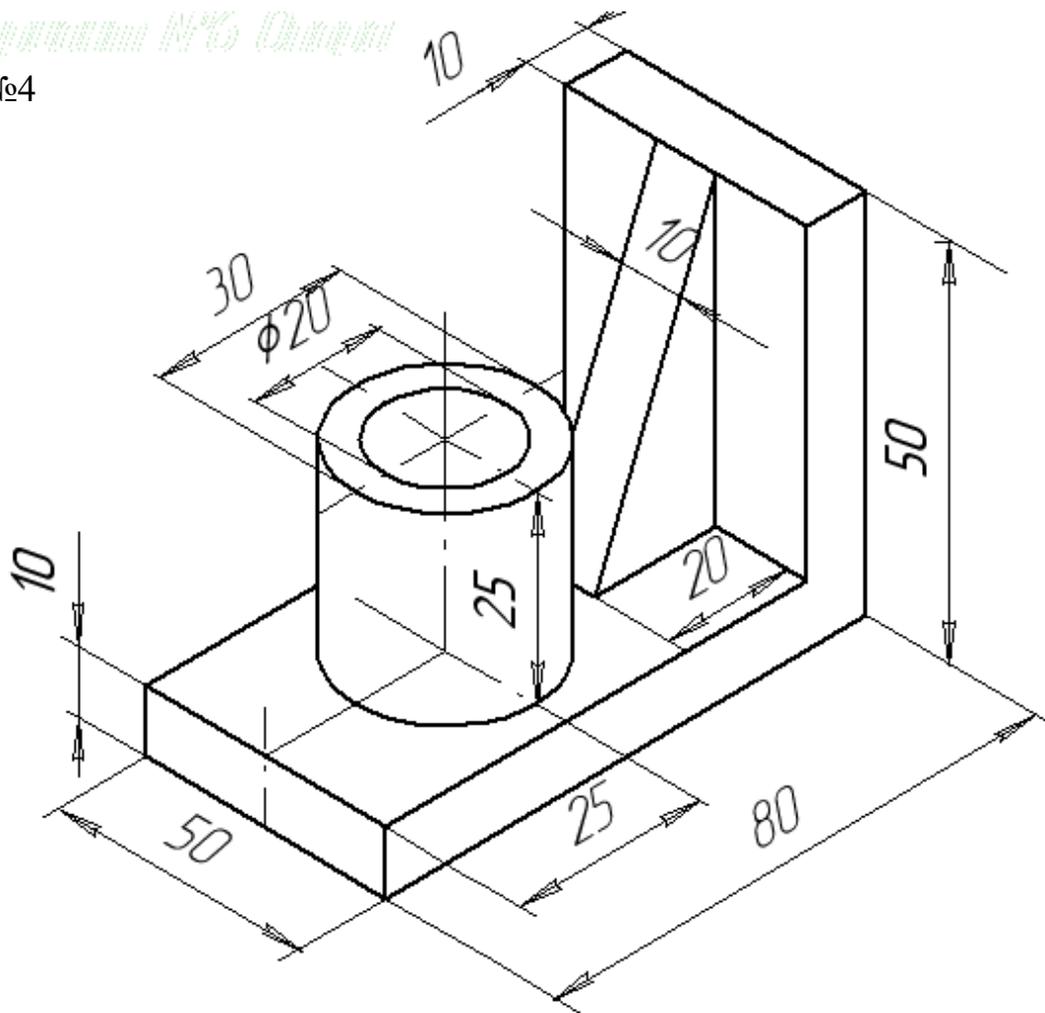


№3

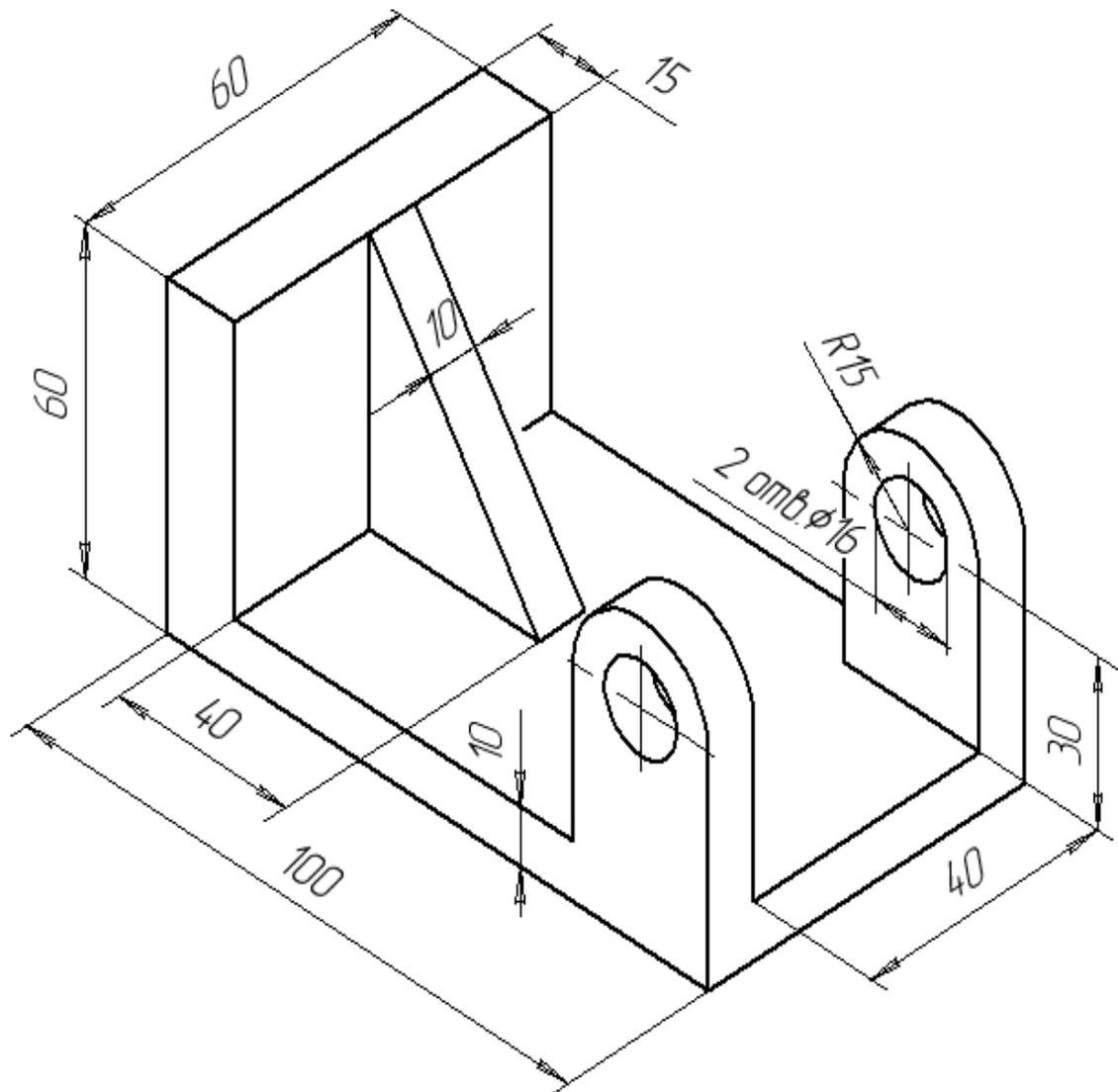


Задача №4

