

Владимир Большаков

ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА Практикум

Санкт-Петербург

«БХВ-Петербург»

2004

УДК 681.3.06(076.1)
ББК 32.973я7
Б79

Большаков В. П.

Б79 Инженерная и компьютерная графика. Практикум. — СПб.: БХВ-Петербург, 2004. — 592 с.: ил.

ISBN 5-94157-479-7

Рассмотрены вопросы решения чертежно-графических задач средствами двумерной графики, типовые вопросы подготовки конструкторской документации, способы решения задач инженерной графики методами трехмерного твердотельного моделирования. Приведен обзор применения компьютерных технологий в изучении геометрических и графических дисциплин, обобщен организационно-методический опыт проведения в компьютерных классах занятий по инженерной и компьютерной графике и соответствующих олимпиад. Большинство приведенных заданий ориентированы на использование системы КОМПАС-3D LT.

Приложения содержат варианты практических заданий, сведения из ГОСТов, таблицы с оценками ошибок и недостатков выполнения чертежей, в том числе на компьютере..

*Для студентов и преподавателей высших и средних учебных заведений,
учителей и учащихся общеобразовательных и профильных школ*

УДК 681.3.06(076.1)

ББК 32.973я7

Группа подготовки издания:

Главный редактор	<i>Екатерина Кондукова</i>
Зам. гл. редактора	<i>Людмила Еремеевская</i>
Зав. редакцией	<i>Григорий Добин</i>
Редактор	<i>Татьяна Лапина</i>
Компьютерная верстка	<i>Натальи Караваевой</i>
Корректоры:	<i>Елена Самсонович, Светлана Симуни</i>
Дизайн обложки	<i>Игоря Цырульникова</i>
Зав. производством	<i>Николай Тверских</i>

Лицензия ИД № 02429 от 24.07.00. Подписано в печать 17.09.04.

Формат 70×100^{1/16}. Печать офсетная. Усл. печ. л. 47,73.

Тираж 4000 экз. Заказ № 932.

"БХВ-Петербург", 190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29.

Гигиеническое заключение на продукцию, товар № 77.99.02.953.Д.001537.03.02 от 13.03.2002 г. выдано Департаментом ГСЭН Минздрава России.

Отпечатано с готовых диапозитивов
в ОАО "Техническая книга"
190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 29.

ISBN 5-94157-479-7

© Большаков В. П., 2004

© Оформление, издательство "БХВ-Петербург", 2004

Содержание

Введение	1
Концептуальные особенности книги	1
Для кого предназначен этот практикум?	2
Структура книги.....	3
Планируемые учебные цели выполнения заданий	3
Об авторе.....	16
ЧАСТЬ I. РЕШЕНИЕ ЧЕРТЕЖНО-ГРАФИЧЕСКИХ ЗАДАЧ СРЕДСТВАМИ ДВУМЕРНОЙ ГРАФИКИ	17
Глава 1. Принципы использования двумерных редакторов	19
1.1. Режимы работы в двумерном редакторе чертежей	19
1.2. Создание изображений. Графические примитивы	21
1.3. Редактирование изображений	24
1.4. Оформление элементов чертежа	26
1.5. Создание и использование групп графических примитивов.....	34
1.6. Вывод документов на печать	39
Глава 2. Графическое отображение информации о форме и геометрии деталей	42
2.1. Изображение плоской детали. Нанесение размеров	42
2.2. Построение горизонтальной проекции детали	50
2.3. Построение видов детали сверху и слева	52
2.4. Расположение видов на чертеже	52
2.5. Выполнение двухпроекционного чертежа детали	54
2.6. Выполнение трёхпроекционного чертежа детали	54

Глава 3. Построение аксонометрических проекций	56
3.1. Построение прямоугольной изометрической проекции детали.....	58
3.2. Построение аксонометрии на основе использования изображений базовых объемных элементов.....	59
3.3. Построение аксонометрии и развёртки многогранника.....	60
Глава 4. Геометрические построения и вычисления при выполнении изображений	62
4.1. Геометрические построения при выполнении чертежей.....	62
4.2. Геометрический калькулятор	63
4.3. Измерение характеристик плоских и пространственных объектов.....	70
4.4. Примеры решения планиметрических и стереометрических задач с помощью двумерных редакторов.....	74
Глава 5. Элементы автоматизированного конструирования при графическом изображении деталей	78
5.1. Проекционные задачи	78
5.2. Выполнение разрезов	80
5.3. Дополнение главного вида детали сечениями и разрезом.....	82
5.4. Построение главного вида детали по заданным сечениям и разрезу	83
5.5. Нанесение размеров разных типов.....	84
5.6. Вырез четверти втулки на аксонометрической проекции	86
5.7. Чертеж преобразованного вырезом объекта.....	89
5.8. Чертеж преобразованного сдвигом объекта.....	90
Глава 6. Изображение резьбы, резьбовых и шпоночных соединений.....	92
6.1. Изображение резьбы	92
6.2. Изображение резьбовых соединений	96
6.3. Изображение резьбовых соединений с крепёжными деталями	98
6.4. Шпоночное соединение.....	105
Глава 7. Выполнение и редактирование сборочных чертежей и схем	107
7.1. Содержание спецификации и сборочного чертежа.....	107
7.2. Сборочный чертеж изделия с паяными соединениями	111
7.3. Изображение изделия по описанию его сборки	113
7.4. Сборочный чертеж армированного изделия.....	116
7.5. Сборочный чертеж изделия с клепаными соединениями	121
7.6. Завершение выполнения сборочного чертежа и спецификации	123
7.7. Редактирование электрической принципиальной схемы и заполнение перечня элементов	127

ЧАСТЬ II. СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ В СИСТЕМЕ КОМПАС-3D LT	133
Глава 8. Введение в трехмерное моделирование	135
8.1. Геометрические модели в автоматизированном конструировании	135
8.2. Виды трехмерного моделирования	137
8.3. Общие принципы твердотельного моделирования деталей и сборок	142
Глава 9. Общие сведения о системе КОМПАС-3D LT	145
9.1. Основные типы документов	145
9.2. Основные элементы интерфейса	146
9.3. Использование контекстных меню	150
9.4. Управление масштабом и сдвигом изображения модели	151
9.5. Поворот модели	151
9.6. Управление ориентацией детали	152
9.7. Управление режимом отображения детали	154
9.8. Дерево построения детали	155
9.9. Дополнительные возможности профессиональной версии КОМПАС-3D	156
Глава 10. Приемы создания модели детали	161
10.1. Система координат и плоскости проекций	161
10.2. Создание основания детали	162
10.3. Приклеивание и вырезание дополнительных элементов	174
10.4. Дополнительные конструктивные элементы	182
10.5. Отсечение, зеркальное копирование и построение массивов элементов	186
10.6. Построения вспомогательных элементов	187
10.7. Ассоциативный чертеж детали	191
Глава 11. Практикум по трехмерному моделированию деталей	198
11.1. Основание	199
11.2. Вкладыш	204
11.3. Радиатор игольчатый	208
11.4. Уголок	211
11.5. Втулка	214
11.6. Кронштейн	218
11.7. Корпус	223
11.8. Опора	228

Глава 12. От трехмерной модели к плоскому чертежу	231
12.1. Внедрение трехмерного моделирования для модификации учебных заданий.....	231
12.2. Построение трехмерных моделей для создания чертежей деталей	235
12.3. Детализование сборочного чертежа.....	239
Глава 13. Введение в создание параметризованных чертежей.....	246
13.1. Основные понятия параметризации чертежей	246
13.2. Основные сведения о чертеже комплексной детали	248
13.3. Пример синтеза и параметризации модели комплексной детали	250
13.4. Особенности выполнения учебного задания.....	252
13.5. Создание параметризованных чертежей в системе КОМПАС-ГРАФИК.....	252
 ЧАСТЬ III. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИЗУЧЕНИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ И ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН	 265
Глава 14. Информатизация преподавания геометрических и графических дисциплин.....	267
14.1. Информатизация преподавания черчения в школе.....	267
14.2. Дидактические единицы геометрических и графических общепрофессиональных дисциплин.....	271
14.3. Некоторые аспекты использования информационных технологий при изучении чертежно-графических дисциплин	276
Глава 15. Олимпиады по дисциплинам графического цикла	280
15.1. Всероссийская студенческая олимпиада по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике	280
15.2. Всероссийская дистанционная олимпиада по дисциплинам графического цикла.....	286
15.3. Городская олимпиада студентов вузов Санкт-Петербурга.....	289
15.4. Система оценки компьютерного выполнения чертежей.....	295
 ПРИЛОЖЕНИЯ	 299
Приложение 1. Варианты учебных заданий	301
Задания варианта 1	301
Задания варианта 2	312

Задания варианта 3	323
Задания варианта 4	334
Задания варианта 5	345
Задания варианта 6	356
Задания варианта 7	367
Задания варианта 8	378
Задания варианта 9	389
Задания варианта 10	400
Задания варианта 11	411
Задания варианта 12	422
Задания варианта 13	433
Задания варианта 14	444
Задания варианта 15	455
Задания варианта 16	466
Задания варианта 17	477
Задания варианта 18	488
Задания варианта 19	499
Задания варианта 20	506
Задания варианта 21	513
Задания варианта 22	520
Задания варианта 23	527
Задания варианта 24	534
Задания варианта 25	541
Задания варианта 26	548
Задания варианта 27	555
Приложение 2. Сведения из ГОСТов	562
Приложение 3. Система оценки правильности выполнения конструкторских документов.....	569
Список литературы	575

Введение

Книги, аналогичные данной, особенно актуальны в сложившейся ситуации, когда учащимся, школам и вузам предлагаются некоммерческие версии САД-систем (Computer Aided Design — конструирование, поддержанное компьютером), а издания с учебно-методическим обеспечением проведения занятий и для индивидуального изучения инженерной графики на современном уровне полностью отсутствуют.

Наиболее широко учащиеся вузов, колледжей, школ применяют некоммерческую версию КОМПАС-3D LT. К сожалению, разработчики аналогичных САД-систем еще не оценили всех положительных аспектов внедрения в сферу образования некоммерческих версий своих продуктов.

По данным АО "АСКОН" — разработчика системы КОМПАС-3D (www.ascon.ru), указанную систему используют более чем на 2000 предприятиях в разных странах и отраслях промышленности. В учебные заведения передано 3440 образовательных лицензий профессионального программного обеспечения КОМПАС. 475 учебных заведений — пользователи системы КОМПАС по университетской лицензии.

Все задания сборника наилучшим образом выполняются с помощью редакторов КОМПАС, поэтому Практикум может служить и практическим пособием по освоению этих редакторов.

Концептуальные особенности книги

Особенности книги, на которые следует обратить внимание:

- предметом книги является решение задач инженерной графики средствами двумерной и трехмерной компьютерной графики;
- содержание книги соответствует требованиям к обязательному минимуму образовательной программы общепрофессиональной дисциплины "Инженерная графика";

- книга дополнена необходимыми для выполнения заданий сведениями из соответствующих ГОСТов;
- исходные данные в заданиях подготовлены так, чтобы продуктивные графические построения на компьютере были ориентированы на заданные темы;
- последовательность представления заданий в первой части Практикума обеспечивает 2 уровня постепенного освоения двумерных редакторов. Первый уровень наполнен дидактическими единицами школьных программ по черчению;
- особенности выполнения большинства заданий раскрываются в рисунках, на которых показана последовательность операций, связанных с построениями тех или иных изображений;
- форма и содержание разработанных заданий позволяют выполнить их в графических средах различных САД-систем;
- дидактические материалы могут быть использованы и для обучения по традиционным (без применения информационных технологий) методикам;
- использование заданий практикума обеспечивает непрерывность чертежно-графического образования в системе школа — вуз и внедрение дистанционных форм обучения.

Для кого предназначен этот практикум?

Практикум предназначен для студентов и преподавателей вузов и колледжей, учителей и школьников и обеспечивает компьютерную поддержку изучения курсов чертежно-графической направленности:

- в вузах и колледжах: 10 заданий в 27 вариантах предназначены для студентов всех технических направлений вузов и колледжей, изучающих "Инженерную и компьютерную графику", "Инженерную компьютерную графику" или "Инженерную графику". Большинство остальных заданий могут использоваться на начальных этапах обучения студентов без школьной чертежно-графической подготовки, в том числе студентов-иностранцев;
- на подготовительных отделениях вузов;
- на курсах повышения квалификации учителей-предметников; в педагогических вузах при подготовке по специальности "Изобразительное искусство и черчение" или "Дизайн";
- в школах, в курсе "Черчение с элементами компьютерной графики" и для обучения по другим программам курса "Черчение", по которым школьники знакомятся с основами разработки компьютерных чертежей.

Структура книги

Практикум состоит из трех частей и имеет три приложения:

- в *первой части* рассмотрены вопросы решения чертежно-графических задач средствами двумерной графики;
- *вторая часть* знакомит читателя с решением задач инженерной графики методами трехмерного твердотельного моделирования;
- в *третьей части* дан обзор использования компьютерных технологий при изучении геометрических и графических дисциплин. Рассмотрено содержание заданий на студенческих олимпиадах по инженерной и компьютерной графике;
- *приложение 1* содержит 18 вариантов заданий (1—18) по 26 темам и 8 вариантов заданий (19—27) по 12 темам;
- в *приложении 2* предоставлены сведения из ГОСТов;
- в *приложении 3* приведены таблицы с оценками ошибок и недостатков выполнения чертежей, в том числе на компьютере.

Планируемые учебные цели выполнения заданий

Приведенные в этом разделе таблицы (табл. В1—В8) на примере варианта 31 дают представление о содержании учебных заданий Практикума.

Достижение обозначенных в таблицах учебных целей потребует ознакомления с учебными материалами, которыми дополняются рассмотренные в указанных главах примеры выполнения варианта 31.

Таблица В1. Задания главы 2

Глава	Графическое отображение информации о форме и геометрии деталей
Планируемые учебные цели	Формирование знаний об основах прямоугольного проецирования на одну, две и три плоскости проекций, о способах построения изображений на чертежах, об основных правилах нанесения размеров и оформления чертежей деталей.
	Формирование умений выполнять чертежи простых деталей по требованиям стандартов ЕСКД, в том числе с помощью двумерных графических редакторов

Таблица В1 (продолжение)

Формулировка задания

Исходные данные

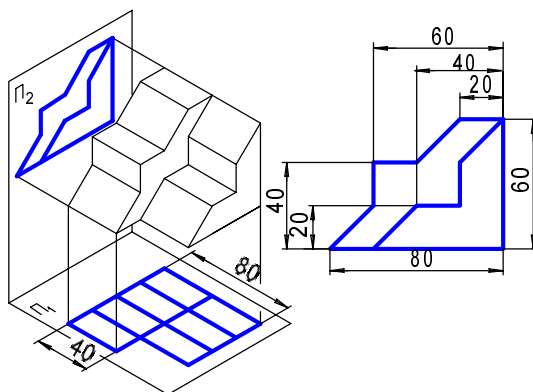
31.1. Завершить изображения плоских деталей по представленным половинкам, ограниченными осью симметрии.

Нанести размеры и указать в таблице их количество

Номер варианта	Номер вопроса	Количество размеров	Ответ
31.1.1	1	Горизонтальные	
	2	Вертикальные	
	3	Диаметров	
	4	Радиусов	
31.1.2	5	Горизонтальные	
	6	Вертикальные	
	7	Диаметров	
	8	Радиусов	

31.2. По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху детали.

Нанести необходимые размеры



31.3. По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху и вид слева детали.

Нанести необходимые размеры

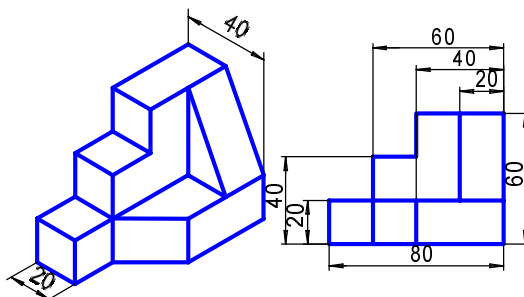


Таблица В1 (продолжение)

Формулировка задания

Исходные данные








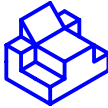












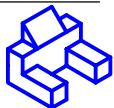





31.4				
	2	3	4	5
				
1				6
				
Ж		31.4.1	31.4.4	3
				
Е				И
				
Г		31.4.2	31.4.5	К
				
В				Л
				
Б		31.4.3		М
				
А				Н
Виды		Виды		
		Вариант 31		
По наглядным изображениям деталей, используя представленный набор изображений, расположить в соответствующих местах виды спереди, сверху и слева, как это показано на примере. Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.				
31.4.1	31.4.2	31.4.3	31.4.4	31.4.5

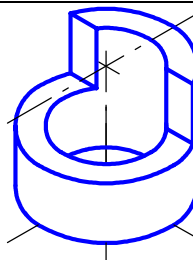
Таблица В1 (окончание)

Формулировка задания

Исходные данные

31.5. По аксонометрическому изображению выполнить в глазомерном масштабе виды спереди и сверху втулки.

Нанести необходимые размеры



31.6. По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертеж.

Нанести необходимые размеры

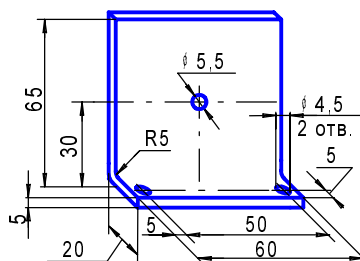


Таблица В2. Задания главы 3

Глава

Построение аксонометрических проекций

Планируемые учебные цели

Формирование знаний о способах построения аксонометрических проекций.

Формирование умений создавать и редактировать изображения объемных объектов, в том числе с помощью двумерных графических редакторов

Формулировка задания

Исходные данные

31.7. По прямоугольным проекциям построить прямоугольную изометрию

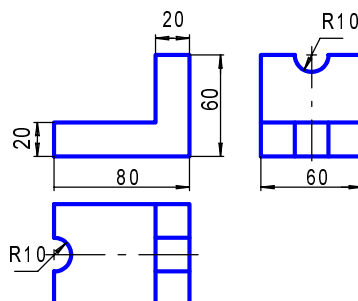
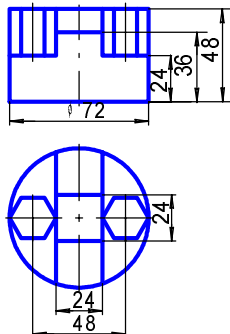


Таблица В2 (окончание)

Формулировка задания**Исходные данные**

31.8. По заданным прямоугольным проекциям, используя библиотеку изображений трехмерных элементов, построить прямоугольную изометрию детали



31.9. По прямоугольным проекциям, используя библиотеку изображений трехмерных элементов, изобразить трехмерную модель многогранника и его развертку

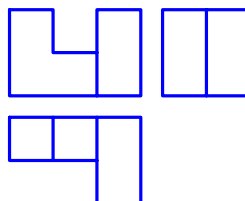


Таблица В3. Задания главы 4

Глава

Геометрические построения при выполнении чертежей

Планируемые учебные цели

Формирование знаний об основах геометрических построений на примерах выполнения изображений плоских деталей с элементами сопряжений.

Формирование умений использовать средства вспомогательных построений графических редакторов

Формулировка задания**Исходные данные**

31.10 Выполнить чертеж плоской детали с элементами сопряжений.

Нанести размеры

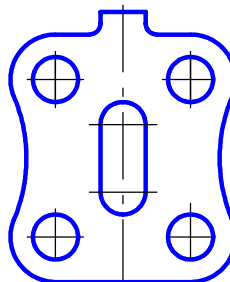


Таблица В4. Задания главы 5

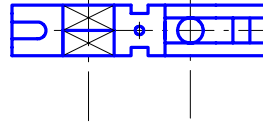
Глава	Элементы автоматизированного конструирования при графическом изображении деталей
Планируемые учебные цели	<p>Формирование знаний о правилах изображения предметов (виды, разрезы, сечения) и нанесения размеров разных типов.</p> <p>Формирование умений преобразовывать простые геометрические формы детали с последующим выполнением чертежа видоизмененной детали.</p> <p>Формирование умений выполнять чертежи деталей на основе интенсификации процедур создания графических фрагментов</p>
Формулировка задания	Исходные данные
<p>31.11.1. Построить вид слева по двум заданным проекциям</p> <p>31.11.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью</p> <p>31.11.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям</p> <p>31.11.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта</p>	
<p>31.12.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза</p> <p>31.12.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза</p> <p>31.12.3. Дополнить главное изображение недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез</p> <p>31.12.4. Завершить изображение, соединив половину вида и половину разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления</p>	

Таблица В4 (окончание)

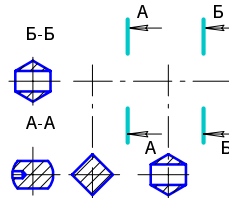
Формулировка задания

Исходные данные

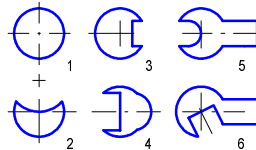
31.13. Дополнить главный вид двумя симметричными, двумя несимметричными сечениями и разрезом



31.14. По заданным сечениям и разрезу Б-Б построить главный вид вала

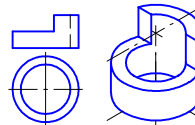


31.15. Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры

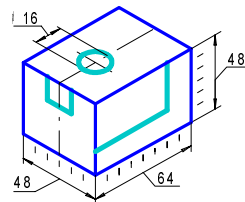


31.16. По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки.

На аксонометрической выполнить вырез четверти втулки



31.17. Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке



31.18. Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой выступы, выделенные штриховкой, заменяются смежными выемками тех же форм и размеров

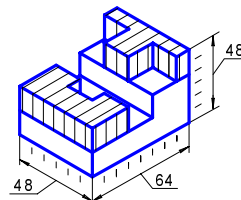


Таблица В5. Задания главы 6

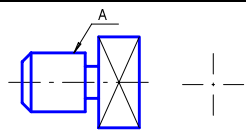
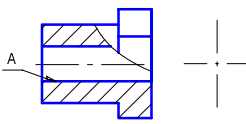
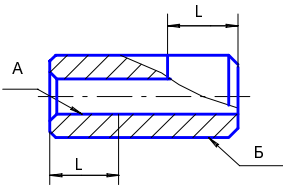
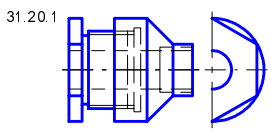
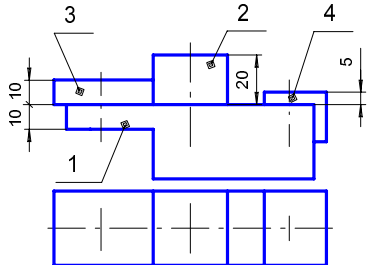
Глава	Изображение резьбы и резьбовых и шпоночных соединений
<p>Планируемые учебные цели</p> <p>Формирование знаний о правилах изображения и нанесения обозначения резьбы на чертежах, о правилах выполнения чертежей резьбовых и шпоночных соединений.</p> <p>Формирование умений создавать и редактировать чертежи деталей с резьбой, резьбовых соединений и шпоночных соединений</p>	
Формулировка задания	Исходные данные
<p>31.19.1. Изобразить и обозначить резьбу метрическую с крупным шагом на поверхности А. Построить вид слева</p>	
<p>31.19.2. Изобразить и обозначить резьбу метрическую с мелким шагом на поверхности А. Построить вид слева</p>	
<p>31.19.3. Показать условное изображение резьбы при длине L нарезанной части на поверхностях А и Б</p>	
<p>31.20.1. Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза</p>	
<p>31.20.2. Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе</p>	
<p>31.21. Завершить сборочный чертеж, изобразив соединение основания 1 с накладкой 2 шпилькой М10 (ГОСТ 22036–76), с пластиной 3 – болтом М10 (ГОСТ 7798–80), с угольником 4 – винтом М10 (ГОСТ 1491–80). Заполнить раздел "Стандартные изделия" спецификации, указав выбранные крепежные детали</p>	

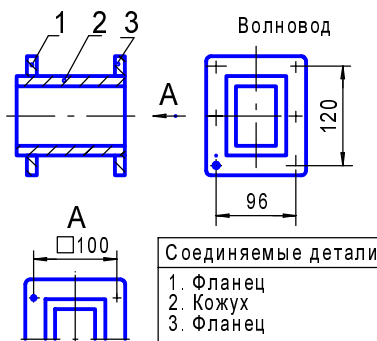
Таблица В6. Задания главы 7

Глава	Выполнение и редактирование сборочных чертежей и схем
Планируемые учебные цели	<p>Формирование знаний об основных требованиях к выполнению сборочных чертежей, к заполнению спецификаций, к выполнению электрических принципиальных схем и к заполнению перечней элементов.</p> <p>Формирование умений выполнять и редактировать электрические принципиальные схемы, а также сборочные чертежи: изделий с паяными соединениями; армированных изделий; изделий, состоящих из 3–7 деталей, по описанию сборки; изделий со спецификацией, включающей 15...22 позиционных обозначений</p>

Формулировка задания **Исходные данные**

31.22. Завершить сборочный чертеж изделия с паяными соединениями.

Заполнить спецификацию



31.23. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.

Оформить сборочный чертеж.