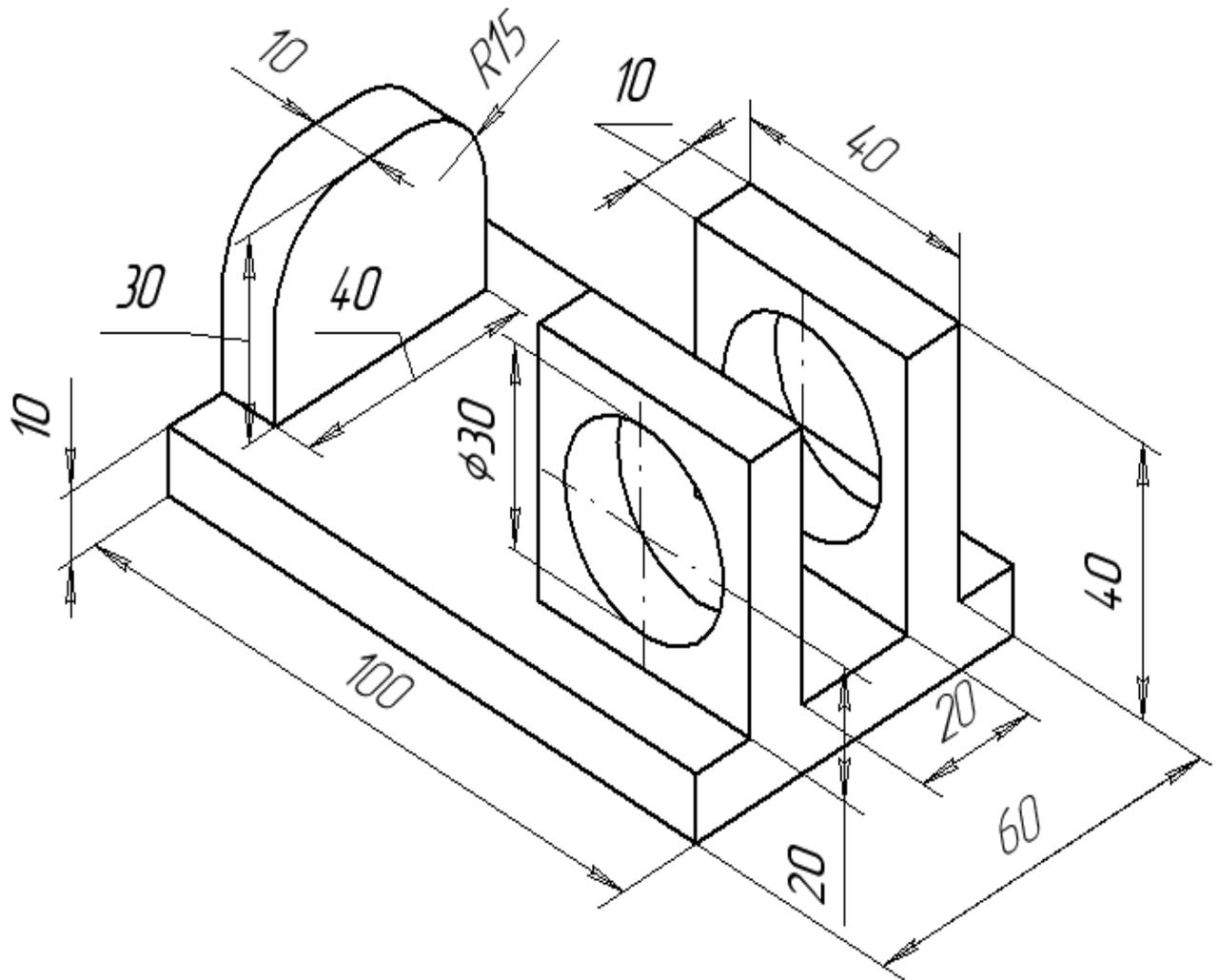
№4



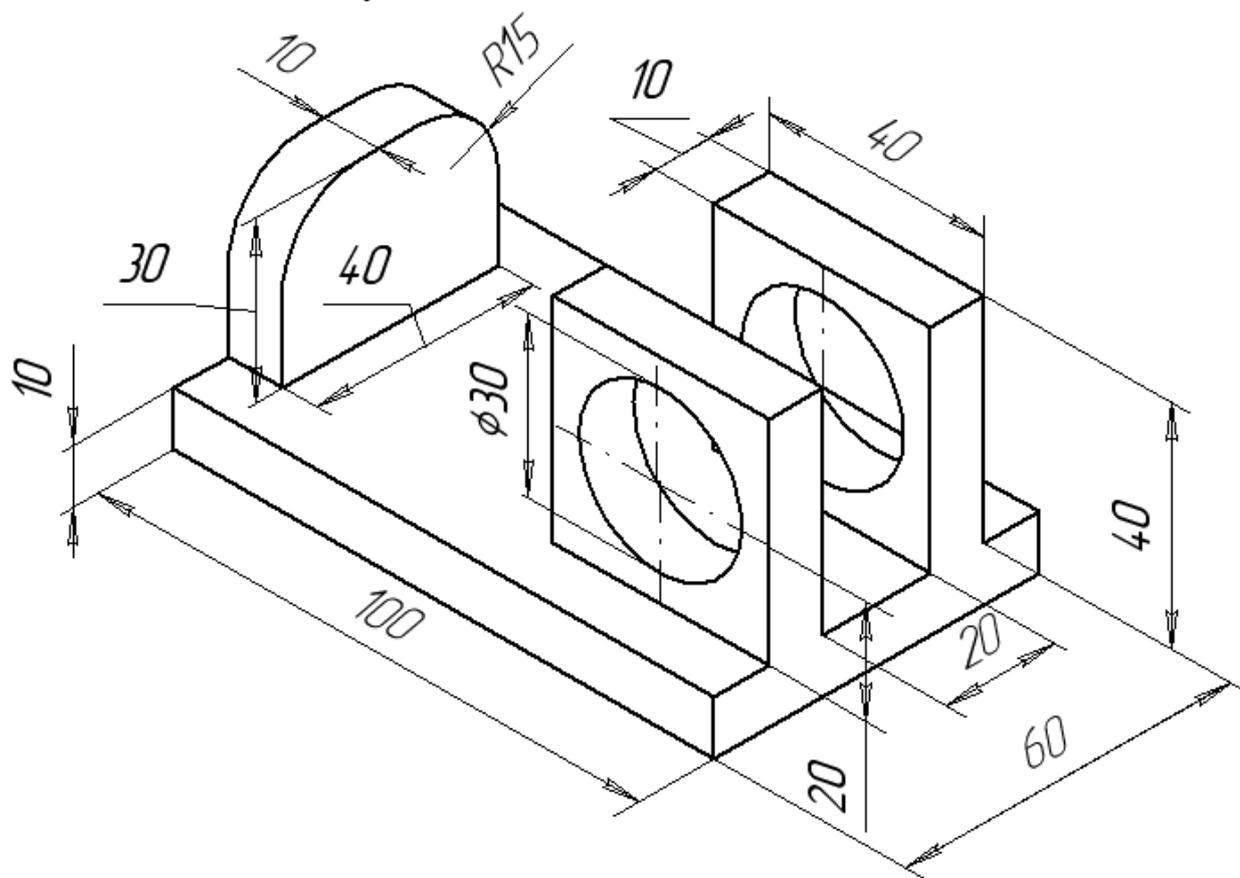
№5



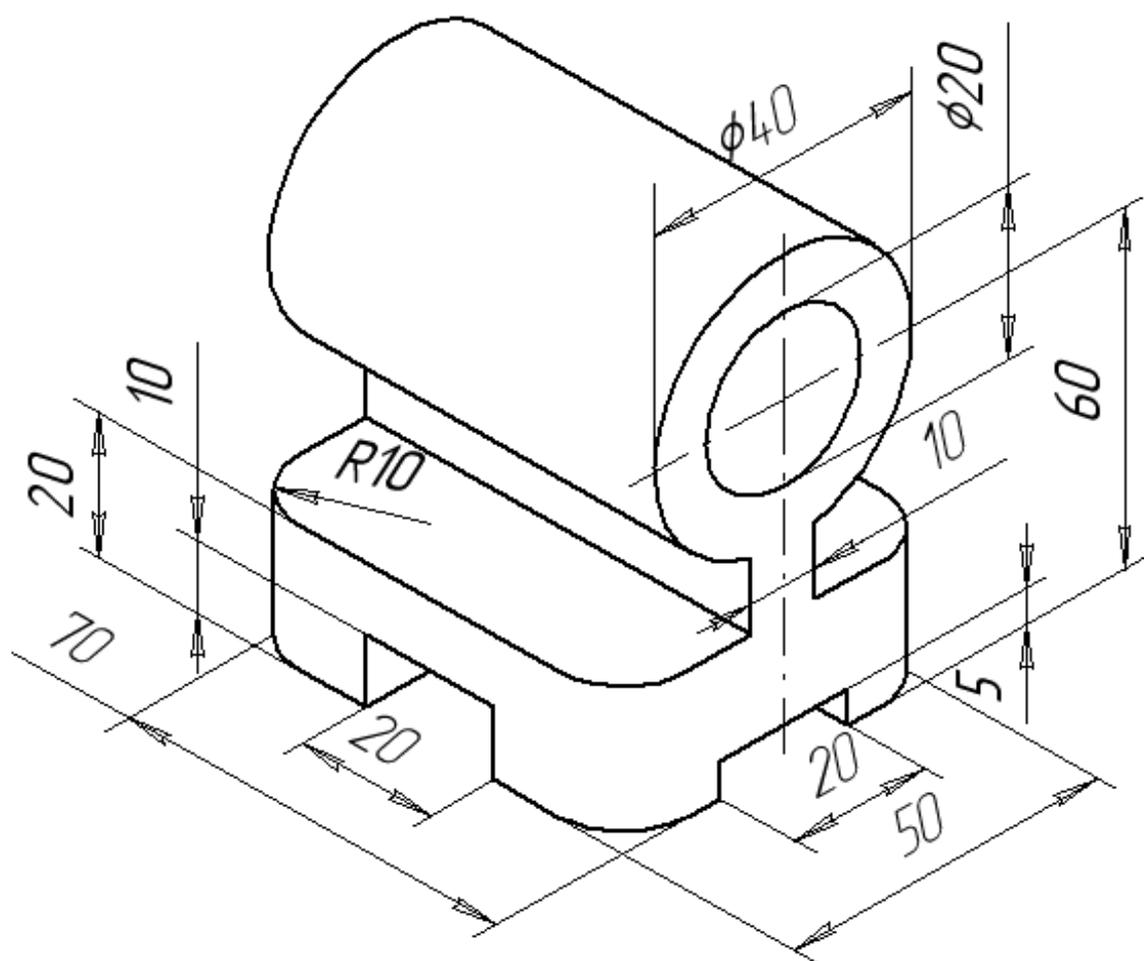
№6



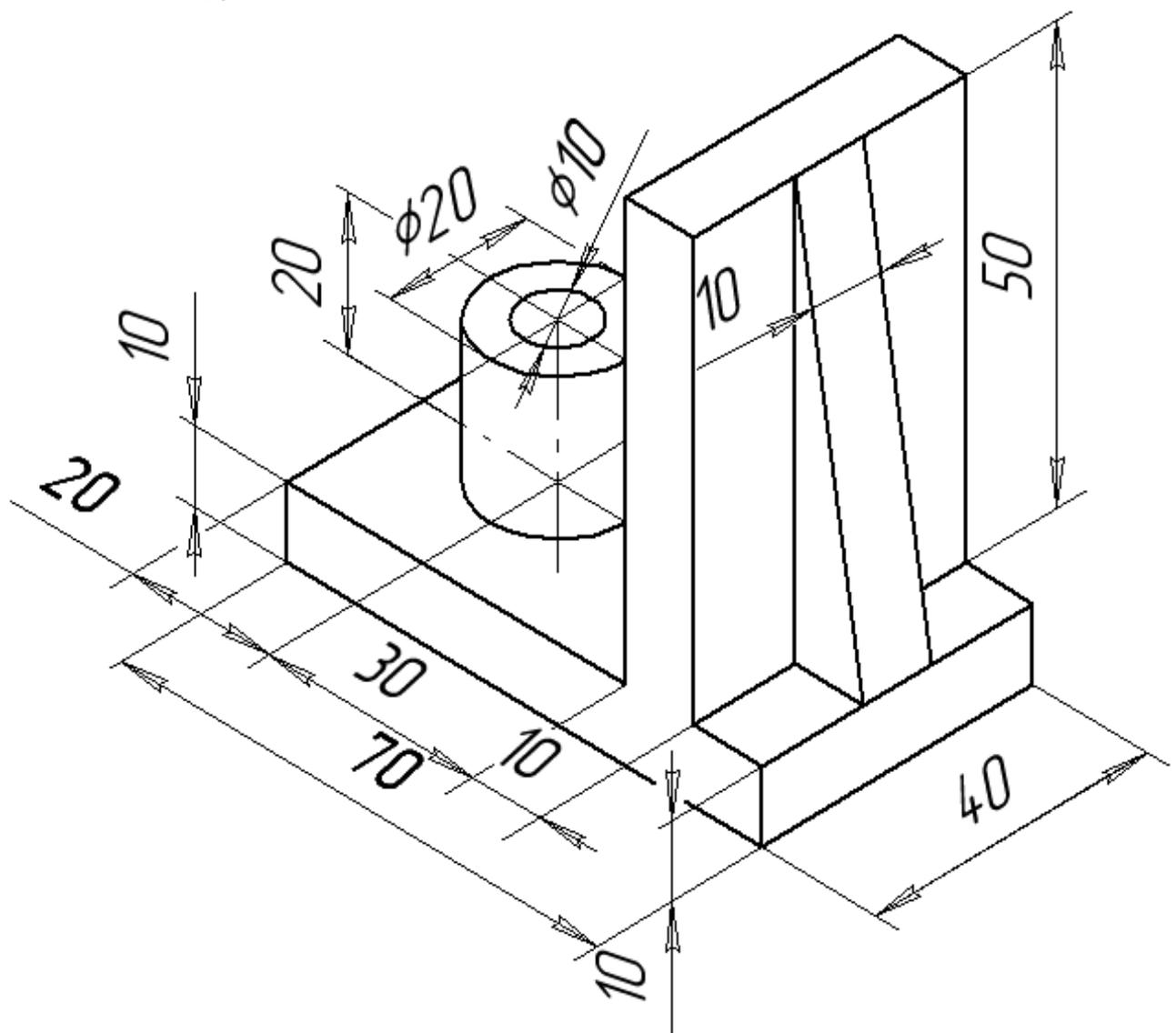
№ 7



№ 8



№ 9



## Варианты индивидуальных задач для задания 2

**Выполните вставку текста средствами КОМПАС. Первая строка текста имеет привязку к точке с координатами в центре экрана. Текст должен содержать следующие данные:**

*Строка 1:* Фамилия Имя Отчество учащегося.