Заполнить спецификацию

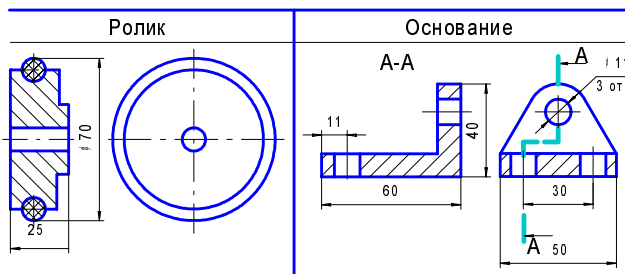
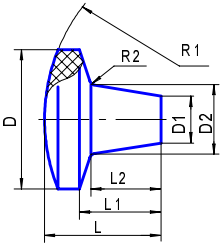
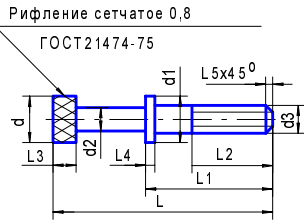


Таблица В6 (продолжение)

Формулировка задания **Исходные данные**

31.24. По приведенным в таблицах данным, используя показанные изображения арматуры и пластмассовой части армированного изделия, выполнить чертёж этого изделия.

Заполнить спецификацию

Армированное изделие - винт специальный																	
Пластмассовая часть					Арматура - винт												
																	
L	L1	L2	D	D1	D2	R1	R2	L	L1	L2	L3	L4	L5	d	d1	d2	d3
50	35	30	60	20	40	80	3	95	55	35	10	4	3	20	20	10	M12
Материал Фенопласт Вл ГОСТ 5689-79					Материал Латунь Л63 ГОСТ 15527-70												

31.25. Отредактировать схему генератора квадратного по требованиям стандартов ЕСКД.

Заполнить перечень элементов

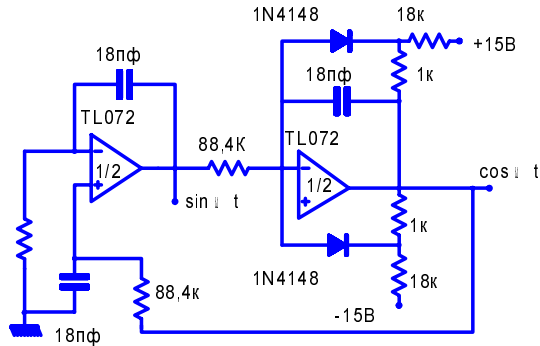


Таблица В6 (окончание)

Формулировка задания **Исходные данные**

31.26. Завершить сборочный чертёж, используя данные спецификации, изобразив следующие соединения:

А — болтовое — фланца 5 с корпусом 1;

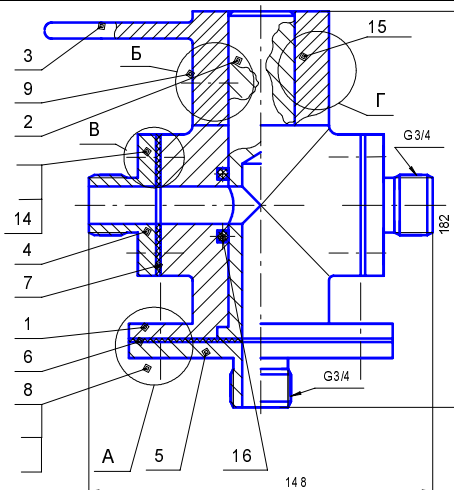
Б — винтовое — рукоятки 3 с пробкой 2;

В — шпилечное — фланца 5 с корпусом 1;

Г — шпоночное — рукоятки 3 с пробкой 2.

Завершить заполнение и оформление спецификации.

По данным завершенных сборочного чертежа и спецификации выполнить детализирование на основе трехмерного моделирования деталей



Форм. зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
			Документация		
		ПМИГ.ХХХХХХ.031СБ	Сборочный чертёж		
			Детали		
	1	ПМИГ.ХХХХ01.031	Корпус	1	
	2	ПМИГ.ХХХХ02.031	Пробка	1	
	3	ПМИГ.ХХХХ03.031	Рукоятка	1	
	4	ПМИГ.ХХХХ04.031	Фланец	2	
	5	ПМИГ.ХХХХ05.031	Фланец	1	
	6	ПМИГ.ХХХХ06.031	Прокладка	1	
	7	ПМИГ.ХХХХ07.031	Прокладка	2	
			Стандартные изделия		
	8		Болт М12 ... ГОСТ 7798-70	4	
	9		Винт М10 ... ГОСТ 11075-93	1	
			Гайка М ... ГОСТ 5915-70		
			Гайка М ... ГОСТ 5915-70		
			Шайба ... ГОСТ 6402-70		
			Шайба ... ГОСТ 11371-78		
	14		Шпилька М8 ... ГОСТ 22034-76	8	
	15		Шпонка 10x8x36 ГОСТ 23360-78	1	
	16		Кольцо Н1-0x35x2 ГОСТ 9833-61	2	

Таблица В7. Задания главы 12

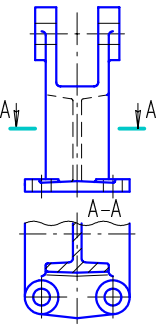
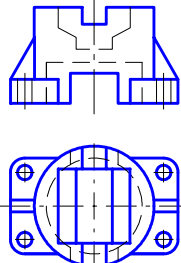
Глава	От трехмерной модели к плоскому чертежу		
<p>Планируемые учебные цели</p>	<p>Закрепление знаний о возможностях формообразующих операций трехмерного моделирования.</p> <p>Формирование умений создавать и редактировать твердотельные модели деталей.</p> <p>Формирование умений из трехмерных моделей создавать, редактировать и оформлять ассоциативные чертежи, в том числе при выполнении детализирования</p>		
Формулировка задания	Исходные данные		
<p>31.27...31.29. По приведенным данным создать трехмерные модели.</p> <p>На ассоциативных чертежах выполнить разрезы и нанести размеры</p>	<p>31.27. Крышка</p> 	<p>31.28. Кронштейн</p> 	<p>31.29. Опора</p> 

Таблица В8. Задания главы 13

Глава	Введение в создание параметризованных чертежей		
<p>Планируемые учебные цели</p>	<p>Формирование представлений о параметризации чертежей и комплексных деталей.</p> <p>Формирование знаний и умений по созданию несложных параметризованных чертежей</p>		

Таблица В8 (окончание)

Формулировка задания	Исходные данные																																																																							
<p>31.30. По изображениям 1...4 выполните чертеж комплексной детали (КД), используя обозначения параметров, принятые в таблице.</p> <p>Для варианта 3 детали заполните таблицу параметров.</p> <p>По чертежу КД создайте вариант 5 с максимальным числом необходимых размеров и заполните соответствующую строку таблицы</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">Таблица параметров</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Варианты деталей</th> <th colspan="3">Горизонтальные размеры</th> <th colspan="3">Вертикальные размеры</th> <th colspan="5">Диаметры</th> </tr> <tr> <th>A1</th> <th>A2</th> <th>A3</th> <th>B1</th> <th>B2</th> <th>B3</th> <th>D1</th> <th>D2</th> <th>D3</th> <th>D4</th> <th>D5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> <td>50</td> <td>0</td> <td>30</td> <td>5</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>5</td> <td>30</td> <td></td> <td>10</td> <td>25</td> <td></td> <td>50</td> <td>20</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Варианты деталей	Горизонтальные размеры			Вертикальные размеры			Диаметры					A1	A2	A3	B1	B2	B3	D1	D2	D3	D4	D5	1	0	0		0	0		50	0	30	5	10	2	5	30		10	25		50	20	0	0	0	3												5											
Варианты деталей	Горизонтальные размеры			Вертикальные размеры			Диаметры																																																																	
	A1	A2	A3	B1	B2	B3	D1	D2	D3	D4	D5																																																													
1	0	0		0	0		50	0	30	5	10																																																													
2	5	30		10	25		50	20	0	0	0																																																													
3																																																																								
5																																																																								

Задания Практикума предназначены для формирования умений по геометрическому моделированию и компьютерной подготовке конструкторской документации. Все разработанные материалы прошли многолетнюю апробацию в учебном процессе. По заданиям Практикума автор проводил занятия со школьниками, студентами различных вузов, преподавателями-предметниками, специалистами промышленности и строительства.

Эффективность графической подготовки по представленным в Практикуме материалам многократно подтверждалась победами студентов СПбГЭТУ "ЛЭТИ" на олимпиадах различных уровней по инженерной и компьютерной графике. Так, в 2003 г. на Всероссийской дистанционной олимпиаде учащейся и студенческой молодежи по дисциплинам графического цикла по разделу "Конструирование и компьютерная графика" победителем стал студент Югорского филиала СПбГЭТУ Павел Черный. С учебной группой Павла автор работал в филиале 8 недель (88 часов аудиторных занятий). Следует заметить, что в школе будущий победитель олимпиады черчение не изучал.

Об авторе

Владимир Павлович Большаков работает доцентом на кафедре прикладной механики и инженерной графики СПГЭТУ "ЛЭТИ" и с 1979 г. преподает общепрофессиональные дисциплины геометрической и графической направленности. Является автором программ по дисциплинам "Инженерная и компьютерная графика", "Инженерная графика", которые в 2000—2001 гг. разрабатывались в СПГЭТУ "ЛЭТИ" по восьми направлениям подготовки бакалавров и семнадцати инженерным специальностям. Автор свыше 150 печатных работ, в том числе 48 авторских свидетельств СССР, 13 методических указаний, 8 учебных пособий для студентов вузов, 4 учебных пособий для учителей и школьников. Большинство учебно-методических изданий содержат результаты разработок по компьютерной поддержке преподавания геометрических и графических дисциплин. В течение нескольких лет проводил на базе Регионального учебного центра информатизации образования Санкт-Петербурга курсы повышения квалификации учителей-предметников по черчению и геометрии. Многие задания глав 2—6 разработаны с учетом пожеланий учителей по черчению.

В. П. Большаковым получено свидетельство об официальной регистрации базы данных № 990059 "Электронный сборник задач по компьютерной графике". Каталог этого сборника с 1999 г. размещен на университетском сайте (www.eltech.ru/misc/graph/index.html). В настоящее время по указанному адресу размещена новая расширенная версия каталога, в котором содержатся примеры представления исходных данных и выполнения 32 заданий по различным темам. Автор электронного сборника заданий по черчению средствами двумерной графики (www.pmig.spb.ru). Организатор проведения в 2000—2004 гг. пяти олимпиад студентов вузов Санкт-Петербурга по инженерной и компьютерной графике (www.eltech.ru/news/graph/index.htm). В 2000 и 2004 гг. организовывал заочное участие команд вузов Санкт-Петербурга в заключительном туре Всероссийской студенческой олимпиады по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике.

По итогам первого Всероссийского конкурса на лучшую учебно-методическую разработку по применению САПР КОМПАС в 2004 г. награжден специальным дипломом "За разработку электронных учебных пособий по САПР КОМПАС".



Часть I

РЕШЕНИЕ ЧЕРТЕЖНО-ГРАФИЧЕСКИХ ЗАДАЧ СРЕДСТВАМИ ДВУМЕРНОЙ ГРАФИКИ

- Глава 1. Принципы использования двумерных редакторов**
- Глава 2. Графическое отображение информации о форме и геометрии деталей**
- Глава 3. Построение аксонометрических проекций**
- Глава 4. Геометрические построения и вычисления при выполнении изображений**
- Глава 5. Элементы автоматизированного конструирования при графическом изображении деталей**
- Глава 6. Изображение резьбы, резьбовых и шпоночных соединений**
- Глава 7. Выполнение и редактирование сборочных чертежей и схем**



Глава 1

Принципы использования двумерных редакторов

С помощью двумерных редакторов создается большинство графических конструкторских документов. Учитывая, что базовые двумерные средства черчения позволяют автоматизировать значительную часть конструкторских работ, кратко рассмотрим общие принципы и возможности конструирования и черчения с помощью двумерных графических редакторов.

1.1. Режимы работы в двумерном редакторе чертежей

В редакторе чертежей пользователь получает два вида информации: символьные сообщения системы и синтезируемое графическое изображение. К символьным сообщениям относятся запросы системы, указатели режимов (состояний) системы, отображения текущих координат курсора.

Курсор является многофункциональным инструментом, используемым как для рисования (по аналогии с карандашом, циркулем и линейкой), так и для управления системой путем выбора команд, указания подлежащих той или иной операции чертежных элементов и т. д.

Режимы рисования, реализуемые в САД-системах, могут значительно облегчить и ускорить создание и редактирование изображений, обеспечивая при этом высокую точность построений.

Режим **Сетка** наиболее эффективен для получения изображений с регулярной структурой. Такими изображениями могут быть различные схемы и чертежи простых валов. Квадратная или прямоугольная сетка получается на экране после ввода соответствующей команды и значений шагов сетки. Любые элементы, которые строятся на этой сетке, будут автоматически "захватывать" ближайшие узлы (рис. 1.1, а). В некоторых системах имеется возможность указать начало сетки в любой точке, повернуть сетку на нужный угол, задать сетку для построения аксонометрических изображений. На твердую копию изображение сетки не выводится.

Режим **Орто** обеспечивает построение горизонтальных и вертикальных отрезков (рис. 1.1, б). Если сетка шаговой привязки повернута, направление действия режима **Орто** изменяется на угол ее поворота.

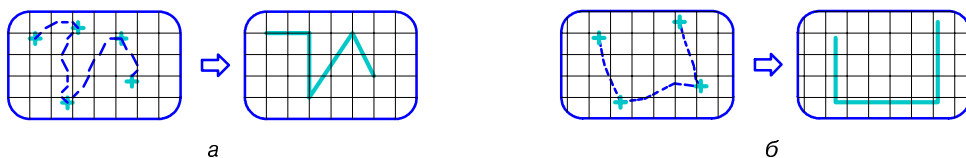


Рис. 1.1. Рисование: а — в режиме **Сетка**; б — в режиме **Орто**

Режим объектной привязки обеспечивает максимальную точность черчения и позволяет "привязываться" к характерным точкам существующих на чертеже объектов. Механизм объектной привязки активизируется, когда запрашивается точка. В этом случае в некоторых системах к перекрестию курсора добавляется изображение прицела в виде квадрата, с помощью которого производится указание выбранного объекта. Различают глобальные, локальные и клавиатурные привязки [8].

Режим вспомогательных построений, реализуемый в некоторых системах, имитирует построения в "тонких линиях" параллельных и перпендикулярных прямых, различных окружностей и дуг с целью получения искомого точеч пересечения и касания геометрических элементов. В дальнейшем по полученным отрезкам, дугам и точкам производится "обводка", а "тонкие линии" при завершении чертежа стираются. На твердую копию вспомогательные элементы не выводятся.

Использование Окна позволяет увидеть изображение в требуемом масштабе. Операция, при которой весь чертеж или некоторую его часть можно увидеть через окно, называется *зуммированием*. При этом расстояния между точками в условных единицах измерения всегда остаются постоянными. Пользователю, как правило, предоставляется несколько вариантов задания окна, например: указанием двух точек диагонали окна (при этом на экране будет виден "резиновый" прямоугольник образуемого нового окна), где центральной точкой нового окна будет центр прямоугольника; указанием центральной точки и масштаба окна. Кроме того, пользователю предоставляется возможность просмотра любой части чертежа без изменения масштаба, как бы передвигая окно по полю чертежа. Такая операция получила название панорамирования.

Использование видов, так называемая техника вьюпортов, характеризуется разбивкой поля экрана и, соответственно, поля чертежа на различные, независимые области прямоугольной формы. Использование видов в чертеже не является обязательным. Однако бывают ситуации, когда использование видов является желательным или просто необходимым [8]. На этапах редактирования чертежа виды можно переименовывать, двигать, поворачивать, масштабировать, копировать (в том числе из других чертежей), удалять.

Использование слоев позволяет расположить отдельные части изображения в разных слоях. Чертеж мысленно разделяется на некоторое количество плоскостей (слоев). За каждой из этих плоскостей могут быть закреплены различные графические элементы. Принцип "расслоения" легко понять, если представить себе несколько чертежей, каждый из которых выполнен на отдельной прозрачной пластине. Можно просматривать либо каждую пластину в отдельности, либо, складывая несколько пластин друг на друга, получать совместное изображение. Послойная техника разработки чертежей широко применяется в тех случаях, когда необходимо выполнить детализацию или получить твердые копии изображений отдельных деталей. При использовании параметрических моделей иногда целесообразно в разных слоях располагать изображения и размеры деталей.

1.2. Создание изображений. Графические примитивы

Команды создания графических примитивов позволяют строить единые и неделимые объекты различными типами линий и различными цветами.

Точка, как правило, является вспомогательным средством для маркировки и последующего нахождения определенной позиции в системе координат. В большинстве систем точку можно изобразить маркерами различных типов и размеров. На твердую копию точечный элемент, как правило, не выводится.

Прямая является наиболее часто используемым графическим примитивом. Исходные элементы, с помощью которых строятся прямые, могут задаваться различными способами (табл. 1.1).

Окружность может быть построена по различным исходным данным (табл. 1.2).

Дуга окружности также может строиться по-разному, в зависимости от способа задания её параметров (табл. 1.3).

Прочие графические примитивы, такие как многоугольник, эллипс, лекальные кривые (сплайны), достаточно часто являются фрагментами изображений на чертежах, поэтому большинство САД-систем обеспечивают их построение по вводимым параметрам.

Команда **Многоугольник** позволяет строить правильные многоугольники с количеством сторон, например, до 1024, вписанные или описанные вокруг окружности с заданным центром.

Таблица 1.1. Способы задания прямой


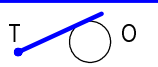
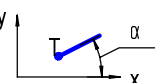
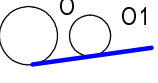
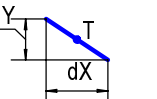
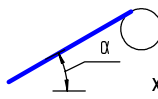
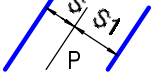
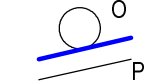
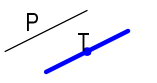
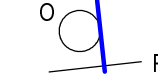
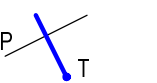
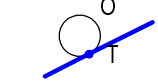
Исходные элементы	Результат	Исходные элементы (для построения касательной)	Результат
Точки T_1, T_2		Окружность O и точка T	
Точка T и угол α к положи- тельному направ- лению оси X		Окружности O, O_1	
Точка T на гипотенузе и катеты (dX, dY)		Окружность O и угол α к положи- тельному направ- лению оси X	
Прямая P и расстояние S или S_1 до параллельной прямой		Окружность O и прямая P , парал- лельная касатель- ной	
Прямая P и точка T на парал- лельной прямой		Окружность O и прямая P , перпен- дикулярная к кас- ательной	
Прямая P и точка T на перпен- дикулярной прямой		Окружность O и точка T на окружности	

Таблица 1.2. Способы задания окружности

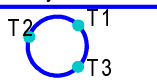
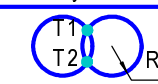

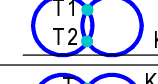
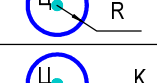
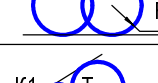
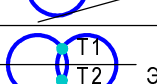
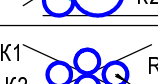
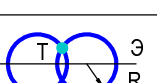
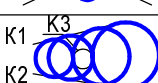
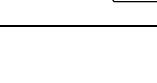
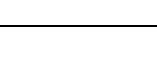



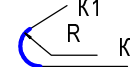
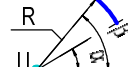
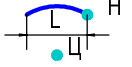

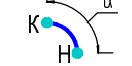
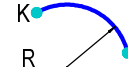
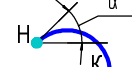
Исходные элементы	Результат	Исходные элементы	Результат
Три точки (T_1, T_2, T_3) на окружности		Радиус (R) и две точки (T_1, T_2)	
Центр (\mathcal{C}) и точка (T) на окружности		Точки (T_1, T_2) и элемент касания (K)	
Центр (\mathcal{C}) и радиус (R)		Точка (T), радиус (R) и элемент касания (K)	
Центр (\mathcal{C}) и элемент касания (K)		Точка (T) и два элемента касания (K_1, K_2)	
Точки (T_1, T_2) и элемент (\mathcal{E}), на котором распо- ложен центр		Радиус (R) и два элемента касания (K_1, K_2)	
Точка (T), ра- диус (R) и элемент (\mathcal{E}), на котором расположен центр		Три элемента касания (K_1, K_2, K_3)	

Таблица 1.3. Способы задания дуги

Исходные элементы	Результат	Исходные элементы	Результат
Три точки (Т1, Т2, Т3) на окружности		Точка (Т), радиус (R) и два угла (α , β)	
Центр (Ц), начальная (Н) и конечная (К) точки		Радиус (R) и два элемента касания (К1, К2)	
Центр (Ц), два угла (α , β) и радиус (R)		Начало (Н), центр (Ц), длина (L) хорды	
Центр (Ц), точка (Т) и угол (α)		Начальная (Н), конечная (К) точки, центральный угол (α)	
Начальная (Н), конечная (К) точки и радиус (R)		Начальная (Н), конечная (К) точки, начальное направление (α)	

Команда **Эллипс** позволяет строить эллипс несколькими способами. В системе КОМПАС-ГРАФИК ввод эллипса осуществляется следующими командами:

- Эллипс по центру и полуосям;
- Эллипс по диагонали габаритного прямоугольника;
- Эллипс по центру и углу габаритного прямоугольника;
- Эллипс по центру, середине и углу описанного параллелограмма;
- Эллипс по трем углам описанного параллелограмма;
- Эллипс по центру и трем точкам;
- Эллипс, касательный к двум кривым.

Ввод кривых рассмотрим на примере системы КОМПАС-ГРАФИК.

Команда **NURBS-кривая** позволяет начертить нерегулярный рациональный В-сплайн (Non-Uniform Rational B-Spline). При вводе этой кривой последовательно указываются опорные точки, возможно обращение к кнопке **Замкнутый** и построение соответствующих кривых (рис. 1.2, а). Можно задавать характеристики кривой: вес характерной точки и порядок кривой.

Команда **Кривая Безье** позволяет построить кривую, которая является частным случаем NURBS-кривой. Порядок построения аналогичен рассмотренному ранее (рис. 1.2, б).

Команда **Ломаная** позволяет начертить линию, состоящую из отрезков прямых.

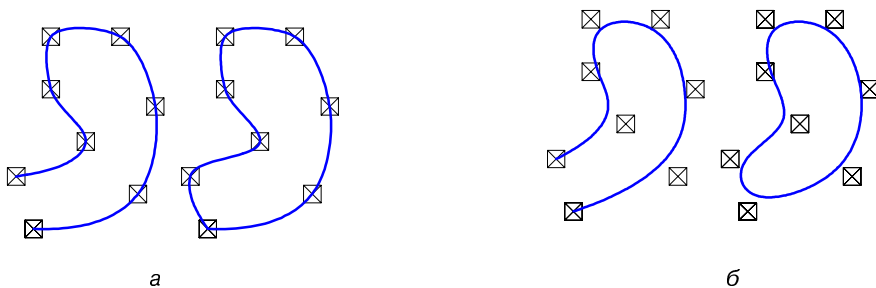


Рис. 1.2. Разомкнутая и замкнутая: а — NURBS-кривая; б — кривая Безье

При вводе графических примитивов выбирается их определенный *стиль*. Под стилем понимают набор свойств объекта, влияющих на его отображение, таких как тип линии и цвет.

1.3. Редактирование изображений

Не менее важными, чем команды ввода геометрических примитивов, являются команды редактирования, которые можно разделить на три группы:

- преобразования объектов;
- удаление выбранных объектов;
- коррекция параметров и свойств объектов.

При использовании команд редактирования система запрашивает выбор одного или нескольких объектов для обработки. Этот комплект объектов называется набором выбора. Можно интерактивно добавлять объекты в комплект или убирать их из комплекта. Выбранные объекты система высвечивает на экране. Самым простым и эффективным является выбор (выделение) с помощью мыши. Наиболее распространенными являются три способа выбора объектов:

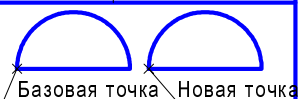
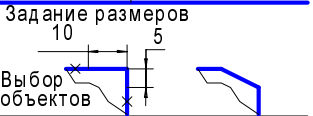
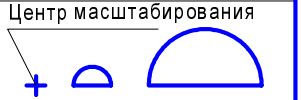
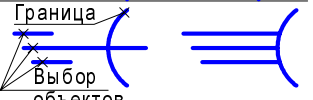

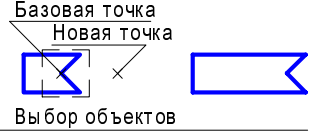
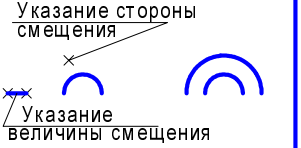
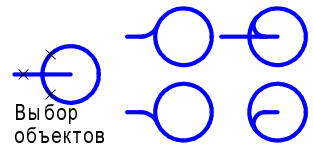
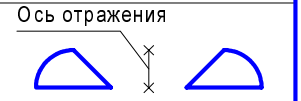
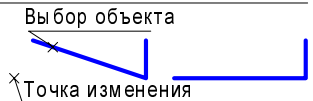
- поочередное указывание курсором на графические примитивы, подлежащие редактированию;
- обрамление объектов рамкой, которая определяется указанием ее диагональных вершин, при этом выбранными будут объекты, которые полностью находятся внутри рамки;
- обрамление объектов секущей рамкой, при котором выбранными являются не только целиком попавшие в рамку объекты, но и те, которые ею пересекаются.

Возможно выделение **По типу** определенных групп, таких как точки, отрезки, окружности, дуги, штриховки, текст, линейные размеры и т. д.

Команда **По стилю кривой** позволяет выделить кривые в соответствии с их стилем.

Команды преобразования объектов (табл. 1.4) включают в свой состав группы: аффинных преобразований, безразрывных деформаций и изменения формы фрагментов.

Таблица 1.4. Команды преобразования объектов

Команда	Изображение		Команда	Изображение	
	исходное	преобразованное		исходное	преобразованное
Сдвиг Копия			Фаска		
Масштабирование			Выравнивание		
Поворот			Растягивание деформация		
Подобие			Сопряжение		
Зеркало			Замена точки		

Команды удаления объектов в некоторых системах объединены в одном разделе меню. Удаляются выделенные объекты, вспомогательные кривые и точки, части кривых, области и т. д.

Команды коррекции параметров и свойств объектов. САД-системы предоставляют пользователю широкие возможности управления стилями объектов. В системе КОМПАС-ГРАФИК командой **Изменить стиль** можно изменить стиль кривых, символов, текстов, штриховок.

В системе AutoCAD основной командой этой группы является команда **Измени**, позволяющая изменять положение, размер, ориентацию в пространстве и другие характеристики выбранного объекта. Команда **Свойства** изменяет цвет, тип линий, слой, высоту текста, масштаб отрезков линии.

1.4. Оформление элементов чертежа

Чертеж, как правило, состоит из изображения изделия, выполненного в ортогональных проекциях, которое дополняется вспомогательной графической и текстовой информацией. Форма представления этой информации должна отвечать требованиям действующих стандартов ЕСКД.

1.4.1. Нанесение размеров

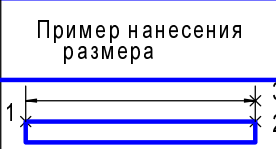
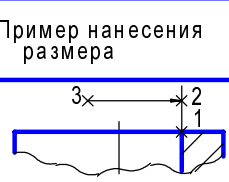
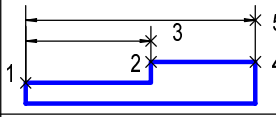
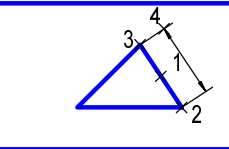
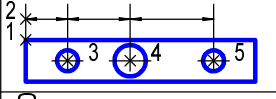
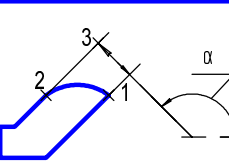
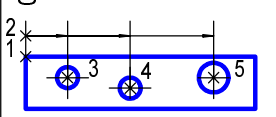
Размеры выражают основные геометрические характеристики объектов. Размеры бывают четырех основных типов: линейные, угловые, диаметральные, радиальные. Линейные размеры делятся на горизонтальные, вертикальные, параллельные, повернутые. Различают способы нанесения размеров от одной или нескольких общих баз, заданием размеров между смежными элементами (цепочкой).

CAD-системы предоставляют средства нанесения размеров, которые существенно упрощают этот трудоемкий процесс. Наиболее распространенным является режим полуавтоматического нанесения размеров. В этом режиме пользователю необходимо указать нужный элемент и установить размерное число в требуемую точку. На основе этих данных система автоматически формирует выносные и размерные линии и рассчитывает размерное число. Вид размеров и способ их ввода в базу данных определяется набором размерных переменных. Размерными переменными можно управлять. В большинстве систем предусматривается возможность создания ассоциативных размеров, которые автоматически пересчитываются и перерисовываются при редактировании соответствующих фрагментов изображений.

Автоматическое нанесение размеров, реализуемое в некоторых CAD-системах, корректно при конструировании деталей определенных типов, например, тел вращения. В этих случаях удается упорядочить стратегию нанесения размеров, выражаемую определенными правилами, когда размеры привязывают к одной-двум базам. Автоматическая простановка размеров почти всегда имеет недостаток, заключающийся в появлении лишних размеров. Кроме того, даже при конструировании простых деталей необходим выбор трех и более баз.

Линейные размеры. В табл. 1.5 перечислены типы линейных размеров, полуавтоматическое нанесение которых обеспечивается в CAD-системах. При вводе обычного (одиночного) горизонтального или вертикального размера необходимо указать точки 1 и 2 выхода выносных линий и точку 3 пересечения размерной линии со второй выносной линией. Система автоматически располагает выносные линии параллельно друг другу, а размерную линию — перпендикулярно им. Если длина размерной линии меньше суммарной длины двух стрелок, стрелки автоматически будут сформированы снаружи выносных линий.

Таблица 1.5. Задание точек для нанесения линейных размеров

Тип линейного размера	Пример нанесения размера	Тип линейного размера	Пример нанесения размера
1. Обычный		5. С обрывом размерной линии	
2. Несколько размеров от общей базы		6. Параллельный (размерная линия параллельна отрезку 12)	
3. Цепь размеров		7. Повернутый (размерная линия повернута на заданный угол)	
4. С общей размерной базой			

Если нужно, чтобы размерная надпись сформировалась автоматически с простановкой квалитета и значений допусков, то пользователю следует выбрать из меню параметров задание квалитета.

Если отсутствует необходимость автоматического формирования размерной надписи, то ее текст вводит пользователь, при этом по умолчанию предлагается надпись, содержащая только точное значение размера, измеренное по координатам выносных линий.

Система автоматически определяет длину введенной размерной надписи, исходя из параметров текста. Если надпись помещается между выносными линиями, запрашивается подтверждение на такое ее размещение. В противном случае или при отказе пользователю предлагаются следующие варианты:

1. Указать положение надписи (по умолчанию).
2. Разместить надпись на полке.
3. Ручное размещение надписи.

Угловые размеры. На рис. 1.3 схематично показаны пять типов угловых размеров, полуавтоматическое нанесение которых поддерживается в некоторых САД-системах.

При вводе обычного (одиночного) углового размера отмечаются два непараллельных отрезка, между которыми нужно нанести размер, затем точка на размерной дуге, положение которой определяет радиус и сектор размерной линии. "Резиновые" окружности и радиус указывают текущее положение размера на чертеже. Режим установки параметров размера аналогичен рас-

смотренному ранее случаю нанесения линейных размеров. Задание качества или знака диаметра для угловых размеров игнорируется. При автоматическом вводе размерной надписи в ней будут проставлены знаки градуса и минуты, а в случае ручного ввода текста эти символы должен вводить пользователь.

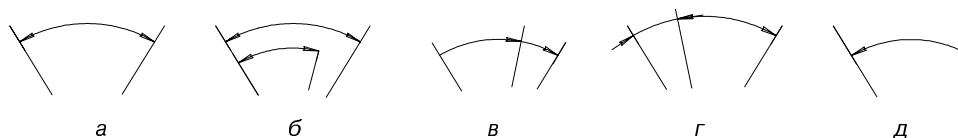


Рис. 1.3. Типы угловых размеров: а — обычный угловой; б — от общей базы; в — цепной; г — с общей размерной линией; д — с обрывом

Диаметральные размеры можно проставлять только на окружности или дуге. Для ввода диаметрального размера необходимо указать точку на элементе. Размерная линия пройдет через центр дуги или окружности и указанную точку. Последовательность выбора параметров размера такая же, как и при простановке линейных размеров. Знак диаметра подставляется в текст размерной надписи автоматически. При необходимости размерная надпись может быть полностью введена с клавиатуры.

Радиальные размеры сопровождаются прописной буквой R, размещаемой перед размерным числом, при этом стрелка на размерной линии должна упираться в дугу. Способ нанесения размера при различных положениях размерных линий (стрелок) определяется наибольшим удобством чтения. Для ввода нужного типа размера выбирают соответствующий вариант из меню.

1.4.2. Штриховка замкнутых областей

Штриховка замкнутых областей на чертежах в САД-системах выполняется автоматически после задания границ и параметров штриховки. Границы штриховки, как правило, можно задавать вручную и/или автоматически. Автоматический способ задания применяется, когда на чертеже имеется замкнутый контур из уже введенных элементов, ограничивающий штрихуемую область. В этом случае достаточно лишь указать точку внутри штрихуемого контура. Если такого контура нет, то можно вручную указать уже имеющиеся элементы, обозначающие границу области штриховки, а недостающие для ее замыкания части дорисовать дополнительно. В некоторых системах можно использовать интерактивный выбор границы "по стрелке", когда после указания первого элемента будут последовательно анализироваться дальнейшие, возможные направления обхода контура штриховки и пользователю достаточно выбрать нужные. Штриховка производится от границ штрихуемой области внутрь. Если внутри штрихуемого объекта нет других объектов, то штриховка выполняется элементарно. Если же имеются замк-

нутые вложенные области, то при штриховании в отдельных системах может быть задан один из трех стилей (рис. 1.4)



Рис. 1.4. Стили штриховок

После указания контура штриховки система запрашивает ее параметры (тип, угол наклона и шаг). В ряде систем можно задавать различные цвета штриховок. На рис. 1.5 представлены 7 основных типов штриховок (ГОСТ 2.308–68), которые наряду с другими типами могут быть выполнены отечественными САД-системами.

Материал	Металл	Неметалл	Древесина	Камень	Керамика	Бетон	Стекло
Обозначение							

Рис. 1.5. Типы штриховок

В некоторых системах при автоматическом задании области штриховки она ограничивается линиями определенных типов.

1.4.3. Выполнение чертежных символов

При выполнении конструкторской документации чертежные символы применяются в описаниях изделий, изготовление которых не определяется однозначно их формой и размерами. Такие символы, как правило, состоят из комбинации графических и текстовых элементов. Обычно САД-системы содержат библиотеки символов, к которым пользователь может обращаться по имени или выбирая их из пиктографического меню.

Знак шероховатости. Обозначения шероховатости поверхности и правила нанесения их на чертежах изделий всех отраслей промышленности установлены ГОСТ 2.309-73. Структура обозначения шероховатости поверхности приведена на рис. 1.6.

В соответствии с этой структурой САД-система запрашивает у пользователя следующую информацию:

1. Тип знака шероховатости, с предоставлением набора различных знаков, из которых можно выбрать требуемый тип.
2. Значение параметра шероховатости и надписи над/под полкой.

3. Линию поверхности, на которую нужно поставить знак.
4. С какой стороны линии поверхности нужно разместить знак.

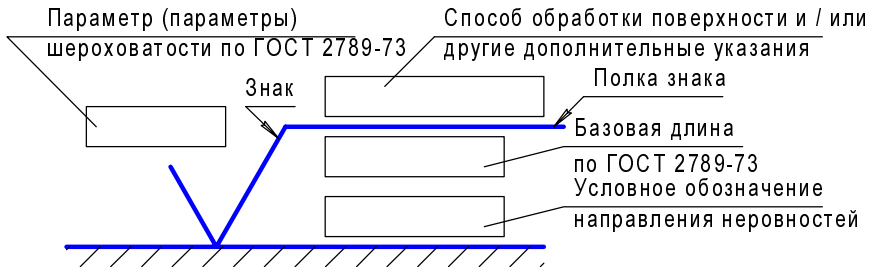


Рис. 1.6. Структура обозначения шероховатости

В системе КОМПАС-3D V6 доработана команда **Шероховатость**, что позволяет оформлять документы в соответствии с изменением № 3 от 2003 года в ГОСТ 2.309-73. Выбор структуры обозначения шероховатости, используемой в текущем документе, производится в диалоге.












Обозначение базы. По ГОСТ 2.308-79 базы обозначают зачерненным треугольником, который соединяют при помощи соединительной линии с рамкой. При работе с САД-системой указывается точка на линии, изображающей поверхность или ось детали, к которой необходимо поставить обозначение. От той точки начинается выносная линия с треугольником. Затем система запрашивает точки перегиба выносной линии, при этом происходит отрисовка участков выносной линии на экране. Выносная линия завершается квадратом, в котором по запросу системы указывается буквенное обозначение базы.

Указание допусков формы и расположения поверхностей выполняется по ГОСТ 2.308-79. При работе с этой командой сначала выбирается положение рамки (горизонтальное или вертикальное) и для него задается точка левого верхнего (или правого нижнего) угла, т. е. обеспечивается размещение рамки на поле чертежа. Затем последовательно запрашиваются знаки допуска формы и расположения и тексты для отдельных параметров допуска. По мере их ввода отрисовываются дополнительные секции рамки, величина которых рассчитывается автоматически по длине введенных строк. После указания всех параметров допуска на рамке отмечаются вспомогательные точки выхода выносных линий. Выносные линии при необходимости выполняются с изломами, а перед вводом конечной точки выбирается форма окончания линии (стрелка или треугольник).

Линии-выноски выполняют по правилам ГОСТ 2.316-68. САД-система с помощью пиктографического меню может предложить на первом этапе выбор

необходимого типа линии-выноски, например, из набора, показанного в табл. 1.6. На втором этапе может быть реализован выбор необходимого типа начала выноски, в частности, для обозначения сварки, пайки, клейки и т. д.

Таблица 1.6. Типы и параметры линий-выносок

Тип линии-выноски						
С полкой	Со знаком маркирования	Со знаком клеймения	Для обозначения швов, выполняемых по замкнутой линии			
						
Тип начала линии-выноски						
						

При необходимости можно задать несколько дополнительных выносок от одной полки. На завершающем этапе в зависимости от типа линии-выноски оформляются надписи, которые могут быть расположены:

1. Над/под полкой.
2. Над/под первой выносной линией.
3. В треугольнике.
4. В окружности.

Линии разреза или сечения по ГОСТ 2.303-68 выполняют толщиной от s до $1,5s$ (s — толщина основной линии, находится в пределах от 0,5 до 1,4 мм) с длинами отдельных сегментов от 8 до 20 мм. В диалоге пользователь должен указать, как это показано на рис. 1.7, начальную точку 1, точку излома 2 линии сечения и конечную точку 3.

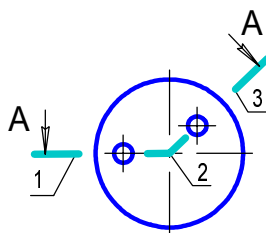


Рис. 1.7. Задание точек для нанесения линии разреза

Положение стрелок направления взгляда устанавливается пользователем, который также должен указать букву для обозначения разреза или сечения и точку расположения обозначения.

Стрелка направления взгляда служит также для обозначения местного вида по ГОСТ 2.305-68. Для ввода этого элемента указывают острие и окончание стрелки и вводят текст.

1.4.4. Формирование и редактирование текстовой информации

Возможности САД-систем по работе с текстом, как правило, существенно перекрывают минимальные требования по вводу и редактированию текстовой информации, обеспечивающие оформление конструкторской документации. Тексты могут быть выполнены различными типами шрифта, могут растягиваться, сжиматься, центрироваться, наклоняться, зеркально отображаться, вычерчиваться в вертикальной колонке и т. д. Перечисленные возможности позволяют использовать редакторы САД-систем для подготовки плакатов и других иллюстративных материалов.

В технических чертежах все надписи можно условно разделить на пять основных групп:

1. Отдельные текстовые строки.
2. Надписи размеров и технологических обозначений.
3. Надписи в таблицах.
4. Технические требования.
5. Основная надпись чертежа.

Текстовые строки на чертежах, как правило, вводят в режиме выравнивания по левому краю относительно начальной задаваемой точки. Система запрашивает и выдает установленные по умолчанию параметры текста: высоту, наклон, сужение символов, угол строки в градусах относительно оси X. Затем запрашивается сама текстовая строка. Некоторые системы позволяют заранее подготавливать текст надписи, а затем прочитывать его из файла, что удобно при наличии надписей, которые часто повторяются на чертежах. В этом текстовом файле длина строки не должна превышать определенного числа символов.

Надписи в таблицах значительно проще располагать в системах, имеющих специальный аппарат для рисования и редактирования таблиц на чертежах. Так, например, в системе КОМПАС-ГРАФИК не надо заботиться о соответствии между размером каждой графы и длиной строки, которая в нее введена, — достаточно задать исходный черновой каркас таблицы. В дальнейшем графы таблицы автоматически перестраиваются в точном соответствии с длиной введенных строк текста. Каркас таблицы можно нарисовать вручную или сформировать автоматически, указав нужное количество строк и столбцов таблицы в ответ на запрос системы. Таким способом создается

каркас регулярной структуры, однако, при необходимости, любая графа может быть разделена на несколько новых или стиранием ребер несколько граф могут быть объединены в одну.

Технические требования (ТТ) для разных изделий часто отличаются значительно. Как показывает практика, удобно иметь набор шаблонов ТТ (каждый шаблон используется для определенной технологии изготовления) и создавать новые ТТ путем их редактирования, что заметно экономит время на оформление чертежа и снижает трудоемкость работы.

Система КОМПАС-ГРАФИК предоставляет пользователю готовый набор таких типовых ТТ. Система автоматически размещает ТТ, разбивая, при необходимости, текст на несколько страниц.

Основная надпись чертежа в большинстве систем заполняется автоматически. Это означает, что пользователь не должен заботиться о правильном изображении рамки, основной надписи и дополнительной графы и о расположении текста.

КОМПАС-ГРАФИК автоматически размещает основную надпись на вновь создаваемом листе чертежа или текстового документа. Выбор типа основной надписи определяется пользователем.

Для заполнения основной надписи нужно поместить курсор в нужную графу (ячейку) и дважды щелкнуть левой кнопкой мыши. После этого внешний вид основной надписи изменится — появятся границы ячеек. При заполнении ячеек система автоматически располагает текст по центру или выравнивает его по левой границе, подбирая необходимую высоту и ширину символов для равномерного заполнения ячеек. Если при этом требуется добавить строку, то нажимается клавиша <Enter>. Однако если по ГОСТу данная ячейка не может содержать более одной строки, дополнительную строку добавить не удастся. Необходимый межстрочный интервал также устанавливается автоматически. Профессиональная версия системы располагает средствами полуавтоматического заполнения ячеек.

Подготовка текстовых конструкторских документов в ряде систем осуществляется с помощью специализированных подсистем. Например, в комплекс КОМПАС 4Х входит система формирования текстово-графических документов КОМПАС-КД. Эта система является удобным средством для подготовки пояснительных записок, формуляров, паспортов, заданий на проектирование и другой аналогичной документации. Система позволяет автоматизировать ввод как текстовой информации благодаря развитым функциям текстового редактора, так и вставку иллюстраций благодаря поддержке связи документа с файлами чертежей и фрагментов.

1.5. Создание и использование групп графических примитивов

Будем считать синонимами термины "блок", "фрагмент", "типовой геометрический элемент", "макроэлемент", понимая их как набор примитивов, сгруппированный в составной объект, которому присваивается имя. С этим именем фрагмент можно вставить в чертеж.

Для создания фрагмента указывается требуемый набор элементов, а также базовая точка фрагмента. В качестве базовой выбирается характерная точка, по которой в дальнейшем фрагмент можно будет установить в необходимое место чертежа. Для создаваемого фрагмента может быть задан соответствующий комментарий.

Для вставки фрагмента в чертеж система запрашивает имя фрагмента. Далее копия заданного фрагмента за базовую точку перемещается в заданную точку вставки. При необходимости может быть изменен масштаб отрисовки фрагмента и угол поворота вокруг точки вставки. В дальнейшем с фрагментом можно работать или как с единым целым, или, при необходимости редактирования фрагмента, его можно расчлнить на отдельные примитивы.

Использование фрагментов и соответствующих библиотек на их основе может существенно ускорить выполнение изображений на чертежах. Особенности работы с библиотеками рассмотрим на примере использования системы КОМПАС-ГРАФИК.

1.5.1. Общие сведения о библиотеках КОМПАС-ГРАФИК

Существует большое количество изделий, одинаковых по форме, но отличающихся своими геометрическими характеристиками — размерами.

При работе с КОМПАС-ГРАФИК можно сохранять созданные изображения типовых деталей во фрагментах, а затем читать их в новые чертежи. Однако это не всегда удобно, т. к. после чтения фрагмента зачастую требуется редактировать изображение для получения необходимых размеров.

Для упрощения и ускорения разработки чертежей, содержащих типовые и стандартизованные детали (крепеж, пружины, подшипники, резьбовые отверстия, канавки и т. п.) удобно применять готовые параметрические библиотеки.

Библиотека — это приложение, созданное для расширения стандартных возможностей КОМПАС-ГРАФИК и работающее в его среде. КОМПАС-ГРАФИК не накладывает никаких ограничений на размер и сложность функций библиотек, а скорость исполнения библиотечных функций зависит в основном от характеристик компьютера (объем оперативной памяти, скорость доступа к жесткому диску и т. д.).

КОМПАС-ГРАФИК поддерживает одновременную работу с несколькими подключенными библиотеками. Режимы работы с библиотекой могут быть различными (окно, диалог, меню или панель).

После подключения библиотеки к системе пользователь выбирает нужную функцию из ее каталога и запускает на исполнение.

Типичным примером библиотек является конструкторская библиотека стандартных машиностроительных элементов, значительно ускоряющая проектирование сборочных единиц и оформление сборочных чертежей. Рассмотрим особенности работы с этой библиотекой в профессиональной версии КОМПАС-3D V5.11 и в системе КОМПАС-3D V6 Plus.

1.5.2. Работа с библиотекой в системе КОМПАС-3D V 5.11

Для вызова библиотеки из меню **Сервис** выбирается **Менеджер библиотек** (рис. 1.8).

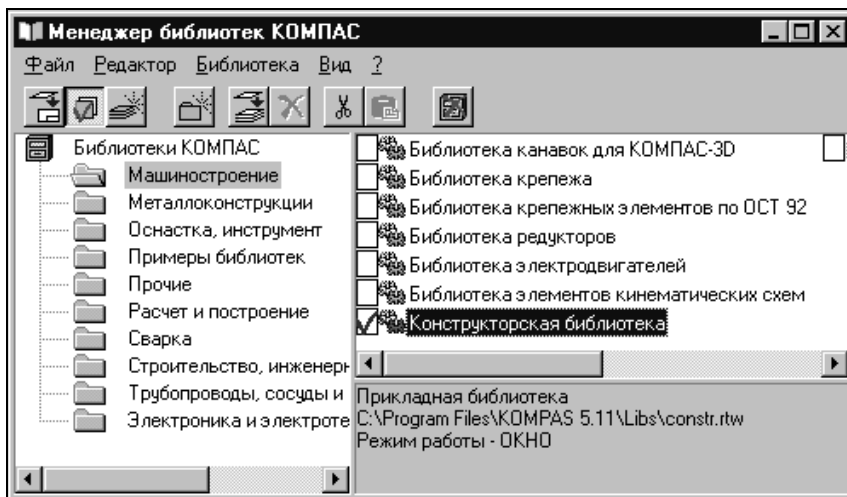


Рис. 1.8. Диалоговое окно подключения библиотек

В открывшемся окне выбирается раздел **Машиностроение** и открывается **Конструкторская библиотека**. Из нужного раздела библиотеки можно выбрать соответствующий элемент (рис. 1.9).

Двойной щелчок на строке выбранного элемента активизирует следующее диалоговое окно, предназначенное для выбора параметров винта (рис. 1.10). После назначения необходимых для винта параметров и выбора изображения система перейдет в режим работы с документом. При этом на экране

появится фантом изображения винта с заданной базовой точкой, которую необходимо переместить в соответствующее место. Затем винту следует придать требуемое положение. После вставки элемента в чертеж необходимо удалить лишние элементы и отредактировать штриховку.

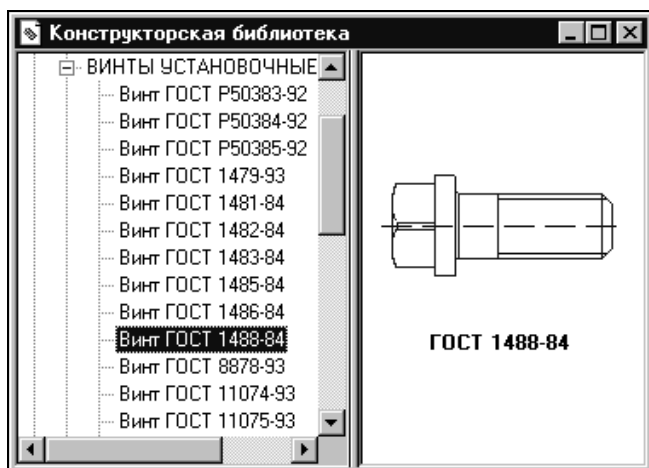


Рис. 1.9. Диалоговое окно конструкторской библиотеки

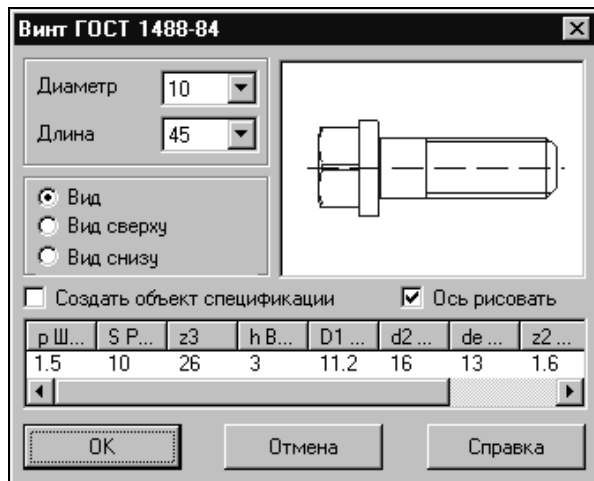


Рис. 1.10. Диалоговое окно выбора параметров винта

Помимо изображений стандартных изделий в библиотеку входят изображения конструктивных элементов, таких как проточки, канавки для выхода шлифовального круга, места под винты, болты, центровые отверстия. На рис. 1.11 представлена конфигурация конструкторской библиотеки.