*Строка 2:* Полное название учреждения образования.

*Строка 3:* Название и шифр специальности. Номер группы.

*Строка 4:* Полный номер зачётной книжки

Введенный текст форматировать согласно предложенному варианту, вывести текст на печать используя формат А4 используя копирование экрана с отображением координат курсора поставленного в точку привязки.

**Таблица 2**

№	Высота символа	Сужение	Шаг строк	Стиль текста	Шрифт
10	4.0	1.0	7.0	Текстовый документ	Arial Narrow
11	4.0	1.1	7.0	Текстовый документ	Arial Black
12	4.0	1.2	7.0	Текстовый документ	Arial Bflic
13	4.0	1.3	7.0	Текстовый документ	Arial
14	4.0	1.4	7.0	Текстовый документ	Times New Roman
15	4.0	1.5	7.0	Текстовый документ	Arial CE
16	4.0	1.0	7.0	Текстовый документ	Times New Roman Cyr
17	4.0	1.1	7.0	Текстовый документ	Times New Roman Cyr
18	4.0	1.2	7.0	Текстовый документ	Arial Narrow
19	4.0	1.3	7.0	Текстовый документ	Times New Roman Cyr
20	4.0	1.4	7.0	Текстовый документ	Arial Narrow
21	4.0	1.5	7.0	Текстовый документ	Arial Narrow
22	4.0	1.1	7.0	Текстовый документ	Arial Black
23	4.0	1.2	7.0	Текстовый документ	Arial Bflic
24	4.0	1.3	7.0	Текстовый документ	Times New Roman
25	4.0	1.4	7.0	Текстовый документ	Arial Narrow
26	4.0	1.5	7.0	Текстовый документ	Verdana
27	4.0	1.0	7.0	Текстовый документ	Arial Narrow
28	4.0	1.1	7.0	Текстовый документ	Arial Narrow
29	4.0	1.2	7.0	Текстовый документ	Arial Black
30	4.0	1.3	7.0	Текстовый документ	Arial Bflic

### Варианты индивидуальных задач для задания 3

Используя программу MathCAD постройте графики функций в одной системе координат, результат выполнения скопируйте вместе с экраном и распечатайте

Таблица 3

№ задачи	Функция	№ задачи	Функция
31	$y=1/(x^2+1)$ $y=x+1$	44	$y = -3x^2+12x$ $y=5x-2$
32	$y = -3x^2+12x$ $y=x-2$	45	$y = x^2+5x+4$ $y=2x-3$
33	$y = x^2+5x+4$ $y=2x-2$	46	$y = x^3-3x$ $y=x-3$
34	$y = -x^2+2x+15$ $y=3x$	47	$y = 3x^3-x$ $y=x-4$
35	$y = 2x^2-8x$ $y=3x-2$	48	$y = x^3+6x^2+9x+8$ $y=2x-7$
36	$y = 1/3(x)^3-9$ $y=x-3$	49	$y = 1/(1-x^2)$ $y=x-2$
37	$y = x^3-3x$ $y=1/2x-2$	50	$y = -x^4+8x=9$ $y=1/3x-3$
38	$y = 3x^3-x$ $y=x-2$	51	$y = -x^2+2x+15$ $y=2x-5$
39	$y = -x^3+x$ $y=x-1/2$	52	$y=1/(x^2+1)$ $y=6x-3$
40	$y = 1/4 x^3$ $y=5x-2$	53	$y = 1/4 x^4$ $y=4x$
41	$y = 1/5 x^2$ $y=6x-3$	54	$y = 1/5 x^5$ $y=1/4x-3$
42	$y = x^3+6x^2+9x+8$ $y=3x-2$	55	$y = x^3+6x^2+9x+8$ $y=x-3$
43	$y = 1/(1-x^2)$ $y=8x-3$	56	$y = -x^4+8x-9$ $y=6x-2$

### Варианты индивидуальных задач для задания 4

Выбрать из таблицы 4 интеграл в соответствии с индивидуальным вариантом задания

Используя программу MathCAD вычислите определённый интеграл (в отчёте опишите порядок выполнения действий на ПЭВМ)