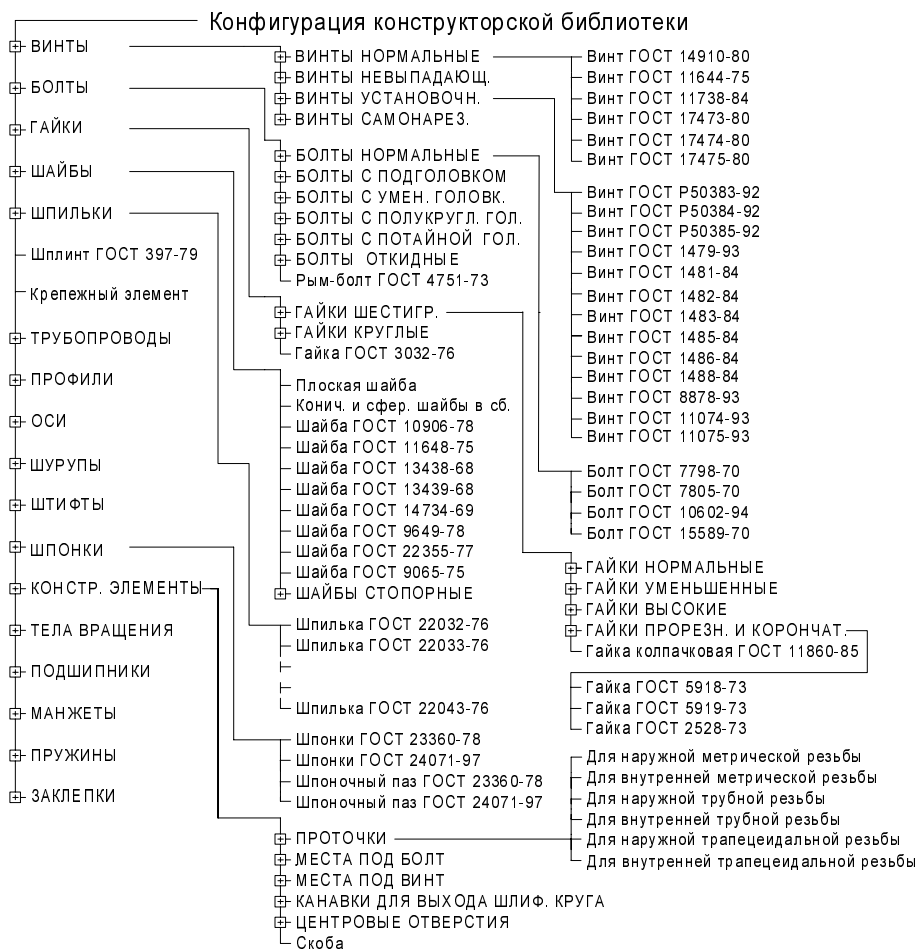


Рис. 1.11. Конфигурация конструкторской библиотеки в системе КОМПАС-3D V 5.11

1.5.3. Работа с библиотекой КОМПАС-3D V6 Plus

Для вызова библиотеки из меню **Сервис** выбирается **Подключить библиотеку** (рис. 1.12).

Для подключения **Конструкторской библиотеки** выбираем в диалоговом окне файл **constr.rtw** (рис.1.13).

Для обращения к библиотеке используем появившуюся на панели новую кнопку **Библиотеки**. Далее обращаемся к одной из подключенных библиотек, после чего выбираем необходимую деталь, например, в разделе **Болты** — Болт ГОСТ 7795-70 (рис. 1.14).

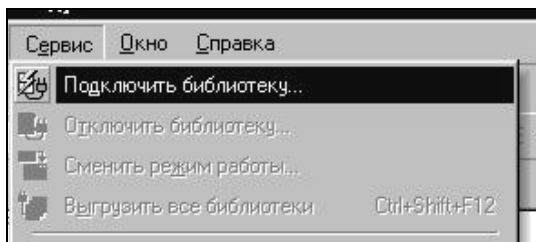


Рис. 1.12. Диалоговое окно подключения библиотек

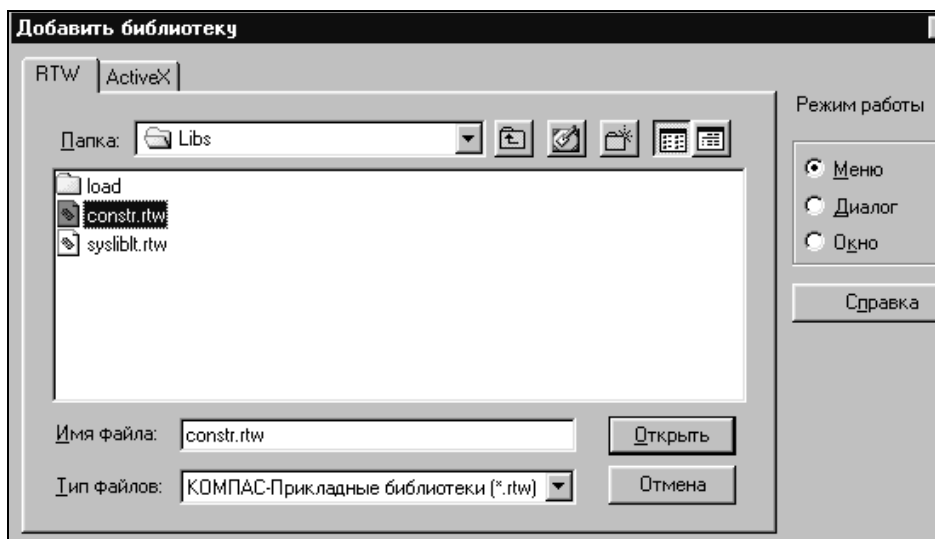


Рис. 1.13. Диалоговое окно выбора необходимого файла библиотеки

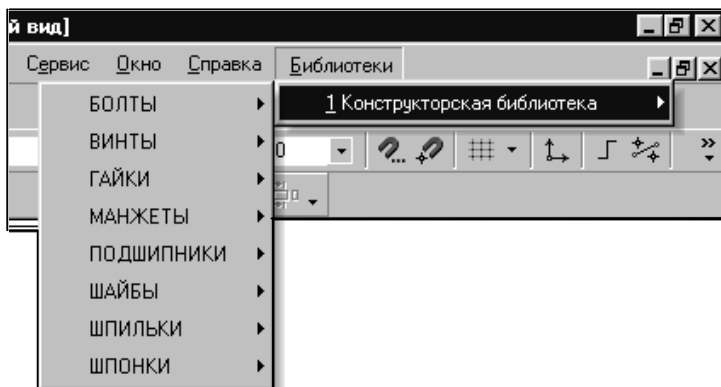


Рис. 1.14. Диалоговое окно выбора необходимой детали

Назначение необходимых параметров и выбор изображений аналогичны рассмотренным в предыдущем разделе

На рис. 1.15 представлена конфигурация конструкторской библиотеки.

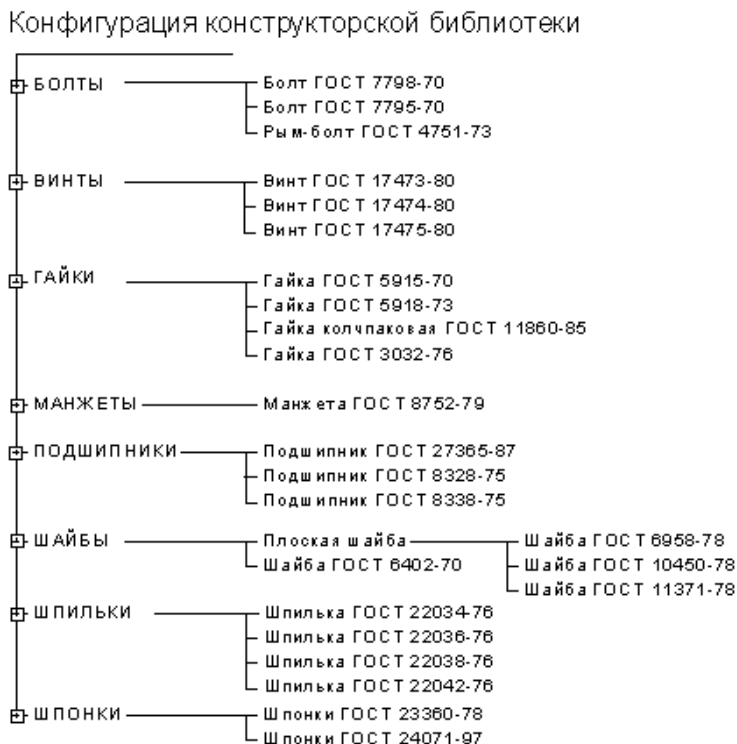


Рис. 1.15. Конфигурация конструкторской библиотеки системы КОМПАС-3D V6 Plus

1.6. Вывод документов на печать

КОМПАС-ГРАФИК использует все возможности операционной системы Windows по работе с устройствами вывода (принтерами и плоттерами), а также предоставляет пользователю ряд дополнительных сервисных возможностей, которые значительно облегчают получение твердых копий чертежей и фрагментов.

Для вывода документа на печать следует перейти в режим предварительного просмотра для печати. В этом режиме документы недоступны для редактирования. Для входа в режим выберите в меню **Файл** команду **Предварительный просмотр** (рис. 1.16) или нажмите соответствующую кнопку на **Стандартной панели**.

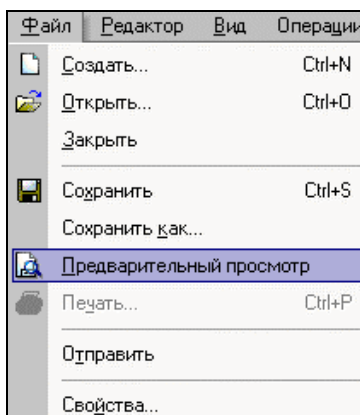


Рис. 1.16. Выбор режима предварительного просмотра для печати

После входа в режим просмотра команды меню и изображение в главном окне системы изменятся. На экране будет показано условное поле вывода (лист бумаги). На этом поле реалистично отображается та часть документа, которая была видна в окне перед входом в режим предварительного просмотра.

В режиме просмотра для печати документ можно оптимально разместить на поле вывода. Чтобы рационально использовать бумагу, бывает необходимо повернуть документ. Такой поворот можно выполнить с помощью команд **Повернуть по часовой стрелке** и **Повернуть против часовой стрелки** меню **Сервис** или соответствующих кнопок Панели управления.

Для вывода документа на определенном количестве листов необходимо воспользоваться командой **Подогнать масштаб** (рис. 1.17) из меню **Сервис**. Кроме того, на **Панели свойств** можно указать способ вывода документа: **Вывести текущий документ полностью** либо **Вывести часть текущего документа**. Если нужно вывести на печать лишь часть документа, можно **Указать выводимую часть текущего документа** (рис. 1.18).

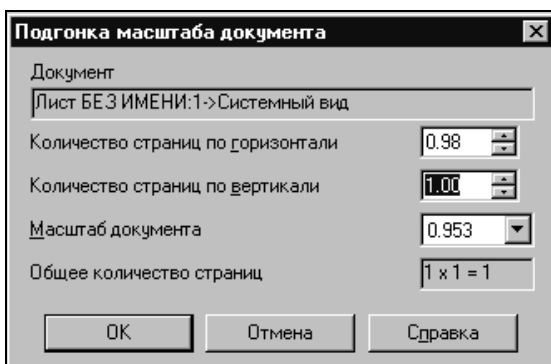


Рис. 1.17. Диалоговое окно подгонки масштаба документа

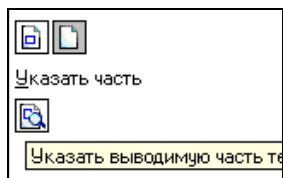


Рис. 1.18. Кнопки выбора способа вывода на **Панели свойств**

Чтобы вывести на одном листе несколько документов, в КОМПАСе предусмотрена возможность **Добавить документ** (рис. 1.19). Также предусмотрена возможность **Удалить из просмотра** не требующего вывода документа.

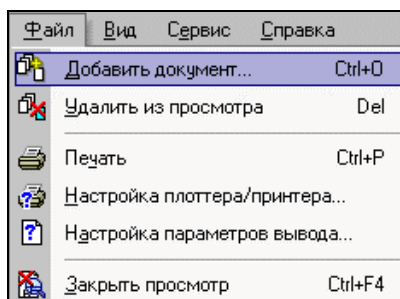


Рис. 1.19. Меню **Файл**

Для более удобного просмотра документа можно использовать команды меню **Вид**.

После того, как документы размещены наилучшим образом (рис. 1.20), выберите в меню **Файл** команду **Печать** для начала вывода документа на бумагу. Можно также нажать кнопку **Печать** на **Стандартной панели** для начала вывода.

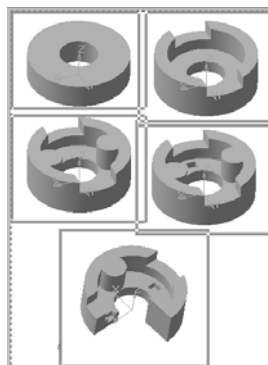


Рис. 1.20. Пример расположения нескольких документов на одном листе



Глава 2

Графическое отображение информации о форме и геометрии деталей

Виды изделий всех отраслей промышленности при выполнении конструкторской документации устанавливает ГОСТ 2.101-68.

Изделием называется любой предмет или набор предметов производства, подлежащих изготовлению на предприятии. Установлены следующие виды изделий:

- детали;
- сборочные единицы;
- комплексы;
- комплекты.

Деталь — изделие, изготовленное из однородного по наименованию и марке материала без применения сборочных операций, например: валик из одного куска металла, литой корпус, печатная плата. К деталям также относят изделия типа коробки (склеенной, сваренной, спаянной) из одного куска листового материала (картон, листовая сталь).

Части детали, имеющие определенное назначение, называются ее элементами, например: фаска, проточка, ребро и т. п.

Виды и комплектность конструкторских документов на изделия устанавливает ГОСТ 2.102-68. Одним из наиболее распространенных является чертеж детали — документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля.

2.1. Изображение плоской детали. Нанесение размеров

В данном задании необходимо завершить изображение плоских деталей по представленным половинкам, ограниченным осью симметрии, а также нанести размеры и указать их количество. Перед выполнением задания необходимо

ознакомиться со следующими общими правилами нанесения размеров (ГОСТ 2.307-68):

- размеры изображенного изделия и его элементов определяют по размерным числам, нанесенным на чертеже. Т. к. размерные числа соответствуют натуральным размерам изделия, то они не зависят от масштаба изображения;
- общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля изделия;
- каждый размер указывают только один раз;
- линейные размеры указывают в миллиметрах без обозначения единиц измерения;
- угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единицы измерения, например: 4° , $4^\circ 30'$, $4^\circ 30'40''$;
- при нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии — перпендикулярно размерным;
- при нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные линии — радиально;
- размерные линии предпочтительно наносить вне контура изображения;
- размерную линию, как правило, с обоих концов ограничивают стрелками;
- выносные линии должны выходить за концы стрелок размерной линии на 1...5 мм;
- минимальные расстояния между параллельными размерными линиями должны быть 7 мм, а между размерной и линией контура — 10 мм и выбраны в зависимости от размеров изображения и насыщенности чертежа;
- необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий. Поэтому меньшие размеры ставят ближе к контуру изображения, чем большие размеры;
- величины элементов стрелок размерных линий выбирают в зависимости от толщины линий видимого контура и вычерчивают приблизительно одинаковыми на всем чертеже. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов

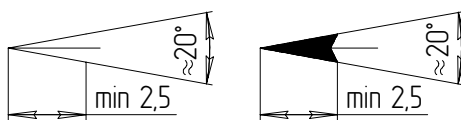


Рис. 2.1. Форма стрелки и примерное соотношение ее элементов

- при недостатке места для стрелок на размерных линиях, стрелки наносят, как показано на рис. 2.2. Можно заменять стрелки засечками или четкими точками;

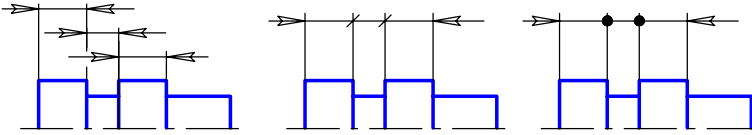


Рис. 2.2. Выполнение размерных линий при недостатке места для стрелок

- при указании размера диаметра перед размерным числом наносят знак "Ø". При нанесении размера диаметра внутри окружности размерные числа смещают относительно середины размерных линий. Если размерное число внутри окружности не помещается, его выносят за пределы окружности, как показано на рис. 2.3;

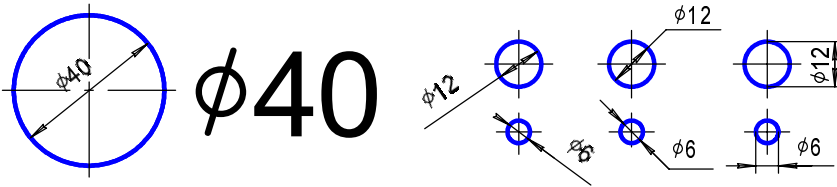


Рис. 2.3. Нанесение размера диаметра

- при нанесении размера радиуса перед размерным числом помещают прописную букву R (рис. 2.4). Размерную линию для указания радиуса проводят, как правило, из центра дуги и оканчивают стрелкой с одной стороны, упирающейся в точку дуги окружности;
- при большой величине радиуса центр допускается приближать к дуге, в этом случае размерную линию радиуса показывают с изломом под углом 90° (рис. 2.4);
- если не требуется указывать размеры, определяющие положение центра дуги окружности, то размерную линию радиуса допускается не доводить до центра и смещать ее относительно центра (рис. 2.4);

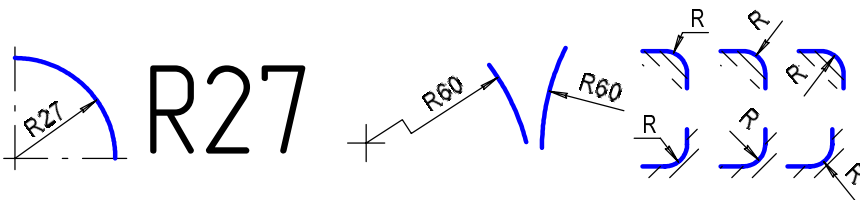


Рис. 2.4. Нанесение размера радиуса

- перед размерным числом, указывающим сторону квадратного элемента, наносят знак "□" (рис. 2.5). При этом высота знака равна высоте цифр;

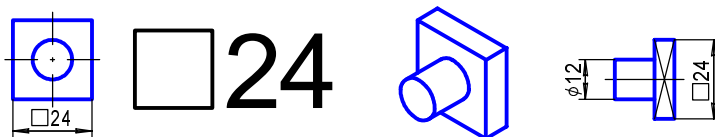


Рис. 2.5. Нанесение размера квадратного элемента

- при изображении детали в одной проекции размер ее толщины s или длины l наносят, как показано на рис. 2.6;



Рис. 2.6. Нанесение размера толщины S и длины L

- при нанесении нескольких параллельных или концентрических размерных линий размерные числа над ними располагают в шахматном порядке (рис. 2.7);

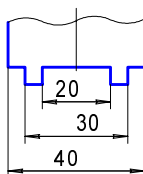


Рис. 2.7. Расположение размерных чисел при нанесении нескольких параллельных размерных линий

- размеры нескольких одинаковых элементов изделия, как правило, наносят один раз с указанием на полке линии-выноски количества этих элементов (рис. 2.8);

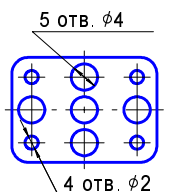


Рис. 2.8. Нанесение размеров одинаковых элементов

- размеры двух симметрично расположенных элементов изделия (кроме отверстий) наносят один раз без указания их количества, группируя, как правило, в одном месте все размеры (рис. 2.9);

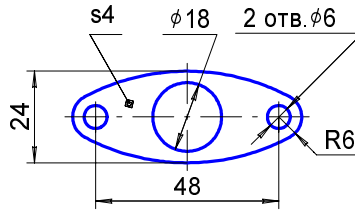


Рис. 2.9. Нанесение размеров для симметрично расположенных элементов

- не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях;
- в случае, показанном на рис. 2.10, размерные и выносные линии проводят так, чтобы они вместе с измеряемым отрезком образовали параллелограмм;

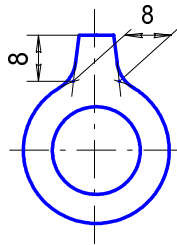


Рис. 2.10. Смещение размерной линии

- размеры фасок под углом 45° наносят, как показано на рис. 2.11, *а*. Размеры фасок под другими углами указывают по общим правилам — линейным и угловым размерами или двумя линейными размерами (рис. 2.12, *б*);
- если на изображении совмещается вид с разрезом, то размеры, относящиеся к виду, помещают со стороны вида, а размеры, относящиеся к разрезу, помещают со стороны разреза (рис. 2.11);
- размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу (пазу, выступу, отверстию и т. п.), рекомендуется группировать в одном месте, располагая на том изображении, где форма данного элемента показана наиболее полно (рис. 2.12);

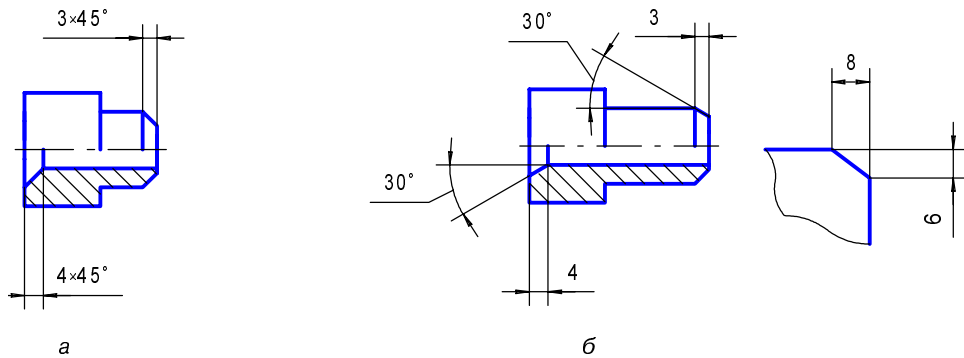


Рис. 2.11. Нанесение размера фаски: а — под углом 45° ;
б — под углами не 45°

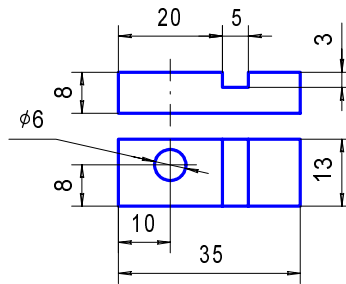


Рис. 2.12. Группировка размеров паза

- при нанесении размеров элементов, равномерно расположенных по окружности изделия (например, отверстий), вместо угловых размеров, определяющих взаимное расположение элементов, указывают только их количество (рис. 2.13);

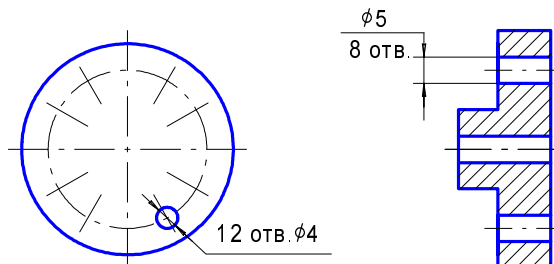


Рис. 2.13. Нанесение размеров элементов, равномерно расположенных по окружности изделия

- при нанесении размеров, определяющих расстояние между равномерно расположенными одинаковыми элементами изделия (например, отверстиями), рекомендуется вместо размерных цепей наносить размер между соседними элементами и размер между крайними элементами в виде произведения количества промежутков между элементами на размер промежутка (рис. 2.14);

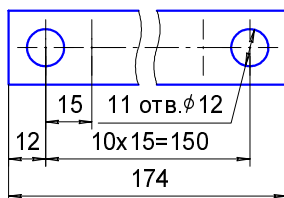


Рис. 2.14. Нанесение размеров для равномерно расположенных элементов

- допускается не наносить на чертеже размеры радиуса дуги окружности сопрягающихся параллельных линий (рис. 2.15);

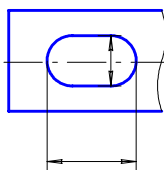


Рис. 2.15. Размер радиуса дуги не наносится

- при большом количестве размеров, нанесенных от общей базы, допускается наносить линейные размеры, как показано на рис. 2.16, при этом проводят общую размерную линию от отметки 0, и размерные числа наносят в направлении выносных линий у их концов;

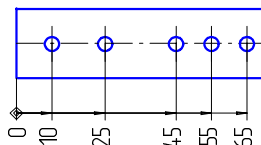


Рис. 2.16. Нанесение от общей базы большого количества размеров

- если вид или разрез симметричного предмета или отдельных симметрично расположенных элементов изображают только до оси симметрии или с обрывом, то размерные линии, относящиеся к этим элементам, проводятся с обрывом, и обрыв размерной линии делают дальше оси (рис. 2.17);

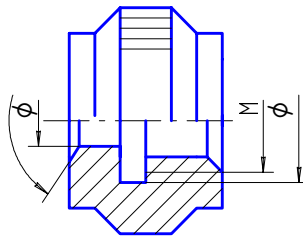


Рис. 2.17. Выполнение обрывов размерных линий

□ одинаковые элементы, расположенные в разных частях изделия (например, отверстия), рассматривают как один элемент, если между ними нет промежутка или одинаковые элементы соединены тонкими линиями. При отсутствии этих условий указывают полное количество элементов.

На рис. 2.18 показан пример выполнения задания по рассматриваемой теме.

Изображение плоской детали. Вариант 31

Дано

Толщина плоских деталей - 2 мм.

Вариант 31.1

Вариант 31.2

Решение

Задание	Номер варианта	Номер вопроса	Количество размеров	Ответ
Завершите изображения плоских деталей по представленным половинкам, ограниченным осью симметрии. Нанесите размеры и укажите их количество.	31.1	1	Горизонтальные	3
		2	Вертикальные	3
		3	Диаметров	2
		4	Радиусов	–
	31.2	5	Горизонтальные	2
		6	Вертикальные	2
		7	Диаметров	2
		8	Радиусов	2

Рис. 2.18. Пример изображения плоских деталей и нанесения размеров

2.2. Построение горизонтальной проекции детали

Правила изображения предметов устанавливает ГОСТ 2.305-68. Изображения предметов должны выполняться по методу прямоугольного проецирования. При этом предмет предполагается расположенным между наблюдателем и соответствующей плоскостью проекций (рис. 2.19, а). За основные плоскости проекций принимают 6 граней куба. Грани совмещают с плоскостью чертежа, как показано на рис. 2.19, б.

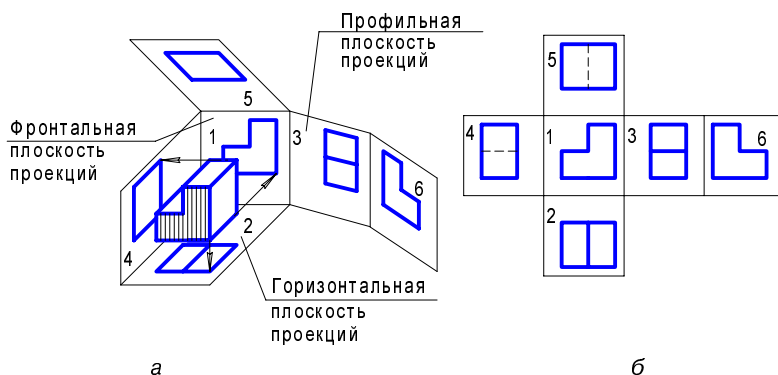


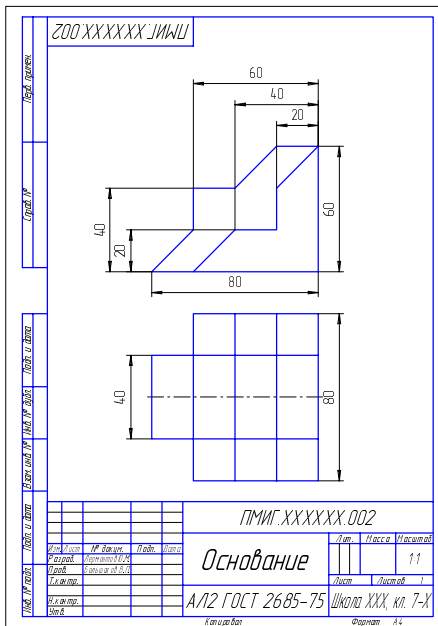
Рис. 2.19. Расположение: а — предмета относительно плоскостей проекций; б — основных видов

Из шести плоскостей проекций наиболее часто используют три: фронтальную — 1, горизонтальную — 2, профильную — 3. Основные виды (рис. 2.19, б) называют: 1 — вид спереди (главный вид); 2 — вид сверху; 3 — вид слева; 4 — вид справа; 5 — вид снизу; 6 — вид сзади. Вид спереди принимают на чертеже в качестве главного.

Предмет располагают относительно фронтальной плоскости проекций так, чтобы изображение на ней давало наиболее полное представление о форме и размерах предмета. Вид определяют как изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности предмета при помощи штриховых линий.

На рис. 2.20 представлены исходные данные и решение одного из вариантов задания 2.

Фронтальная плоскость проекций обозначена как Π_2 , горизонтальная — Π_1 . При построении горизонтальной проекции (вида сверху) детали на ПК пять вертикальных отрезков и четыре горизонтальных проводятся при включенном режиме **Сетка** с шагом 20 или 10 мм. При включенной сетке целесообразно нанести необходимые размеры на виде сверху.



Построение горизонтальной проекции детали
Вариант 31

По заданному наглядному изображению и виду спереди построить горизонтальную проекцию детали. Нанести необходимые размеры

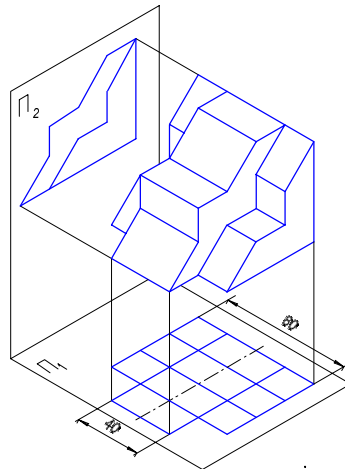
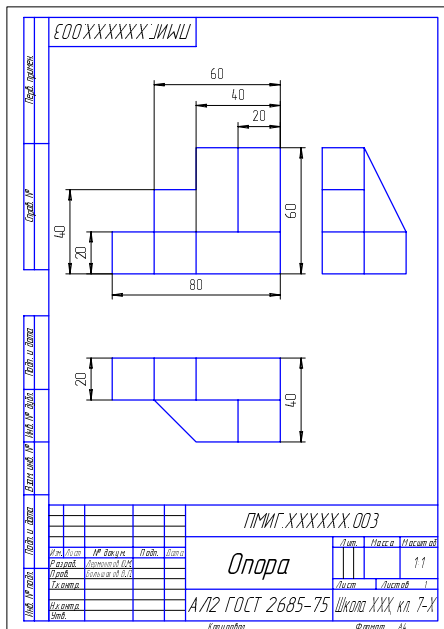


Рис. 2.20. Построение горизонтальной проекции детали



Выполнение трехпроекционного чертежа детали
Вариант 31

По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху и вид слева детали. Нанести необходимые размеры.

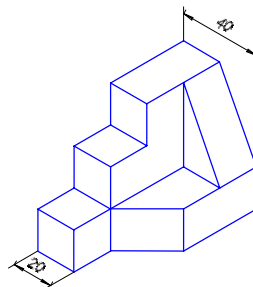


Рис. 2.21. Построение видов сверху и слева детали

2.3. Построение видов детали сверху и слева

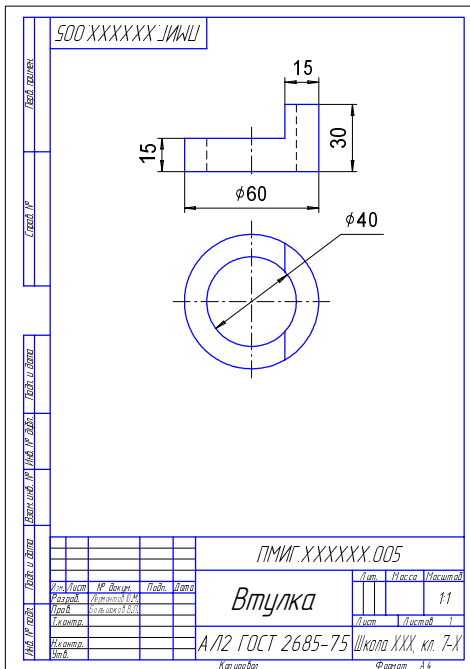
На рис. 2.21 представлены исходные данные и решение одного из вариантов задания 3. Так же, как и в предыдущем задании, необходимые изображения строятся в сетке с оптимальным шагом, после чего наносятся размеры, показанные на наглядном изображении детали. В данное и последующие задания по оформлению чертежей деталей целесообразно включать этап заполнения основной надписи.

2.4. Расположение видов на чертеже

Задание 4, пример выполнения которого показан на рис. 2.22, содержит задачи по сравнению чертежей в прямоугольных проекциях с наглядными изображениями (аксонометрическими проекциями). При выполнении задания на ПК необходимо в нужные места скопировать соответствующие виды, после чего заполнить нижнюю строку таблицы. Копирование видов целесообразно проводить, заключая каждый вид в рамку, при включенной сетке с оптимальным шагом (например, 4 мм).

	1		2		3		4		5		6													
	Ж										З													
	Е										И													
	Г										К													
	В										Л													
	Б	<p>Виды</p> <p>Вариант 31</p> <p>По наглядным изображениям деталей, используя представленный набор изображений, расположить в соответствующих местах виды спереди, сверху и слева, как это показано на примере. Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.</p>										М												
	А	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Виды</th> <th colspan="2">Вариант 31</th> </tr> <tr> <th>спереди</th> <th>сверху</th> <th>слева</th> <th>справа</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>З</td> <td>В</td> <td>К</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>									Виды		Вариант 31		спереди	сверху	слева	справа	З	В	К			Н
Виды		Вариант 31																						
спереди	сверху	слева	справа																					
З	В	К																						
		31.1	31.2	31.3	31.4	31.5																		
		4	Е	Л	6	А	Н	1	Б	З	5	Ж	М	2	Г	И								

Рис. 2.22. Расположение видов на чертеже



Выполнение двухпроекционного чертежа предмета

Вариант 31



Рис. 2.23. Выполнение двухпроекционного чертежа детали

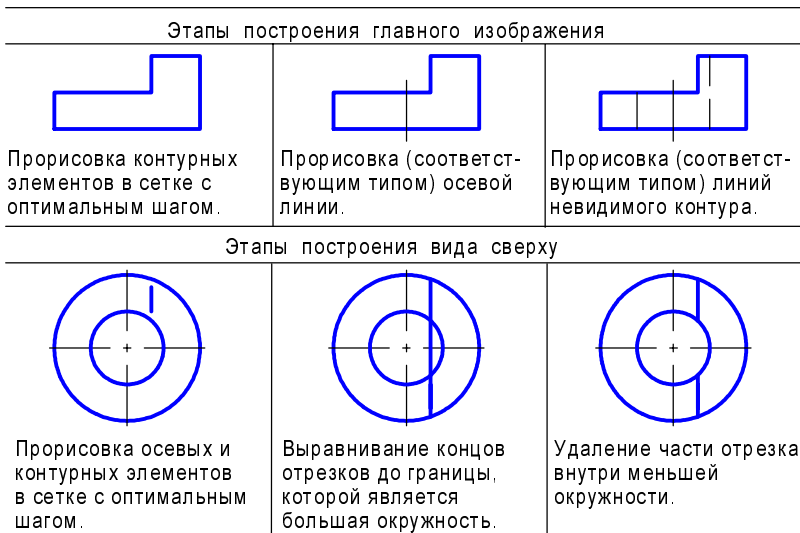


Рис. 2.24. Этапы изображения втулки

2.5. Выполнение двухпроекционного чертежа детали

На рис. 2.23 представлены исходные данные и решение одного из вариантов задания 5.

На рис. 2.24 поэтапно рассмотрена последовательность построений, необходимых для получения решения. Для удобства компоновки изображений на поле чертежа целесообразно начинать построения с вида сверху. После выполнения перечисленных построений наносятся необходимые размеры.

2.6. Выполнение трёхпроекционного чертежа детали

На рис. 2.25 в аксонометрии показан пластинчатый радиатор, предназначенный для охлаждения полупроводникового прибора (ППП). В зависимости от типа устанавливаемого на радиатор ППП делаются отверстия для выводов ППП и для его крепления к поверхности радиатора. В простейшем случае крепление осуществляется через единственное отверстие с центром в точке *C*. Наиболее простыми для изготовления являются радиаторы, выполняемые из листового материала заданной толщины, например, 4 мм, в результате сгибания с определённым радиусом соответствующих заготовок. Кроме разметок для крепления ППП, пластинчатые радиаторы могут различаться размерами *L*, *L1*, *H*, *H1*, показанными на рис. 2.25, а также числом отверстий, служащих для крепления радиатора к поверхности несущих конструкций. Поскольку все отверстия сквозные, то их обычно не показывают в разрезах на чертежах.

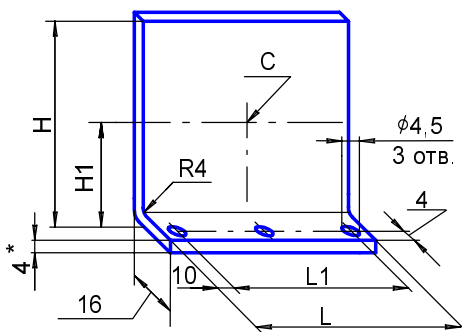


Рис. 2.25. Пластинчатый радиатор

На рис. 2.26 раскрыты этапы построения трёхпроекционного чертежа радиатора (рис. 2.27) по заданной аксонометрии.

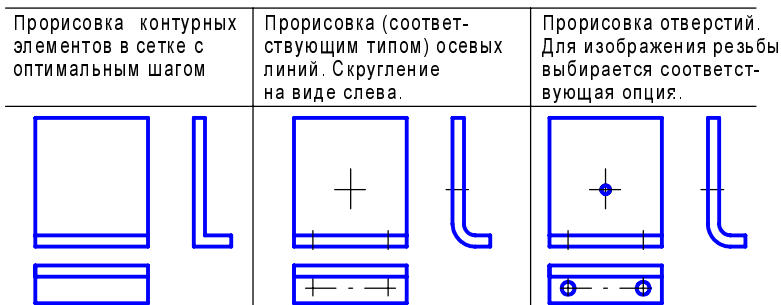
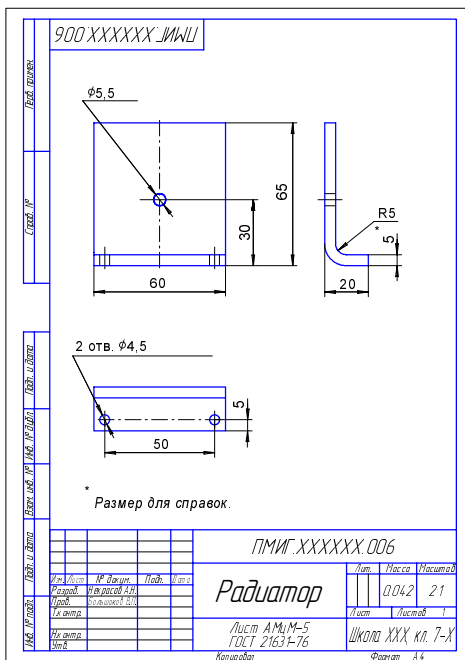
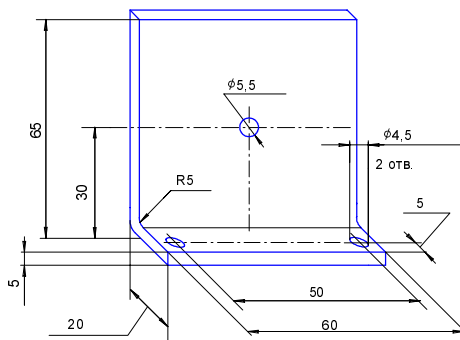


Рис. 2.26. Этапы создания чертежа радиатора

Не всегда контуры детали могут оказаться в видимой сетке с единым шагом. Поэтому с включённой сеткой иногда целесообразно проводить отрезки, задавая им длины.



Выполнение трехпроекционного чертежа детали
Вариант 31



По заданному наглядному изображению выполнить виды спереди, сверху и слева радиатора пластинчатого.

Обозначение материала детали:
Лист АМЦМ-5 ГОСТ 21631-76

Рис. 2.27. Выполнение чертежа радиатора



Глава 3

Построение аксонометрических проекций

Аксонометрическим называют наглядное изображение, состоящее только из одной проекции, полученной параллельным проецированием предмета на специально выбранную плоскость.

Из многообразия аксонометрических проекций ГОСТ 2.317-69 устанавливает для выполнения чертежей 5 разновидностей — две прямоугольные (изометрическую и диметрическую) и три косоугольные проекции (фронтальную изометрическую, фронтальную диметрическую и горизонтальную изометрическую). На рис. 3.1 представлены справочные данные, которые необходимо учитывать при построении наглядных изображений.

Аксонометрические проекции должны быть обратимыми (метрически определёнными), т. е. такими, чтобы по ним можно было изготовить изображаемый предмет (определить форму и размеры). Для этого на аксонометрическом чертеже указывают проекции осей декартовой системы координат, к которой отнесён проецируемый предмет. Каждая разновидность аксонометрических проекций характеризуется определенным набором коэффициентов искажения по осям. Под коэффициентами искажения понимают отношения аксонометрических проекций отрезков к их натуральным величинам. Показанные на рис. 3.1 проекции делятся на изометрические, у которых коэффициенты искажения по трем осям равны, и диметрические, у которых коэффициенты искажения одинаковы лишь по двум осям. Диметрические проекции для упрощения, как правило, выполняют с коэффициентом искажения по осям x, z равным 1 и с коэффициентом искажения 0,5 по оси y . Отметим, что выбор косоугольных проекций позволяет при изображении цилиндрических деталей исключить процедуры построения эллипсов.

До недавнего времени аксонометрический чертёж использовался в качестве дополнения и пояснения к комплексному чертежу. Однако бурное развитие трёхмерного геометрического моделирования, при использовании которого изделия создаются на основе трёхмерных моделей, существенно повысило важность учебных задач по построению аксонометрических проекций.

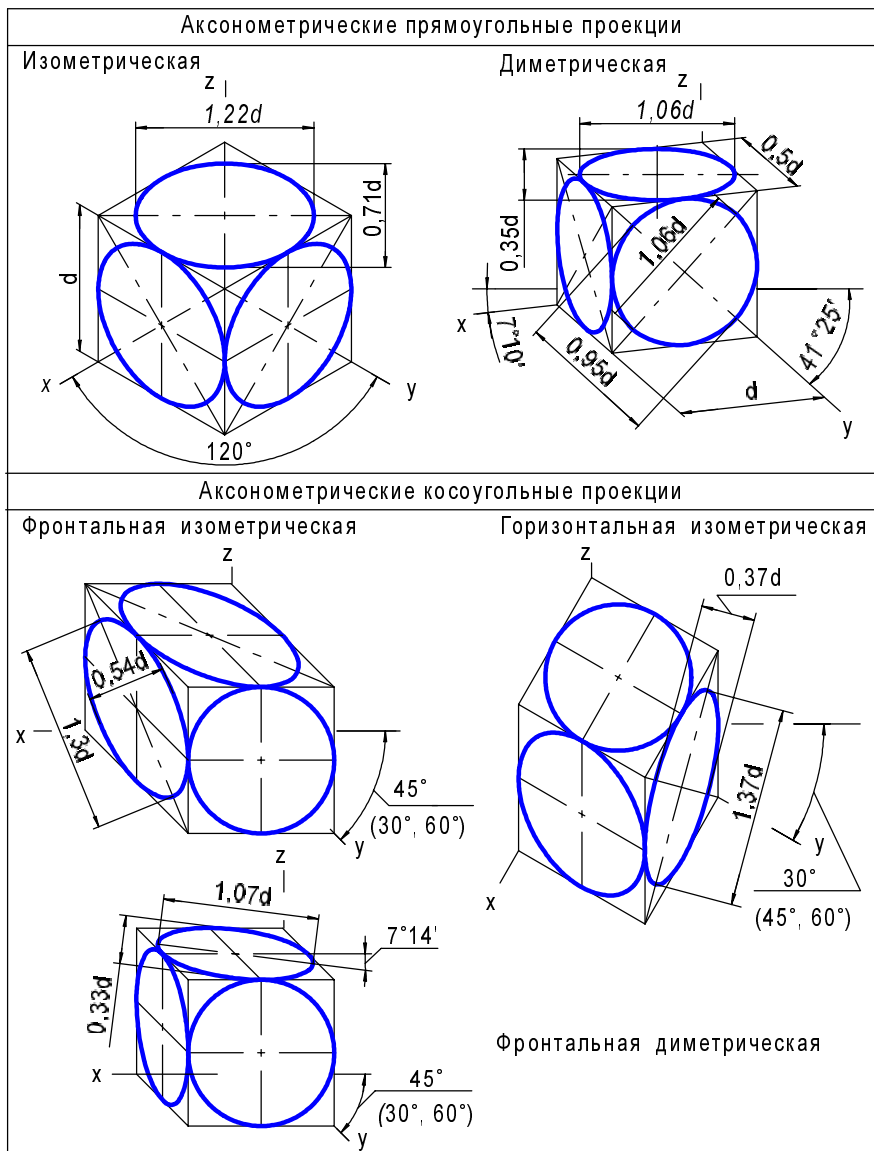
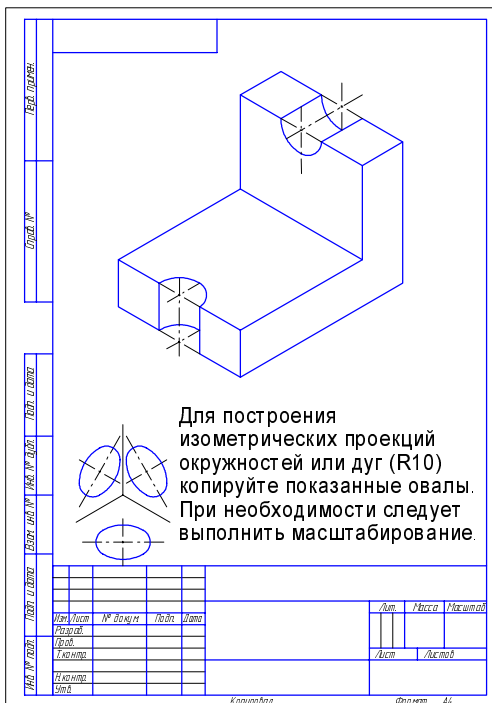


Рис. 3.1. Разновидности аксонометрических проекций

В части 2 данного Практикума будет показано, что прямоугольные изометрия и диметрия строятся значительно быстрее и изящнее средствами трехмерной графики. Выполнение аксонометрических проекций с помощью двумерных редакторов знакомит с различными видами этих проекций и формирует навыки использования привязок при построении изображений.

3.1. Построение прямоугольной изометрической проекции детали

На рис. 3.2 представлены исходные данные и решение одного из вариантов задания на построение прямоугольной изометрической проекции детали. На нем не показаны аксонометрические оси и изометрическая сетка с шагом 20 мм, к узлам которой удобно и необходимо "привязывать" концы геометрических примитивов. Ниже рабочего поля, где строится аксонометрическая проекция, изображены в виде овалов аксонометрические проекции окружностей радиуса 10 мм. Представленные овалы состоят из четырёх дуг, поэтому необходимые дуги следует копировать с привязкой к нужным точкам для построения изометрических проекций окружностей или дуг.



Построение изометрической проекции детали
Вариант 31

По заданным прямоугольным проекциям построить прямоугольную изометрическую проекцию детали.

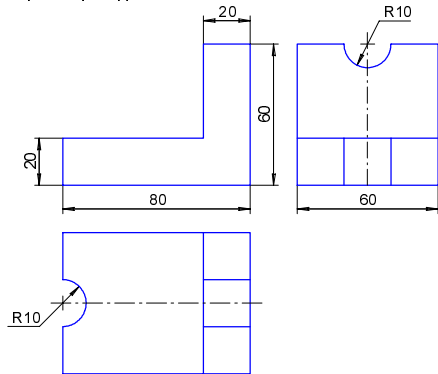


Рис. 3.2. Построение прямоугольной изометрической проекции детали

На рис. 3.3 рассмотрены этапы построения аксонометрической проекции детали по данным из рис. 3.2.

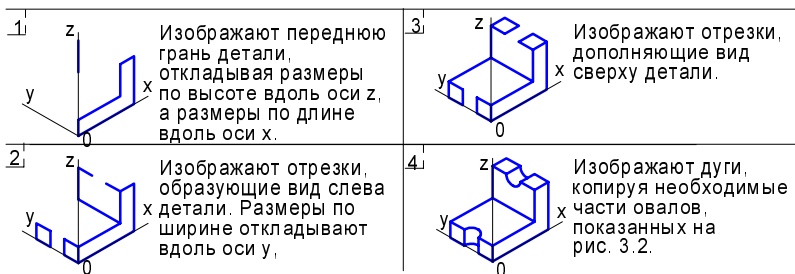


Рис. 3.3. Этапы построения аксонометрии детали

3.2. Построение аксонометрии на основе использования изображений базовых объемных элементов

Цель данного задания (рис. 3.4) познакомить с методом твердотельного моделирования, основанном на конструктивном представлении модели составного объекта.

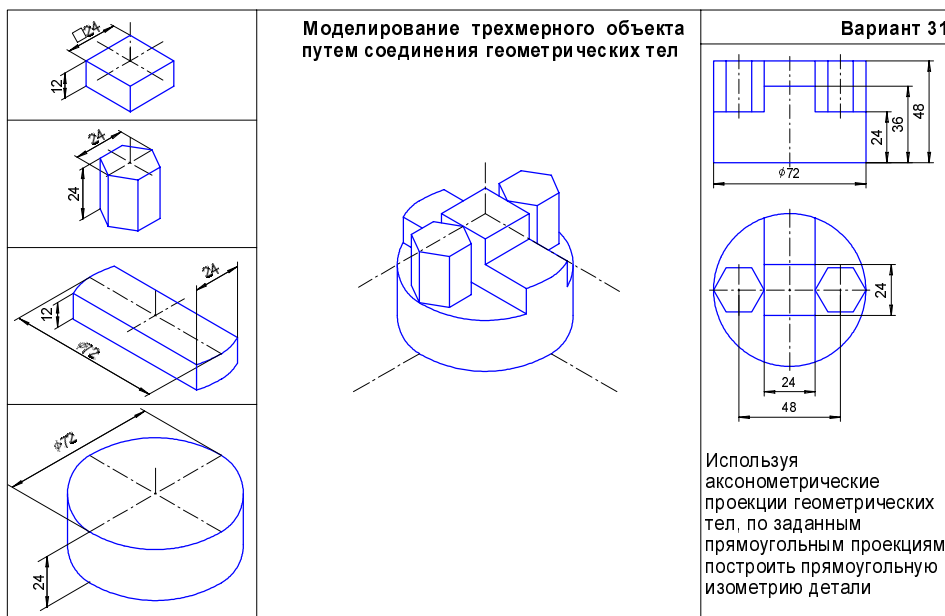


Рис. 3.4. Построение аксонометрии на основе использования изображений базовых объемных элементов

На рис. 3.5 рассмотрены этапы построения аксонометрии составного объекта этим методом.