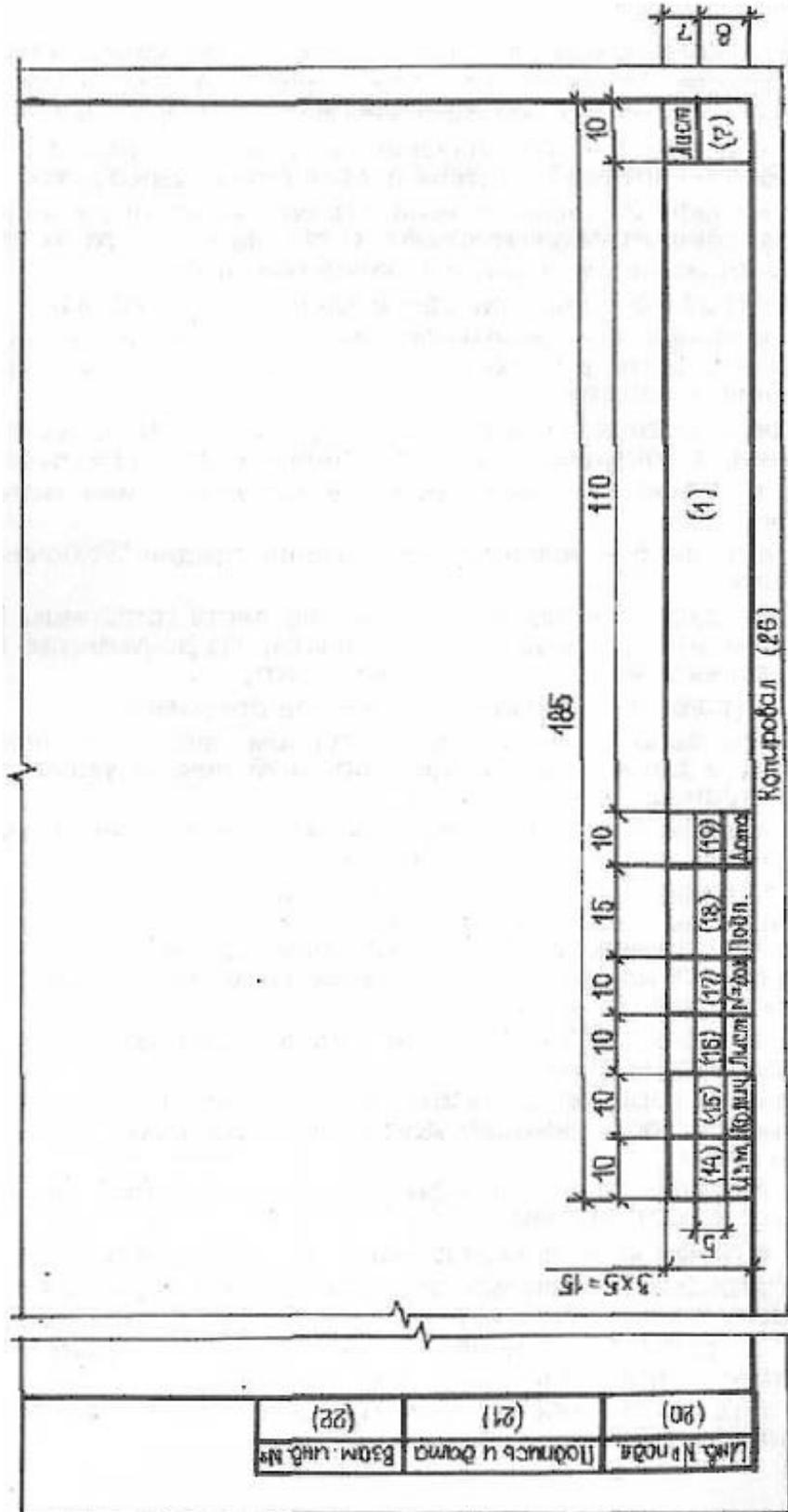
Таблица 4

№ задачи	Функция	№ задачи	Функция
57	$\int_0^2 x^2 dx$	70	$\int_1^3 (x^3 + 2) dx$
58	$\int_{-2}^3 (4x^3 - 3x^2 + 2x + 1) dx$	71	$\int_1^3 (x^4 + 4) dx$
59	$\int_1^2 x^3 dx$	72	$\int_1^3 (x^3 + 9) dx$
60	$\int_1^3 x^4 dx$	73	$\int_0^2 x^2 dx$
61	$\int_{-1}^3 (x^3 + 2x) dx$	74	$\int_{-2}^3 (4x^3 - 3x^2 + 2x + 1) dx$
62	$\int_{1/2}^1 \frac{dx}{x^3}$	75	$\int_1^2 x^3 dx$
63	$\int_{1/3}^{1/2} \frac{dx}{x^2}$	76	$\int_{-1}^3 (x^3 + 2x) dx$
64	$\int_0^4 \sqrt{x} dx$	77	$\int_{1/2}^1 \frac{dx}{x^3}$
65	$\int_1^3 \sqrt[3]{x^2} dx$	78	$\int_{1/3}^{1/2} \frac{dx}{x^2}$
66	$\int_0^1 (1 + x^2) dx$	79	$\int_0^4 \sqrt{x} dx$
67	$\int_1^3 (x^3 + 2) dx$	80	$\int_1^3 \sqrt[3]{x^2} dx$
68	$\int_1^3 (x^4 + 4) dx$	81	$\int_0^1 (1 + x^2) dx$
69	$\int_1^3 (x^3 + 9) dx$	82	$\int_1^3 x^4 dx$