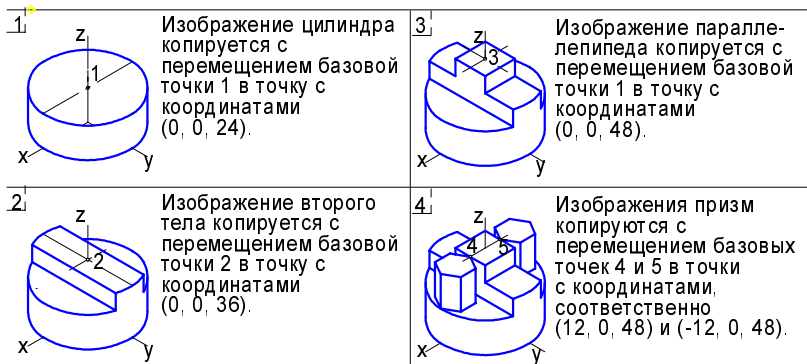


Рис. 3.5. Этапы построения аксонометрии составного объекта

Моделирование осуществляется с использованием базовых объёмных элементов (БОЭ), каждый из которых характеризуется формой, размерами, точкой привязки. В системах трёхмерного моделирования для создания модели составного объекта задаются положение и параметры БОЭ и указываются булевы операции, которые необходимо выполнить с ними. При использовании двумерного графического редактора булевы операции заменяются удалением лишних линий на изображении составного объекта. Удалять лишние линии при выполнении задания не обязательно поэтапно, как сделано на рис. 3.5 для лучшего восприятия промежуточных изображений. При выполнении задания изображения отдельных БОЭ целесообразно копировать при включенном режиме **Сетка** с шагом 6 мм.

3.3. Построение аксонометрии и развёртки многогранника

На рис. 3.6 представлено решение одного из вариантов задания, в котором для синтеза составного объекта необходимо вначале из 20 показанных БОЭ выбрать изображения двух, затем, используя точки привязки, надлежащим образом позиционировать изображения выбранных элементов. В завершение следует отредактировать изображение составного объекта.

На рис. 3.7 показан пример выполнения второй части задания, содержащий изображение развёртки многогранника с обозначением граней, спроецированных на 6 плоскостей проекций (см. рис. 2.19).

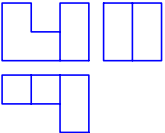
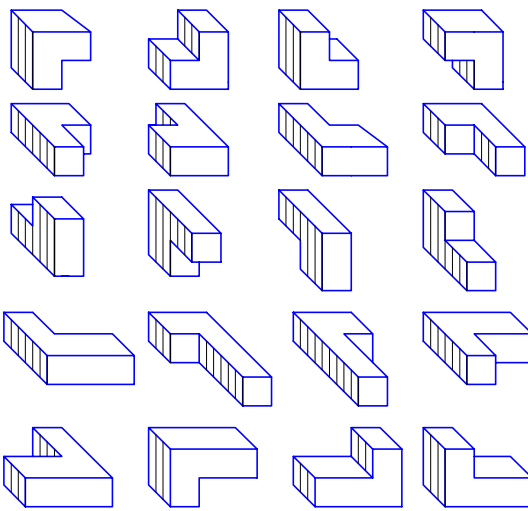
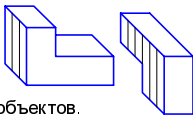
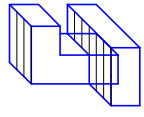
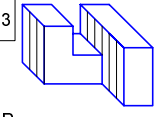
Моделирование трехмерного объекта.		Построение развертки.		Вариант 31
<p>По прямоугольным проекциям смоделировать трехмерный объект. Для моделирования выбрать изображения двух базовых объектов из представленного набора. Выполнить чертеж развертки.</p>				
				
1	 <p>Выбор объектов.</p>			
2	 <p>Позиционирование</p>	3	 <p>Редактирование</p>	

Рис. 3.6. Пример моделирования трехмерного объекта средствами двумерной графики

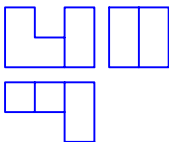
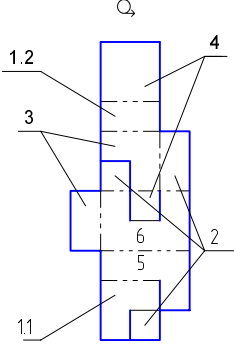
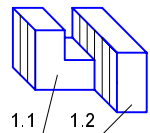
Моделирование трехмерного объекта.		Построение развертки.		Вариант 31
<p>Изобразить развертку трехмерного объекта, обозначив грани, используя общепринятую нумерацию видов.</p>				
				
				
<p>1 - вид спереди; 2 - вид сверху; 3 - вид слева; 4 - вид справа; 5 - вид снизу; 6 - вид сзади;</p>				

Рис. 3.7. Построение развертки многогранника



Глава 4

Геометрические построения и вычисления при выполнении изображений

С помощью САД-систем можно производить точные геометрические построения, не выполняя при этом утомительных вычислений. Имеется возможность с большой точностью определять различные метрические характеристики и использовать вычисленные параметры для последующих построений.

В главе представлен пример выполнения задания, для выполнения которого используются команды, упрощающие геометрические построения. Рассмотрены особенности применения геометрического калькулятора, входящего в состав системы КОМПАС-3D, и выполнения команд по измерению характеристик плоских и пространственных объектов. В заключительном разделе приведены примеры решения геометрических задач с помощью графических редакторов.

4.1. Геометрические построения при выполнении чертежей

Графические редакторы САД-систем предоставляют пользователю мощные средства для выполнения геометрических построений. В некоторых системах имеется режим вспомогательных построений, имитирующий построение в "тонких линиях" параллельных и перпендикулярных прямых, различных окружностей и дуг для получения точек пересечения и касания геометрических элементов. В дальнейшем по полученным отрезкам, дугам и точкам производится "обводка", а "тонкие линии" при завершении чертежа стираются.

На рис. 4.1 показан пример выполнения по приведённым данным изображения плоской детали. Рекомендуемые этапы построения изображения раскрыты в таблице, показанной на рисунке.

В вариантах заданий на рассматриваемую тему (*приложение 1*) после изображения плоской детали с элементами скруглений необходимо нанести размеры.

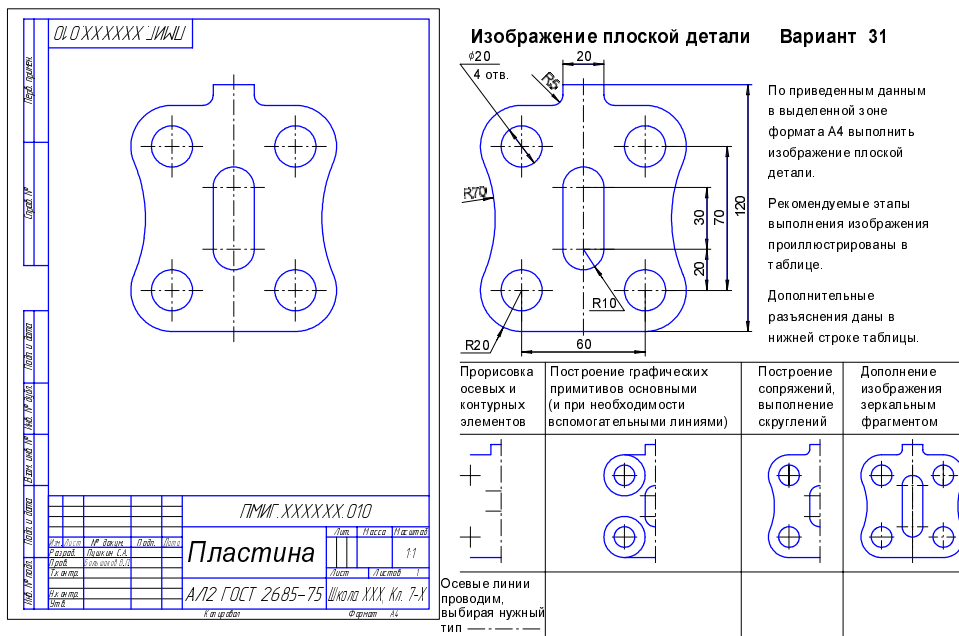


Рис. 4.1. Пример выполнения изображения плоской детали

4.2. Геометрический калькулятор

Геометрическим калькулятором называют механизм получения количественной информации о параметрах и взаимном расположении объектов с целью использования ее при построении других объектов.

Например, при помощи геометрического калькулятора можно построить окружность с радиусом, равным длине какого-либо объекта, отрезок с углом наклона, равным углу между другими отрезками и т. д.

При создании или редактировании какого-либо объекта на Панели свойств отображаются поля для ввода значений параметров этого объекта. Можно ввести данные об элементе вручную, набрав их в соответствующих полях. Однако КОМПАС-3D LT предоставляет и другой способ ввода — непосредственное снятие значений параметров с чертежа. Для подобного снятия параметров и используется геометрический калькулятор.

Рассмотрим ситуацию, когда вычерчивается отрезок. На Панели свойств доступны поля ввода значений координат точек отрезка, его угла наклона и длины. Если установить курсор над каким-либо из полей и щелкнуть правой кнопкой мыши, на экране появляется меню команд геометрического калькулятора, причем набор команд зависит от типа параметра. Например,

если вызван геометрический калькулятор над полем ввода длины отрезка, то будут предложены именно команды снятия длин (расстояние между точками, длина элемента и т. п.). Для поля ввода угла будет, соответственно, выдано меню снятия угловых величин, а для полей координат — меню снятия значений координат (оно практически совпадает с меню привязок).

Рассмотрим применение геометрического калькулятора на несложном примере вычерчивания отрезка, параллельного другому отрезку. Щелкните правой кнопкой мыши над полем угла наклона, выберите в появившемся меню команду **Наклон прямой/отрезка** и укажите курсором тот отрезок, параллельно которому нужно выполнить построение. Значение угла наклона относительно оси X текущей системы координат будет снято, занесено в поле Панели свойств и зафиксировано.

Таким образом, средства геометрического калькулятора позволяют использовать параметры уже существующих объектов чертежа при построении или редактировании других объектов.

Меню геометрического калькулятора выводится на экран при нажатии правой кнопки мыши в то время, когда курсор находится над каким-либо из полей Панели свойств при выполнении различных команд создания и редактирования объектов. С помощью команд меню можно выполнить снятие значений геометрических величин (координат точек, размеров, углов и т. п.) с объектов для их автоматического занесения в поля Панели свойств.

В зависимости от того, над полем ввода какого параметра находился курсор при вызове меню, будет сформирован подходящий набор команд.

При вводе значений координат точек команды меню геометрического калькулятора аналогичны командам меню привязок:

- Ближайшая точка;
- Пересечение;
- Середина;
- Центр;
- Точка на кривой;
- По Y на кривую;
- Против Y на кривую;
- По X на кривую;
- Против X на кривую;
- На кривой, ближайшей к другой кривой.

При вводе значений линейных величин доступны следующие команды:

- Длина кривой;
- Длина сегмента кривой;

- Между 2 точками;
- Между 2 точками на кривой;
- Между двумя кривыми;
- От точки до кривой;
- Радиус;
- Полуось эллипса;
- Длина строки текста;
- Габарит объекта.

При вводе значений угловых величин доступны следующие команды:

- Направление прямой/отрезка;
- Наклон касательной;
- Наклон нормали;
- Раствор дуги;
- Между прямыми/отрезками;
- Наклон оси эллипса;
- По 2 точкам (с осью X);
- По 3 точкам;
- Направление строки текста;
- По точке на окружности/дуге.

При вводе значения масштаба доступны следующие команды:

- Отношение длин кривых;
- Отношение радиусов.

Для вызова нужного способа снятия параметров выберите его название из меню.

Этапы решения планиметрической задачи и классической задачи начертательной геометрии по замене плоскостей проекций с помощью геометрического калькулятора показаны в табл. 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1. Этапы решения планиметрической задачи

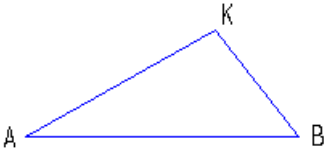
Требуемые действия	Иллюстрации
Определить периметр треугольника ABC, построив его по следующим заданным параметрам: медиане АК и вершине В, если $AK = 51,5$ мм, $BK = 32$ мм, $AB = 65$ мм.	

Таблица 4.1 (окончание)

Требуемые действия	Иллюстрации						
<p>Для проведения BC воспользуемся командами Геометрического калькулятора. Для этого, начиная отрезок из точки K, нажимаем правую кнопку на Панели свойств, из меню Угол выбираем Направление прямой/отрезка и указываем ось KB.</p> <p>При этом, нажав правую кнопку из меню Длина, выбираем пункт Длина кривой и помечаем прямую KB.</p> <p>В итоге получаем сторону BC и искомый треугольник ABC.</p> <p>С помощью команд Измерения (2D) определяем периметр, который равен 185 мм</p>	<div data-bbox="632 214 909 437"> <table border="1"> <tr><td>Направление прямой/отрезка</td></tr> <tr><td>Наклон касательной</td></tr> <tr><td>Наклон нормали</td></tr> <tr><td>Раствор дуги</td></tr> <tr><td>Между прямыми/отрезками</td></tr> <tr><td>Наклон оси эллипса</td></tr> </table> </div> <div data-bbox="644 487 945 685"> </div>	Направление прямой/отрезка	Наклон касательной	Наклон нормали	Раствор дуги	Между прямыми/отрезками	Наклон оси эллипса
Направление прямой/отрезка							
Наклон касательной							
Наклон нормали							
Раствор дуги							
Между прямыми/отрезками							
Наклон оси эллипса							
	<div data-bbox="632 743 921 949"> <table border="1"> <tr><td>✓ Длина кривой</td></tr> <tr><td>Длина сегмента кривой</td></tr> <tr><td>Между 2 точками</td></tr> <tr><td>Между 2 точками на кривой</td></tr> <tr><td>Между двумя кривыми</td></tr> <tr><td>От точки до кривой</td></tr> </table> </div> <div data-bbox="632 991 921 1189"> </div> <div data-bbox="620 1247 927 1503"> </div>	✓ Длина кривой	Длина сегмента кривой	Между 2 точками	Между 2 точками на кривой	Между двумя кривыми	От точки до кривой
✓ Длина кривой							
Длина сегмента кривой							
Между 2 точками							
Между 2 точками на кривой							
Между двумя кривыми							
От точки до кривой							

Таблица 4.2. Этапы решения задачи по замене плоскостей проекций

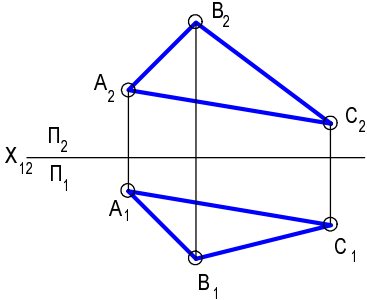
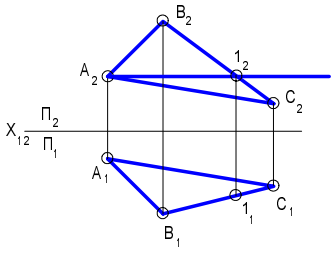
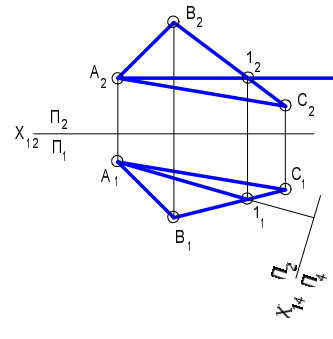
Требуемые действия	Иллюстрации							
<p>Преобразовать чертеж так, чтобы относительно новой плоскости проекций плоскость ABC общего положения заняла положение плоскости уровня.</p> <p>При построениях использовать геометрический калькулятор.</p>								
<p>Для проведения фронтальной проекции горизонтали через точку A_2 начинаем отрезок из точки A_2. Из меню Угол выбираем команду Направление прямой/отрезка и отмечаем ось X_{12}. Этой же командой воспользуемся для построения отрезка $1_2 1_1$ (вместо оси указываем $A_2 A_1$).</p>	<table border="1" data-bbox="386 811 715 1030"> <thead> <tr> <th data-bbox="438 819 707 844">Направление прямой/отрезка</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="438 860 621 885">Наклон касательной</td> </tr> <tr> <td data-bbox="438 901 585 926">Наклон нормали</td> </tr> <tr> <td data-bbox="438 943 555 968">Раствор дуги</td> </tr> <tr> <td data-bbox="438 984 687 1009">Между прямыми/отрезками</td> </tr> <tr> <td data-bbox="438 1025 621 1050">Наклон оси эллипса</td> </tr> </tbody> </table> 	Направление прямой/отрезка	Наклон касательной	Наклон нормали	Раствор дуги	Между прямыми/отрезками	Наклон оси эллипса	
Направление прямой/отрезка								
Наклон касательной								
Наклон нормали								
Раствор дуги								
Между прямыми/отрезками								
Наклон оси эллипса								
<p>Далее проводим горизонталь h_1 через A_1 и 1_1. Для проведения линии X_{14} пересечения плоскостей Π_1 и Π_4 воспользуемся командой Наклон нормали (меню Угол). Выберем прямую $A_1 1_1$</p>	<table border="1" data-bbox="386 1235 715 1518"> <thead> <tr> <th data-bbox="438 1243 707 1268">Направление прямой/отрезка</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="438 1285 621 1310">Наклон касательной</td> </tr> <tr> <td data-bbox="438 1326 585 1351">Наклон нормали</td> </tr> <tr> <td data-bbox="438 1367 555 1392">Раствор дуги</td> </tr> <tr> <td data-bbox="438 1409 687 1433">Между прямыми/отрезками</td> </tr> <tr> <td data-bbox="438 1450 621 1475">Наклон оси эллипса</td> </tr> <tr> <td data-bbox="438 1491 633 1516">По 2 точкам (с осью X)</td> </tr> </tbody> </table> 	Направление прямой/отрезка	Наклон касательной	Наклон нормали	Раствор дуги	Между прямыми/отрезками	Наклон оси эллипса	По 2 точкам (с осью X)
Направление прямой/отрезка								
Наклон касательной								
Наклон нормали								
Раствор дуги								
Между прямыми/отрезками								
Наклон оси эллипса								
По 2 точкам (с осью X)								

Таблица 4.2 (продолжение)

Требваемые действия

Для построения C_4 необходимо использование двух команд одновременно: **Направление прямой/отрезка** (см. выше) — выбираем A_11_1 (это направление далее используем для построения V_4 и A_4); **Длина кривой** (меню **Длина**) — выбираем $C_2 C_x$.

Для построения V_4 и A_4 можно воспользоваться для измерения расстояний и другими командами, например: **Между 2 точками на кривой** (меню **Длина**). Выбираем необходимую кривую, выбираем 2 точки (в нашем примере от V_2 до оси X_{12}).

Для построения A_4 можно воспользоваться командой **Между двумя кривыми** — выбираем прямую A_21_2 и ось X_{12}

Иллюстрации

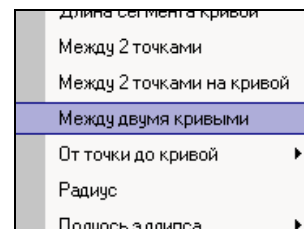
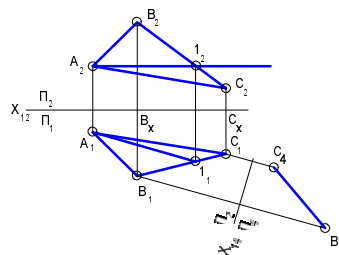
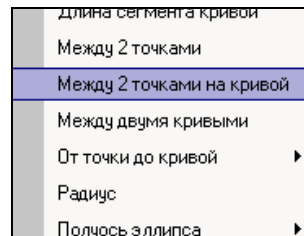
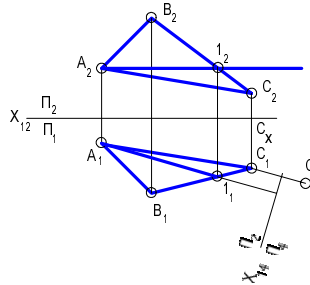
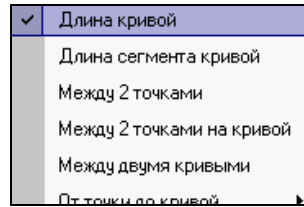


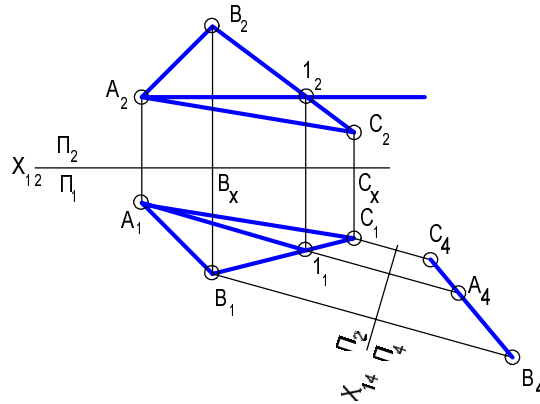
Таблица 4.2 (окончание)

Требуемые действия

Иллюстрации

В результате получаем проекцию треугольника ABC на плоскость, которая перпендикулярна заданному треугольнику.

Далее необходимо расположить параллельно треугольнику еще одну плоскость П5.



Для проведения линии X_{45} пересечения плоскостей П4 и П5 используем направление **По 2 точками (с осью X)** — выбираем точки A_4 и C_4 (именно в таком порядке).

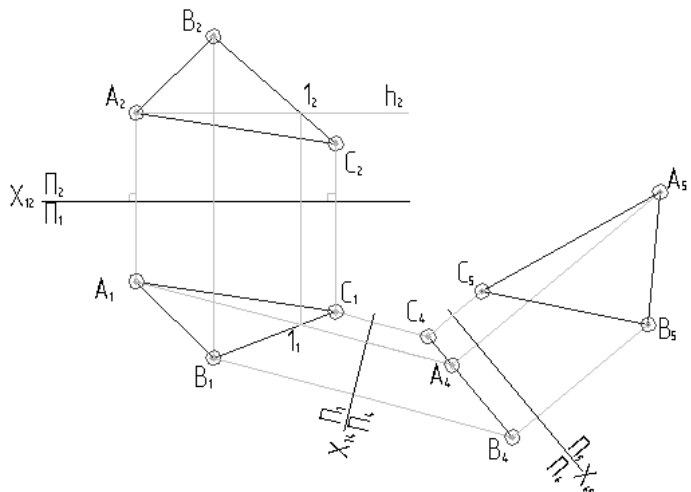
- Наклон нормали
- Раствор дуги
- Между прямыми/отрезками
- Наклон оси эллипса
- По 2 точкам (с осью X)**
- По 3 точкам
- Направление строки текста
- По точке на окружности/дуге



Строим C_5, B_5, A_5 с помощью вышеописанных операций.

В результате замены плоскостей проекций определена форма треугольника ABC.

С помощью команд **Измерения (2D)** можно вычислить периметр и площадь треугольника ABC.



4.3. Измерение характеристик плоских и пространственных объектов

При работе с моделью детали может возникнуть необходимость узнать расстояние или угол между вершинами, ребрами, осями, гранями и плоскостями. В КОМПАС-3D LT возможно измерение различных геометрических характеристик, а также расчет массо-инерционных характеристик детали (объема, массы, координат центра тяжести, осевых и центробежных моментов инерции, направления главных осей инерции).

4.3.1. Измерение характеристик плоских объектов

Вызов команд осуществляется нажатием соответствующих кнопок на инструментальной панели **Измерения** или выбором названий команд в меню **Сервис | Измерения**.

Не выходя из команды, можно определить метрические характеристики нескольких объектов. Последовательно указывайте курсором нужные объекты. Система запомнит и покажет в диалоге все значения необходимых измерений. В Информационном окне будут отображаться соответствующие значения.

Можно сохранить или распечатать результаты измерения. Для этого воспользуйтесь командами меню Информационного окна.

Для выхода из команды нажмите кнопку **Прервать команду**, клавишу <Esc> или закройте Информационное окно.

*Команда **Расстояние между 2 точками*** позволяет определить расстояние между двумя точками в текущей системе координат.

После вызова команды укажите курсором точки, расстояние между которыми требуется определить. Для точного позиционирования курсора воспользуйтесь привязками или меню геометрического калькулятора в полях **Первая точка** и **Вторая точка** на Панели свойств. В Информационном окне появится значение расстояния между указанными точками, расстояние между ними по осям X и Y, а также координаты точек.

*Команда **Расстояние между 2 точками на кривой*** позволяет определить длину участка кривой, ограниченного указанными точками.

После вызова команды укажите курсором кривую, вдоль которой будет измеряться расстояние, а затем — две лежащие на ней точки. В Информационном окне появится значение длины участка кривой, ограниченного указанными точками, и некоторые справочные параметры.

Если необходимо измерить несколько участков одной и той же кривой, после ее указания нажмите кнопку **Запомнить состояние** на Панели специального управления. Чтобы указать другую кривую для измерения, нажмите кнопку **Указать заново**.

Команда Длина кривой позволяет измерить полную длину произвольной кривой.

После вызова команды укажите курсором кривую, длину которой требуется определить. Выбранная кривая будет выделена красным цветом, а значение ее длины появится в Информационном окне.

Если требуется вычислить суммарную длину объектов (отрезков, дуг, сплайнов) или их частей, составляющих непрерывную последовательность, нажмите кнопку **Обход границы по стрелке** на Панели специального управления. Система перейдет в режим обхода границы по стрелке. Сформируйте нужную фигуру. Она будет выделена красным цветом, а соответствующее значение длины появится в Информационном окне.

Если требуется измерить длину временной (не существующей в чертеже) ломаной, нажмите кнопку **Ручное рисование границ** на Панели специального управления. Система перейдет в режим ручного рисования границ. Сформируйте нужную фигуру. Она будет выделена красным цветом, а соответствующее значение длины появится в Информационном окне.

Команда Расстояние от кривой до точки позволяет определить расстояние между кривой и точкой.

После вызова команды укажите курсором кривую, а затем точку, расстояние до которой нужно определить. Для точного позиционирования курсора воспользуйтесь привязками или меню геометрического калькулятора в полях **Первая точка** и **Вторая точка** на Панели свойств. В Информационном окне появится значение расстояния от кривой до указанной точки и некоторые справочные параметры.

Если необходимо измерить расстояния между разными точками и одной и той же кривой, после ее указания нажмите кнопку **Запомнить состояние** на Панели специального управления. Чтобы указать другую кривую для измерения, нажмите кнопку **Указать заново**.

Команда Расстояние между 2 кривыми позволяет определить расстояние между двумя выбранными кривыми.

После вызова команды укажите курсором первую и вторую кривые, расстояние между которыми нужно определить. В Информационном окне появится значение расстояния между кривыми и некоторые справочные параметры. Возможно измерение только ненулевых расстояний, т. е. указанные кривые не должны пересекаться.

Если необходимо измерить расстояния от нескольких разных кривых до одной и той же кривой, после ее указания нажмите кнопку **Запомнить состояние** на Панели специального управления. Чтобы указать другую кривую для измерения, нажмите кнопку **Указать заново**.

Команда Угол между 2 прямыми/отрезками позволяет измерить угол между двумя прямолинейными объектами (прямыми, отрезками, звеньями ломаной и т. п.).

После вызова команды укажите курсором первый и второй объект, угол между которыми нужно определить. В Информационном окне появится значение угла между указанными объектами.

Если необходимо измерить угол между несколькими разными объектами и одним и тем же объектом, после его указания нажмите кнопку **Запомнить состояние** на Панели специального управления. Чтобы указать другой объект для измерения, нажмите кнопку **Указать заново**.

Команда Угол, заданный 3 точками позволяет измерить угол, указав три образующие его точки.

После вызова команды укажите курсором вершину угла и две точки, лежащие на его сторонах.

Для точного позиционирования курсора воспользуйтесь привязками или меню геометрического калькулятора в полях **Первая точка** и **Вторая точка** на Панели свойств. В Информационном окне появится значение угла, образованного заданными точками.

Если необходимо измерить несколько углов с общей вершиной, после ее указания нажмите кнопку **Запомнить состояние** на Панели специального управления. Чтобы указать новую вершину угла, нажмите кнопку еще раз.

Команда Площадь позволяет измерить площадь произвольной фигуры.

После вызова команды укажите курсором точку внутри замкнутой области, ограниченной пересекающимися геометрическими объектами.

Система автоматически определит границы фигуры, образованной этими объектами. Она будет выделена красным цветом, а значение ее площади появится в Информационном окне.

Если требуется вычислить площадь фигуры, ограниченной замкнутым контуром, нажмите кнопку **Указать замкнутую кривую** на Панели специального управления и укажите нужный контур. Фигура, ограниченная выбранным контуром, будет выделена красным цветом, а соответствующее значение площади появится в Информационном окне.

Если требуется вычислить площадь фигуры, образованной набором геометрических объектов, нажмите кнопку **Обход границы** по стрелке на Панели специального управления. Система перейдет в режим обхода границы по стрелке. Сформируйте нужную фигуру. Она будет выделена красным цветом, а соответствующее значение площади появится в Информационном окне.

Если границы фигуры, площадь которой требуется вычислить, не существуют на чертеже, вы можете сформировать временную ломаную линию. Для этого нажмите кнопку **Ручное рисование границ** на Панели специального

управления. Система перейдет в режим ручного рисования границ. Сформируйте нужную фигуру. Она будет выделена красным цветом, а соответствующее значение площади появится в Информационном окне.

4.3.2. Измерение характеристик пространственных объектов

Для вызова команды нажмите соответствующую кнопку на панели **Измерения (3D)** или выберите ее название из меню **Сервис**.

Точность вычислений и единицы измерения длины вы можете задать, используя элементы управления вкладки **Измерение** на Панели свойств. Результаты вычислений отображаются в появляющемся на экране Информационном окне.

Для завершения команды проверки пересечений нажмите кнопку **Прервать команду** на Панели специального управления или закройте Информационное окно.

*Команда **Измерить длину ребра*** позволяет измерить длину ребер или периметр грани детали.

Последовательно указывайте курсором ребра, длину которых вы хотите измерить. Если указать курсором грань, будет измерена длина всех ограничивающих ее ребер. Выбранные ребра будут подсвечиваться. В Информационном окне появится список измеренных длин. В конце списка будет указана сумма измеренных значений.

Если требуется измерить периметр грани, укажите эту грань сразу после вызова команды. В этом случае сумма измеренных значений будет соответствовать ее периметру.

Если какой-либо объект (ребро или грань) указан повторно, подсветка с него снимается, а соответствующие ему результаты измерения исключаются из списка.

*Команда **Измерить расстояние и угол*** позволяет измерить расстояние и, если возможно, угол между двумя указанными объектами (конструктивными осями и плоскостями, гранями, ребрами и вершинами).

Последовательно указывайте курсором пары объектов, расстояние и угол между которыми требуется измерить. Объекты можно указывать в любой комбинации (например, плоскость и вершина, ребро и ось, две грани). Выбранные объекты будут подсвечиваться. В Информационном окне появятся значение расстояния между ними (если оно не нулевое) и значение угла между ними (если объекты не параллельны и не перпендикулярны).

Если объекты пересекаются, параллельны или перпендикулярны, в Информационном окне появится соответствующее сообщение.

Если требуется измерить расстояние и угол между одним объектом и несколькими другими, после указания первого объекта нажмите кнопку **Запомнить состояние** на Панели специального управления, а затем укажите другие объекты.

Команда Измерить площадь позволяет измерить площадь граней детали.

Последовательно указывайте курсором грани, площадь которых требуется измерить. Выбранные грани будут подсвечиваться. В Информационном окне появится список измеренных площадей. В конце списка будет указана сумма измеренных значений.

Если какая-либо грань указана повторно, подсветка с нее снимается, а соответствующий ей результат измерения исключается из списка.

Команда Вычислить массо-центровочные характеристики модели позволяет выполнить расчет массо-центровочных характеристик (МЦХ) существующей модели.

Чтобы положение рассчитанного центра тяжести и осей центральной системы координат было показано в окне модели в виде фантома, нажмите кнопку **Центр масс**.

Расчет МЦХ ведется в глобальной системе координат модели.

В расчетах используются значения плотностей материалов деталей.

Чтобы изменить материал детали, вызовите из меню **Сервис** команду **Параметры** и активизируйте вкладку **Текущая деталь**. В разделе появившегося диалога **Свойства** нажмите кнопку **Плотность**. Выберите нужный материал в диалоге **Плотность материалов**.

4.4. Примеры решения планиметрических и стереометрических задач с помощью двумерных редакторов

Известны успешные попытки использования, при изучении в школе геометрии, специализированных графических сред, например Windows-приложения Geometer's Sketchpad. Альтернативы такому подходу не было, так среды конечных пользователей, являясь инструментом профессионалов, из-за высокой стоимости легально не применялись в образовательных учреждениях. Некоммерческое распространение учебных версий, в том числе графических пакетов, поставило вопрос о разумном выборе базового программного обеспечения, с помощью которого решаются геометрические, графические и конструкторские задачи в школе, вузе, в профессиональной деятельности. В табл. 4.3 и 4.4 представлены примеры решения школьных геометрических задач с помощью двумерного редактора КОМПАС-3D LT.

Для рассмотренных примеров выбирались задачи из известных сборников, по которым сегодня российские школьники изучают геометрию. Очевидно, что можно предложить школьникам для решения множество более сложных и интересных задач, формирующих навыки геометрического моделирования на плоскости и в пространстве. При решении таких задач компьютер становится средством проверки геометрических гипотез, инструментом построений, преобразований и вычисления искомых метрических характеристик, а самое главное — мощным средством развития образного мышления.

Таблица 4.3. Этапы решения планиметрических задач

<p>Боковое ребро правильной четырехугольной пирамиды образует угол в 60° с плоскостью основания. Найти площадь боковой поверхности пирамиды, если боковое ребро равно 6 см.</p> <p>$S = 11,91 \text{ см}^2$</p> <p>$S = 4 \times S_1 = 47,64 \text{ см}^2$</p>	<p>Диагональ осевого сечения цилиндра равна 72 мм. Угол между этой диагональю и образующей цилиндра равен 60°. Найти высоту, радиус и площадь основания цилиндра.</p> <p>$S = 1017,86 \text{ см}^2$</p>
<p>Высота конуса равна 4 см. Найти площадь сечения, проходящего через вершину конуса и хорду основания, стягивающую дугу в 60°, если плоскость сечения образует с плоскостью основания конуса угол в 45°.</p> <p>$S = 13,06 \text{ см}^2$</p>	<p>Построить правильный тетраэдр, описанный вокруг куба с ребром длиной 20 мм. Определить объем тетраэдра.</p> <p>$V = 36130 \text{ мм}^3$</p>

Таблица 4.4. Примеры решения стереометрических задач по разным темам

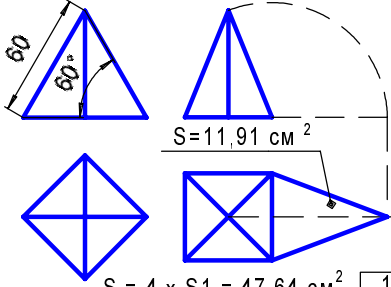
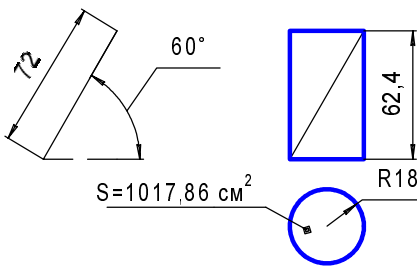
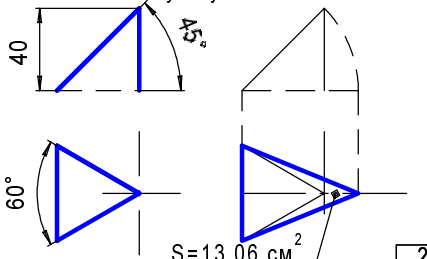
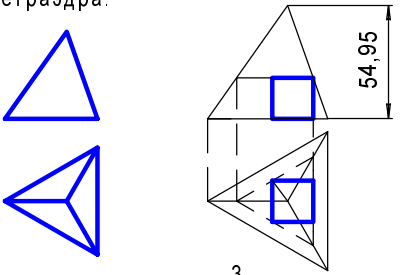
<p>Боковое ребро правильной четырехугольной пирамиды образует угол в 60° с плоскостью основания. Найти площадь боковой поверхности пирамиды, если боковое ребро равно 6 см.</p>  <p>$S = 11,91 \text{ cm}^2$</p> <p>$S = 4 \times S_1 = 47,64 \text{ cm}^2$</p>	<p>Диагональ осевого сечения цилиндра равна 72 мм. Угол между этой диагональю и образующей цилиндра равен 60°. Найти высоту, радиус и площадь основания цилиндра.</p>  <p>$S = 1017,86 \text{ cm}^2$</p>
<p>Высота конуса равна 4 см. Найти площадь сечения, проходящего через вершину конуса и хорду основания, стягивающую дугу в 60°, если плоскость сечения образует с плоскостью основания конуса угол в 45°.</p>  <p>$S = 13,06 \text{ cm}^2$</p>	<p>Построить правильный тетраэдр, описанный вокруг куба с ребром длиной 20 мм. Определить объем тетраэдра.</p>  <p>$V = 36130 \text{ mm}^3$</p>

Таблица 4.5. Примеры решения стереометрических по теме "Сфера"

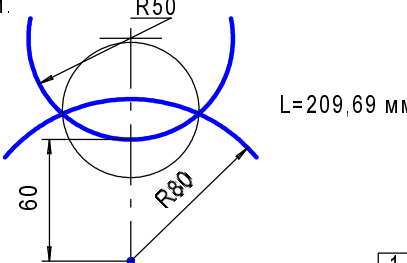
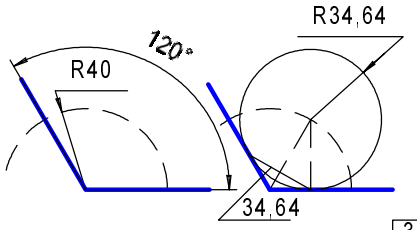
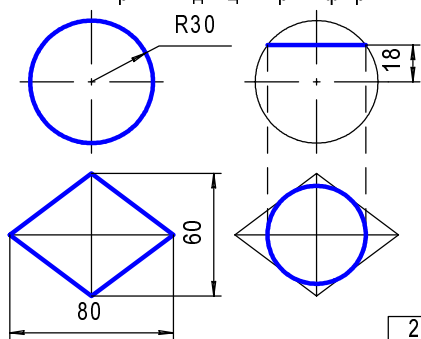
<p>Радиус сферы равен 50 мм. Вне сферы дана точка М на расстоянии 60 мм от ближайшей точки сферы. Найти длину L такой окружности на сфере, все точки которой удалены от М на расстоянии 80 мм.</p>  <p>$L = 209,69 \text{ мм}$</p>	<p>Сфера касается граней двугранного угла в 120°. Расстояние от центра сферы до ребра двугранного угла равно 40 мм. Найти радиус сферы и расстояние между точками касания.</p>  <p>$R = 34,64$</p>
--	---

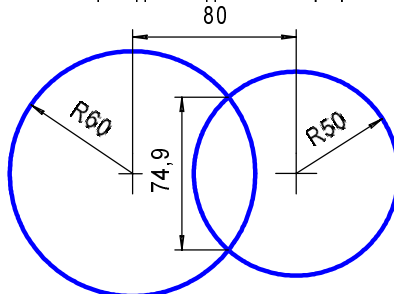
Таблица 4.5 (окончание)

Радиус сферы 30 мм. Стороны ромба касаются сферы. Диагонали ромба 60 мм и 80 мм. Найти расстояние от плоскости ромба до центра сферы.



2

Расстояние между центрами двух сфер равно 80 мм. Радиусы сфер равны 60 мм и 50 мм. Найти диаметр окружности общей для заданных сфер.



4



Глава 5

Элементы автоматизированного конструирования при графическом изображении деталей

Конструирование — это творческая реализация технического замысла изделия, определение его функциональной структуры и технологии изготовления. Конструирование включает процедуры обдумывания и отображения, выбор материалов и технологии изготовления. Результатом конструирования является создание геометрических моделей или технической документации, необходимых для выпуска изделий. Можно выделить геометрические и графические задачи автоматизированного конструирования. Успешное решение этих задач требует высокого уровня интеллектуальных умений по обработке графической информации.

В данном и последующих разделах *части 1* приведены примеры выполнения графических фрагментов и чертежей, в которых продуктивные построения на компьютере направлены на решение основных тематических задач технического черчения. Форма и содержание разработанных заданий позволяют выполнять их в графических средах различных CAD-систем.

5.1. Проекционные задачи

Из рис. 5.1, на котором приведены условия и решение четырех проекционных задач, видно, что компьютерная реализация решений в задачах 1—3 элементарна и требует проведения отрезков в сетке с оптимальным шагом. Поэтому кратко остановимся на содержательной стороне решения первых трех задач, а для четвертой раскроем технологию компьютерной реализации решения.

В двух первых задачах для сокращения числа возможных решений необходимо указать, что заданные геометрические тела снаружи ограничены набором плоских многоугольников и не имеют скрытых отсеков и внутренних поверхностей. Предварительными этапами решения задач могут быть

следующие: вначале желателен анализ формы заданных тел и мысленное расчленение их на простейшие многогранники; далее необходимо представить, какие линии получаются в результате пересечения смежных поверхностей. В первой задаче анализ формы позволяет заключить, что заданное тело состоит из трех призм и усеченной пирамиды. Призмы на виде слева изображаются прямоугольниками, усеченная пирамида проецируется в виде трапеции.

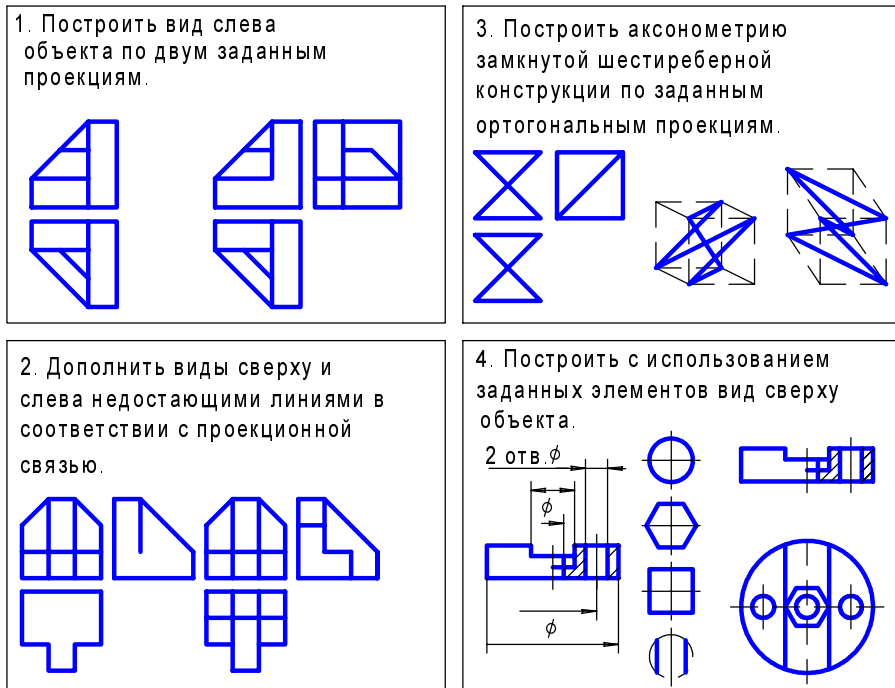


Рис. 5.1. Решение проекционных задач

Решение третьей задачи заключается в изображении двух вариантов замкнутой конструкции, у которой любая вершина образована соединением двух ребер. Следует отметить одну особенность: направление отдельных участков пространственной линии на аксонометрическом чертеже может быть недостаточно наглядным, так как в аксонометрии углы искажаются. Поэтому для большей наглядности рекомендуется изображение конструкции вписывать в изображение подходящего по форме параллелепипеда. Если для нахождения решений пространственного мышления не хватает, то возможен подход с формализацией этапов решения. На первом этапе можно пронумеровать вершины куба на прямоугольных и аксонометрической проекциях. Далее следует перечислить и изобразить на аксонометрической проекции куба все

допустимые ребра проволочной конструкции, которые не противоречат исходным данным. На последнем этапе из данного множества ребер необходимо выбрать те, которые дадут искомое решение.

В четвертой задаче набор геометрических примитивов, используемых для синтеза вида сверху, обеспечивает единственность правильного решения, для чего обязательно использовать полный набор из заданных четырех элементов. На рис. 5.2 поэтапно рассмотрена последовательность построений, необходимых для получения решения.

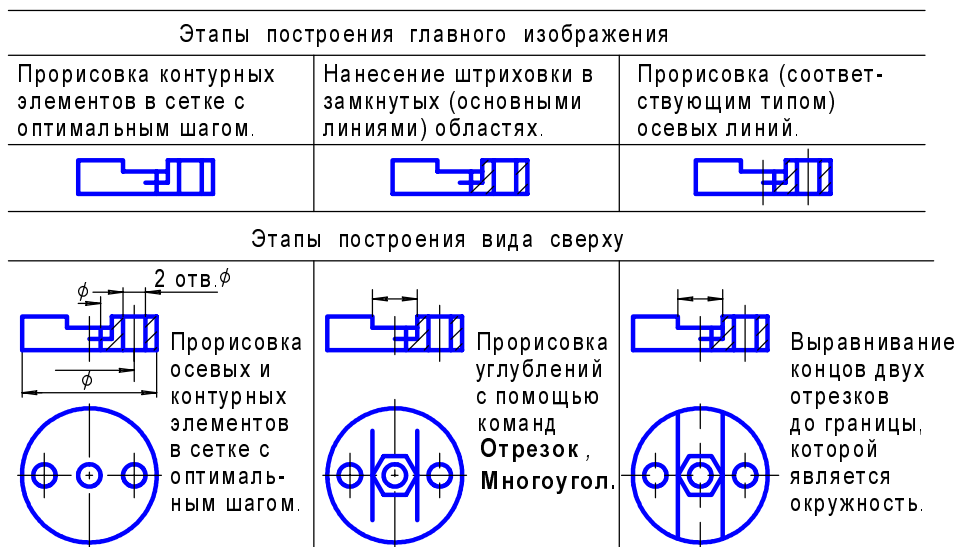


Рис. 5.2. Этапы построения изображения втулки

Показанные на рис. 5.2 размерные линии и символы необходимы для правильного построения вида сверху. При выполнении задания их наносить не требуется.

5.2. Выполнение разрезов

Задание ориентировано на применение знаний ГОСТ 2.305-68, 2.311-68, 2.316-68. Тематический блок по указанной теме включает 4 задачи по дочерчиванию изображений деталей. Для графического выполнения этих задач необходимо первоначально скопировать исходные изображения заданий в правую часть соответствующего вида и в дальнейшем редактировать именно эти изображения. На рис. 5.3—5.6 представлены исходные данные и раскрыты этапы решения задач с указанием команд, которыми целесообразно пользоваться на отдельных этапах.

В первой задаче (рис. 5.3) необходимо завершить построение контуров двух изображений, а на половине вида спереди показать обращенную к наблюдателю видимую часть поверхности детали.

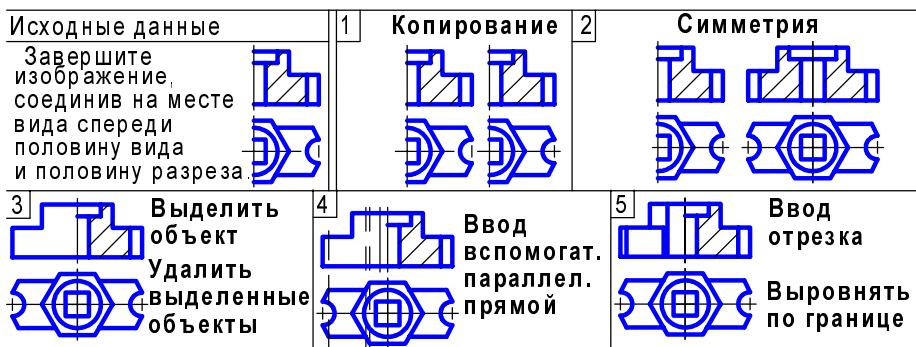


Рис. 5.3. Соединение половины вида и половины разреза

При решении задачи 2 (рис. 5.4) следует обратить внимание на правильность расположения границы вида и разреза и на изображение ребра, совпадающего с осью симметрии детали.



Рис. 5.4. Соединение части вида и части разреза

Для получения правильного решения в задаче 3 (рис. 5.5) необходимо обратить внимание на условность выполнения разрезов, когда секущая плоскость направлена вдоль длинной стороны тонкой стенки типа ребра жесткости. Такие элементы согласно ГОСТ 2.305-68 показывают не заштрихованными.

Цель задачи 4 (рис. 5.6) — закрепить знания об использовании условностей и упрощений при выполнении видов и разрезов, связанные, в частности, с изображением тонкими линиями резьбы и рифления. Решение задачи необходимо начинать, уяснив из условия, что внутренняя и наружная поверхности детали — поверхности вращения.

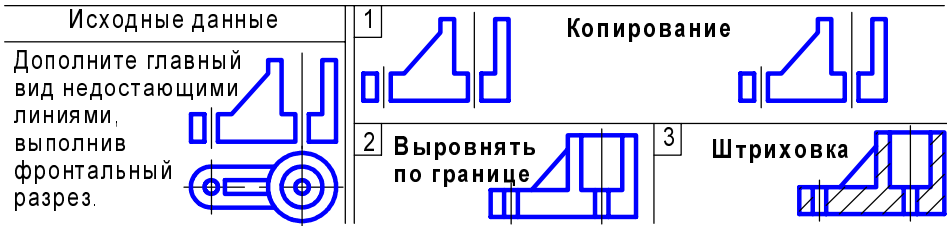


Рис. 5.5. Разрез детали с ребром жесткости

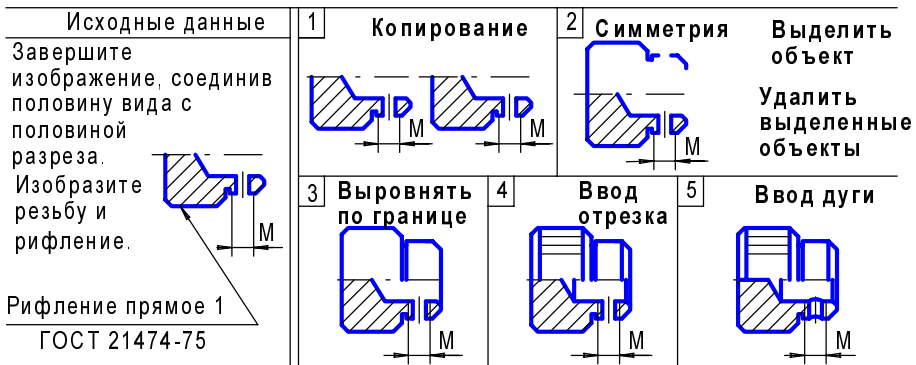


Рис. 5.6. Исходные данные и построение изображения втулки

5.3. Дополнение главного вида детали сечениями и разрезом

Цели данного задания заключаются в закреплении знания правил изображения сечений, в формировании умений и навыков выполнения изображений детали, в том числе на основе использования библиотек готовых графических фрагментов. Сечением называют изображение фигуры, получающейся при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями. На сечении показывается только то, что получается непосредственно в секущей плоскости.