Приложение 1

ГОСТ 21.101-93

Форма 6 - Основная надпись и дополнительные графы к ней для чертежей изделий и текстовых документов (последующие листы)



*Указания о заполнении основной надписи и дополнительных граф к ней*

В графах основной надписи и дополнительных графах к ней (номера граф на формах показаны в скобках) указывают:

- а) в графе 1 - обозначение документа (основного комплекта рабочих чертежей, чертежа изделия, текстового документа и др.);
- б) в графе 2 - наименование предприятия (в т.ч. учреждения и предприятия обслуживания), в состав которого входит здание (сооружение), или наименование микрорайона;
- в) в графе 3 - наименование здания (сооружения);
- г) в графе 4 - наименование изображений, помещенных на данном листе, в точном соответствии с наименованиями изображений на чертеже.

Наименования спецификаций и других таблиц, а также текстовых указаний, относящихся к изображениям, в графе не указывают;

- д) в графе 5 - наименование изделия и/или наименование документа;
- е) в графе 6 - условное обозначение стадии “Рабочая документация” – “Р”;
- ж) в графе 7 - порядковый номер листа (страницы текстового документа при двусторонней печати). На документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют;
- и) в графе 8 - общее число листов документа.

Графу заполняют только на первом листе. На первом листе текстового документа при двусторонней печати указывают общее число страниц;

- к) в графе 9 - наименование или различительный индекс организации, разработавшей документ;
- л) в графе 10 - характер работы (разработал, проверил, нормоконтроль, утвердил); допускается свободные строки заполнять по усмотрению разработчика должностями лиц, ответственных за выпуск документа (гл. инженер (архитектор) проекта, начальник отдела, гл. специалист и т.п.);
- м) в графах 11-13 - фамилии и подписи лиц, указанных в графе 10, и дату подписания.

Если необходимо согласование документа, то подписи должностных лиц, согласовывающих документ, размещают на поле для подшивки листа;

- н) графах 14-19 - графы таблицы изменений, которые заполняют в соответствии с 7.5.19;
- п) графе 20 - инвентарный номер подлинника;
- р) графе 21 - подпись лица, принявшего подлинник на хранение, и дату приемки (число, месяц, год);
- с) графе 22 - инвентарный номер подлинника документа, взамен которого выпущен подлинник;
- т) графе 23 - обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей);
- у) графе 24 - массу изделия, изображенного на чертеже, в килограммах без указания единицы измерения. Допускается указывать массу в других единицах измерения с указанием их.

*Пример* - 2,4 т;

- ф) в графе 25 - масштаб (проставляют в соответствии с ГОСТ 2.302);

ш) в графе 26 - подпись лица, копировавшего чертеж.

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 **Компас-3D V9. Руководство пользователя. – Аскон, 2007.**
- 2 Пачкорья О.Н. **Пособие по выполнению лабораторных и практических работ в системах КОМПАС-ГРАФИК и КОМПАС-3D. – М.: МГТУ ГА, 2001.**
- 3 **Информатика : Учебник/ под ред Н.В. Макаровой – М ., 1997.**
- 4 **Прикладная информатика: Учеб. Пособие/ под ред.А.Н. Морозевича – Мн., 2003.**
- 5 Н.В. Макарова **Компьютерное делопроизводство: учебный курс – СПб., 2002**
- 6 **Информатика Базовый курс: Учебник/ под ред С.В. Симоновича – СПб ., 2004**
- 7 **ГОСТ 21.101-93**
- 8 Большаков В.П. **Инженерная и компьютерная графика: практикум В.П.Большаков. СПб., 2004**
- 9 Миронова Р.С., **Сборник заданий по инженерной графике / Р.С Миронова, Б.Г.Миронов. М., 2000.**