На рис. 5.7 представлены исходные данные и решение одного из вариантов задания, в котором заданный главный вид вала необходимо дополнить сечениями и разрезом. Для получения правильного решения необходимо учитывать перечисленные ниже положения ГОСТ 2.305-68. Ось симметрии вынесенного сечения указывают штрихпунктирной тонкой линией без обозначения буквами и стрелками и линию сечения не проводят. Другие сечения по построению

и расположению должны соответствовать указанному стрелками. Допускается располагать сечение в любом месте поля чертежа. Если секущая плоскость проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие или углубление, то контур отверстия или углубления в сечении показывают полностью. Если секущая плоскость проходит через некруглое отверстие и сечение получается состоящим из отдельных самостоятельных частей, то следует применять разрезы.

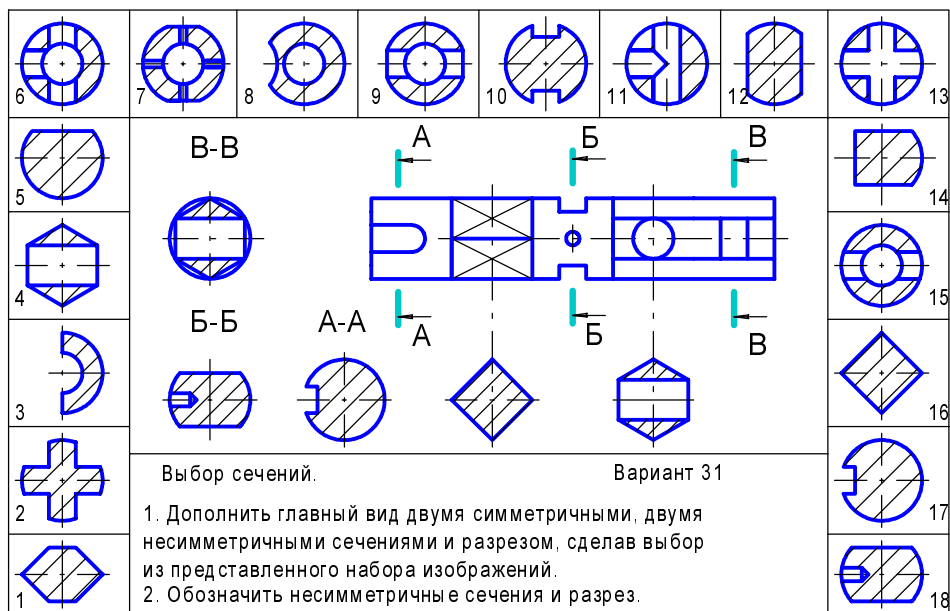


Рис. 5.7. Дополнение главного вида детали сечениями и разрезом

Решение получается правильным выбором изображений сечений и копированием их в соответствующие места чертежа в режиме включенной сетки с оптимальным шагом, например, равным 4 мм. Разрез получается дополнением сечения необходимыми линиями. Обозначения линий разреза или сечений выполняются с помощью команды по нанесению соответствующих чертежных символов.

5.4. Построение главного вида детали по заданным сечениям и разрезу

На рис. 5.8 представлены исходные данные и решение одного из вариантов задания, в котором по заданным сечениям требуется построить главный вид детали. Синтез главного вида осуществляется методом контактного соеди-

нения графических фрагментов библиотеки из 17 элементов, расположенных по краям рабочего поля чертежа. Полученное изображение детали следует отредактировать, как правило, удалением лишних отрезков.

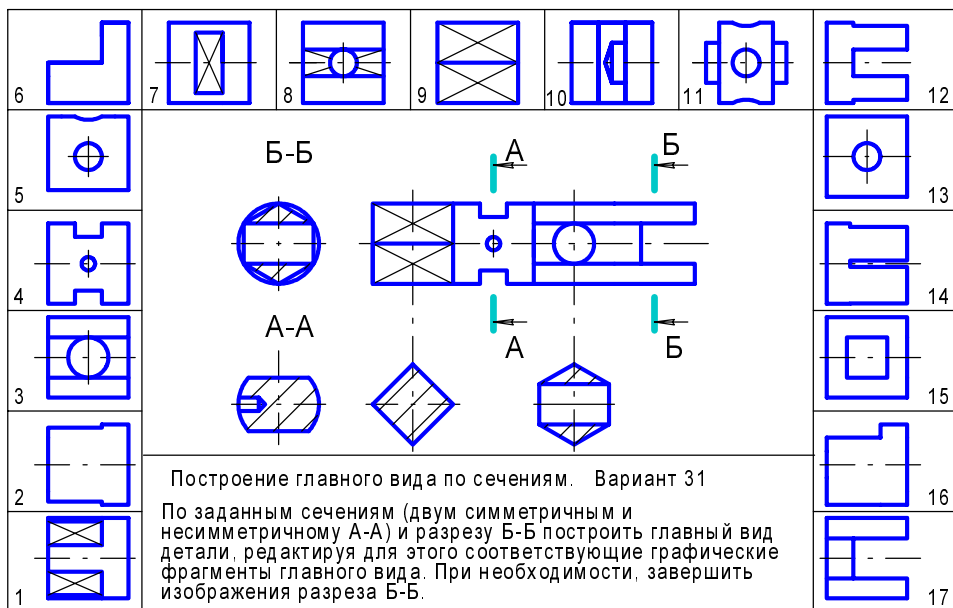


Рис. 5.8. Построение главного вида детали по заданным сечениям и разрезу

5.5. Нанесение размеров разных типов

CAD-системы предоставляют удобные средства нанесения размеров. Автоматическое нанесение размеров, реализуемое в некоторых CAD-системах, корректно при конструировании деталей определенных типов, например, тел вращения. Автоматическая простановка размеров почти всегда имеет недостаток, заключающийся в появлении лишних размеров. Кроме того, даже при конструировании простых деталей необходим выбор трех или более баз.

Наиболее распространенным является режим полуавтоматического нанесения размеров. В этом режиме пользователю необходимо указать нужный элемент и установить размерное число в требуемую точку. На основе этих данных система автоматически формирует выносные и размерные линии и рассчитывает размерное число.

В системе КОМПАС-ГРАФИК поддерживаются все предусмотренные ЕСКД типы размеров: линейные, диаметральные, радиальные, угловые.

Кнопки вызова соответствующих команд расположены на странице **Размеры и технологические обозначения** Инструментальной панели. На панелях расширенных команд располагаются различные дополнительные варианты простановки размеров. Например, Панель расширенных команд ввода линейных размеров включает следующие кнопки: **Линейный с обрывом**, **Линейный от отрезка к точке**, **Линейный от общей базы**, **Линейный цепной**, **Линейный с общей размерной линией**, **Размер дуги окружности**, **Размер высоты**. При нанесении линейных размеров обязательны привязки выносных линий к характерным точкам изображения. Поэтому следует рационально использовать механизмы клавиатурных, локальных и глобальных привязок.

Принципы ввода и оформления размерных надписей, выносных и размерных линий едины для размеров разных типов. Поэтому для примера рассмотрим порядок ввода линейного размера. Вначале на странице **Размеры и технологические обозначения** Инструментальной панели нажимается кнопка **Линейный размер**. Далее указываются 2 точки начала выносных линий, а затем точка размещения размерной надписи. После задания двух точек на экране будет отражаться фантом размера, а в Строке параметров объекта координаты заданных точек, поле размерной надписи и три кнопки: **Параллельно объекту**, **Горизонтальный**, **Вертикальный**. С помощью этих кнопок можно управлять положением размерной линии. По умолчанию будет создаваться размер, параллельный объекту, то есть размерная линия будет параллельна линии, проходящей через заданные точки начала выносных линий. Для редактирования размерной надписи необходимо щелкнуть мышью в поле размерной надписи, и на экране появится диалоговое окно редактирования размерной надписи. В диалоге можно дополнить предложенный системой текст, например, поставить до текста знак диаметра или обозначения метрической резьбы, ввести после текста сочетание $\times 45^\circ$ и т. д. Для оформления внешнего вида размера (положение стрелок, размер на полке и т. д.) служит кнопка **Параметры размера** на Панели специального управления. После нажатия этой кнопки на экране появляется диалоговое окно, с помощью которого можно сделать необходимые настройки.

Пример выполненного задания по нанесению размеров разных типов показан на рис. 5.9.

Анализ чертежа комплексной детали, изображение которой вбирает в себя характеристики формы и размеров семейства похожих деталей, помогает правильно нанести размеры для конкретного изображения варианта детали. Для каждого варианта схема нанесения размеров не должна жестко копировать фрагменты набора размеров комплексной детали.

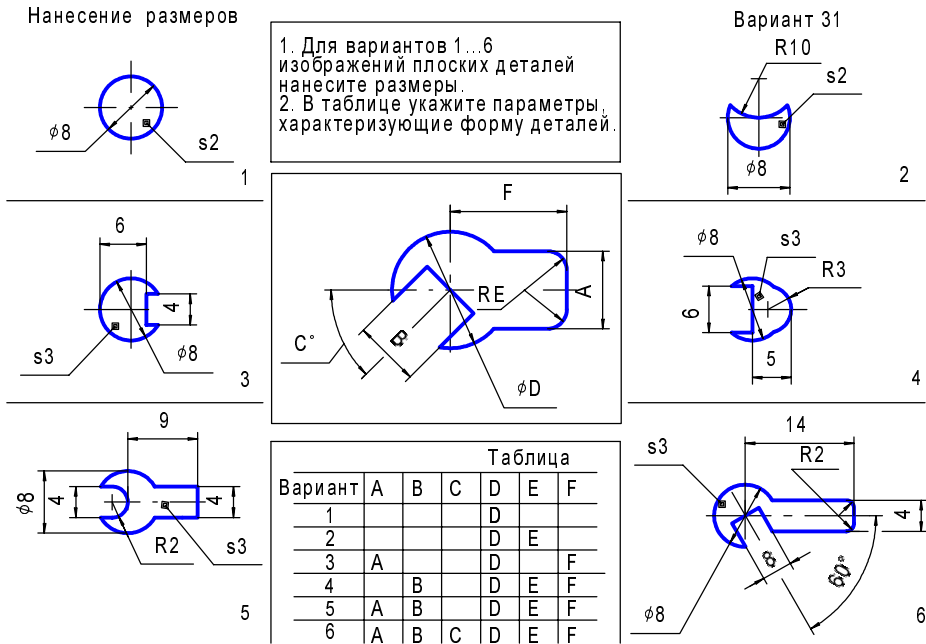


Рис. 5.9. Нанесение размеров разных типов

5.6. Вырез четверти втулки на аксонометрической проекции

Остановимся на особенностях выполнения задания, в котором по двум заданным проекциям строится трехпроекционный чертеж, а на наглядном изображении втулки выполняется вырез четверти детали по координатным осям.

В данном учебном задании две проекции однозначно определяют форму детали, а построение третьей — упражнение, с помощью которого проверяется правильность представления формы по ортогональным проекциям. С этой же целью в задании требуется выполнить определенные разрезы. Построение вида слева можно упростить, если выполнить вспомогательные построения, как это показано на рис. 5.10.

На рис. 5.11 представлены исходные данные и пример решения одного варианта данного задания. При нанесении размеров следует помнить, что размеры

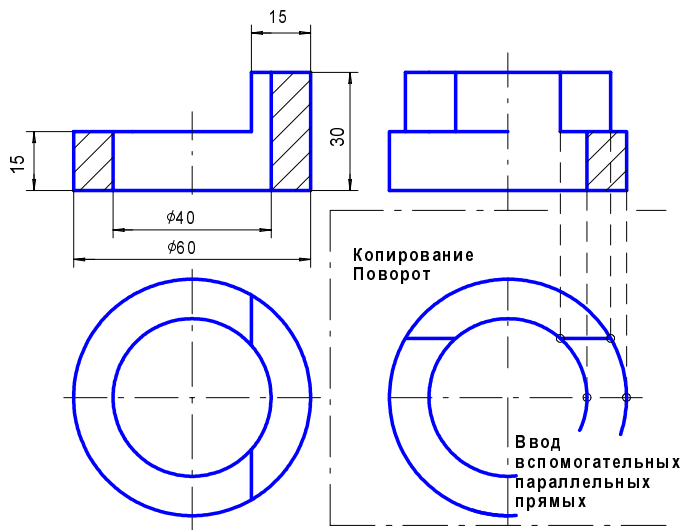


Рис. 5.10. Вспомогательные построения при изображении вида слева

Перед	Слева	Сзади	Справа	Вниз	Вверх	Вправо	Влево	Вперед	Назад	Вверх	Вниз	Вправо	Влево	Вперед	Назад																																																																	
910 XXXXXXXX JIMW																																																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="10" style="text-align: center;">ПМИГ.XXXXXX 016</td> <td>Лист</td> <td>Масса</td> <td>Масштаб</td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="text-align: center;">Втулка</td> <td></td> <td></td> <td>1:1</td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="text-align: center;">АЛ2 ГОСТ 2685-75</td> <td>Лист</td> <td>Листов</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="text-align: center;">ГЗТУ, зр. XXXX</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td colspan="10" style="text-align: center;">Копирова</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">Формат А4</td> </tr> </table>																ПМИГ.XXXXXX 016										Лист	Масса	Масштаб	Втулка												1:1	АЛ2 ГОСТ 2685-75										Лист	Листов	1	ГЗТУ, зр. XXXX													Копирова										Формат А4		
ПМИГ.XXXXXX 016										Лист	Масса	Масштаб																																																																				
Втулка												1:1																																																																				
АЛ2 ГОСТ 2685-75										Лист	Листов	1																																																																				
ГЗТУ, зр. XXXX																																																																																
Копирова										Формат А4																																																																						

Вырез на аксонометрической проекции. Вариант 31

1. На месте главного вида построить фронтальный разрез.
2. На месте вида слева построить профильный разрез, соединив половину вида и половину разреза.
3. Нанести необходимые размеры.
4. На аксонометрической проекции выполнить вырез по координатным осям четверти втулки.
5. Материал: АЛ2 ГОСТ 2685-75.

Рис. 5.11. Исходные данные и пример выполнения чертежа втулки

по максимуму группируются на главном изображении. На чертеже обозначен профильный разрез, т. к. секущая плоскость не совпадает с плоскостью симметрии втулки.

Когда секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии предмета в целом, а соответствующие изображения расположены на одном и том же листе в непосредственной проекционной связи и не разделены другими изображениями, для горизонтальных, фронтальных и профильных размеров не отмечают положение секущей плоскости и разрез надписью не сопровождают.

Этапы выполнения выреза на аксонометрической проекции показаны на рис. 5.12.

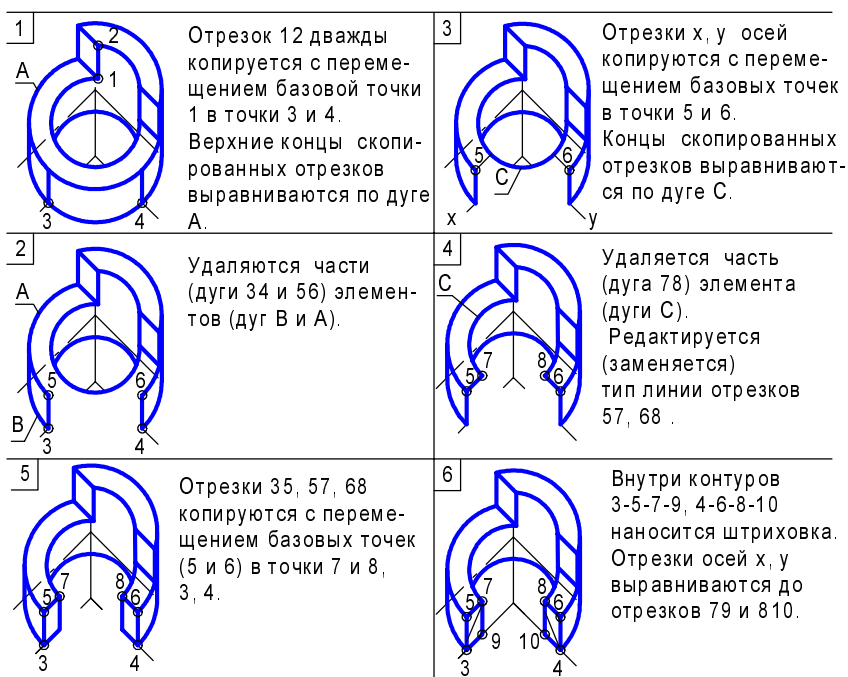


Рис. 5.12. Этапы выполнения выреза на аксонометрической проекции

Другой способ выполнения выреза предполагает предварительное изображение вспомогательных прямых, проходящих параллельно осям через обозначенные на рис. 5.12 точки. На заключительном этапе для получения замкнутых контуров необходимые отрезки вспомогательных прямых обводятся, а внутри контуров наносится штриховка.

5.7. Чертеж преобразованного вырезами объекта

В задании (рис. 5.13) требуется выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке, а также нанести необходимые размеры на прямоугольных проекциях.

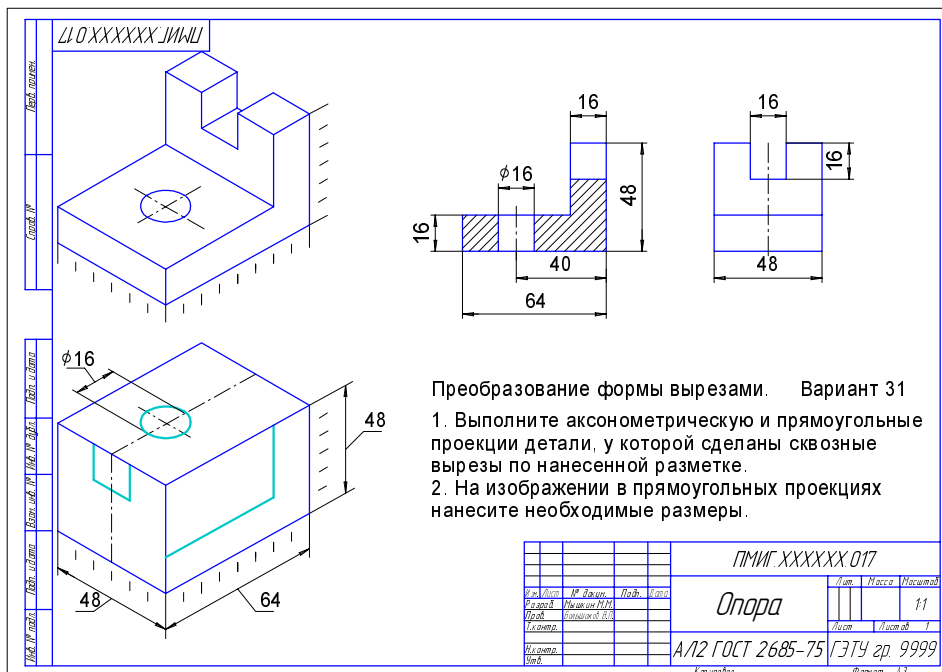


Рис. 5.13. Чертеж преобразованного вырезами объекта

На рис. 5.14 показаны этапы формирования пространственной модели детали, когда исходные данные представлены в виде наглядного изображения параллелепипеда с нанесенными на его поверхность линиями разметки.

Как и в предыдущем задании (по выполнению выреза четверти втулки), основное внимание должно быть уделено использованию при копировании и удалении частей элементов объектных привязок (нажатие клавиши <5>), для того чтобы любая вершина представляла собой единственную точку, из которой выходит два или три ребра формируемой модели.

Следует отметить, что разметка совпадает с пространственной сеткой с шагом 8 мм, что необходимо учитывать при выполнении ортогональных проекций и нанесении размеров.

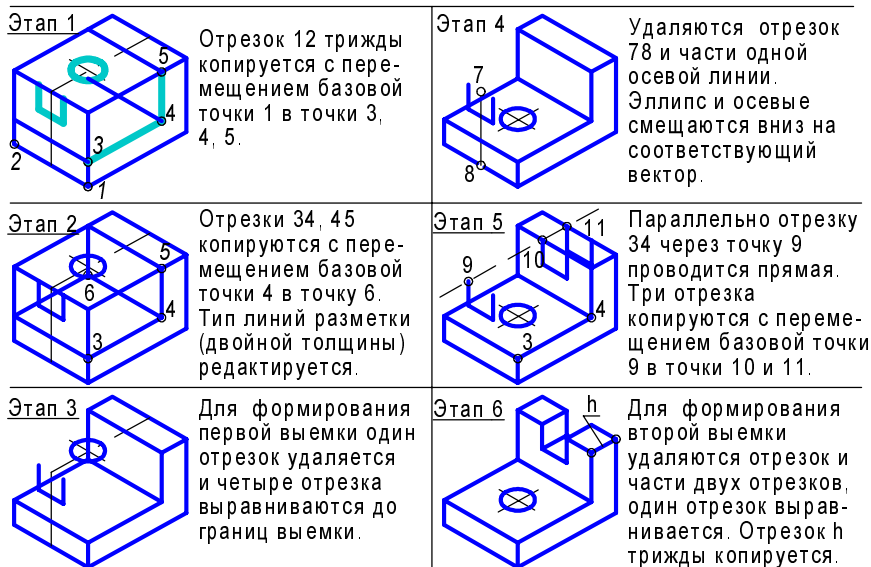


Рис. 5.14. Этапы построения аксонометрии опоры

5.8. Чертеж преобразованного сдвигом объекта

Пример представления исходных данных и выполнения задания показан на рис. 5.15. Основой решения этого задания является преобразование формы исходной пространственной модели путем замены выступов смежными выемками. Размеры элементов детали выбраны таким образом, что все вершины граней исходной и преобразованной моделей совпадают с углами пространственной сетки с шагом 8 мм, что упрощает выполнение в требуемых пропорциях изображений в прямоугольных проекциях. Результатом выполнения данного задания должен стать чертеж полученной детали, где представлены аксонометрическая и прямоугольные проекции детали с указанием необходимых размеров.

Вид сверху
Стор. фр.
Вид слева
Вид с лев. фр.
Вид с прав. фр.
Вид сзади
Вид спереди

ВИД XXXXXXXX_111111

Преобразование формы сдвигами. Вариант 31

1. Выполните прямоугольную изометрическую проекцию детали, у которой выступы, выделенные штриховкой, заменяются смежными выемками тех же форм и размеров.
2. Выполните проекционный чертеж с нанесением необходимых размеров.

				ПММГ. XXXXXX 018			
И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.
Основание				Лист	Масштаб		
А/12 ГОСТ 2685-75				Лист	Листов	1-1	
				Школа XXX, Кн. 7-Х			
				Курсовый Проект 13			

Рис. 5.15. Чертеж преобразованного сдвигом объекта



Глава 6

Изображение резьбы, резьбовых и шпоночных соединений

Применяемые в машино- и приборостроении виды соединений отдельных деталей и сборочных единиц принято делить на две основные группы: разъемные и неразъемные. К группе разъемных относятся такие соединения, которые можно неоднократно разбирать и вновь собирать без разрушения или существенных повреждений соединительных элементов. Это резьбовые (болтовые, винтовые, шпилечные и т. п.), шпоночные, штифтовые и другие соединения. В данной главе рассмотрены вопросы изображения резьбы и наиболее распространенных типов разъемных соединений.

6.1. Изображение резьбы

Резьба — поверхность, образованная при винтовом движении плоского контура по цилиндрической или конической поверхности. Основные термины и определения для резьб установлены ГОСТ 11708-82.

На рис. 6.1 изображены конструктивные элементы наружной цилиндрической резьбы и указаны ее основные параметры: длина l , сбеги x , недорез a и шаг P резьбы, наружный d и внутренний d_1 диаметры, угол профиля.

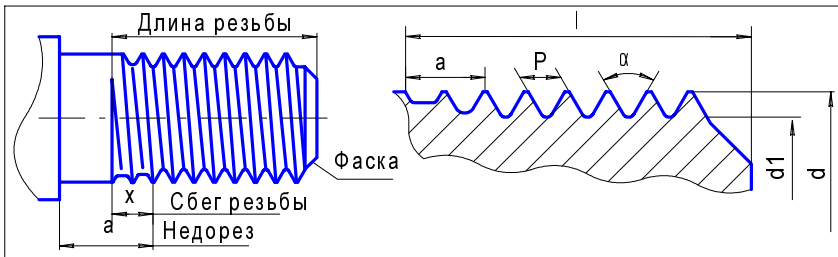


Рис. 6.1. Конструктивные элементы и параметры цилиндрической резьбы

ГОСТ 10549-80 устанавливает размеры сбега резьбы (при отсутствии проточки), размеры недореза, формы и размеры проточек для выхода резьбонарезающего

инструмента, размеры фасок (см. табл. П2.1). Перечисленные конструктивные элементы имеют следующие определения:

- *сбег резьбы* — участок резьбы неполного профиля, получаемый по технологическим причинам в зоне перехода резьбы к гладкой части детали;
- *недорез* — участок изделия, включающий сбег и недоход; под недоходом понимается величина ненарезанной части детали между концом сбega и опорной поверхностью детали;
- *фаска* — срезанная в виде усеченного конуса кромка цилиндрического конуса или отверстия. Фаска обеспечивает удобство сопряжения деталей, т. к. способствует ликвидации острой режущей кромки, получающейся по технологическим причинам на торцах деталей;
- *проточка резьбовая* — кольцевой желобок на стержне или кольцевая выточка в отверстии, выполняемая с целью получения одинакового профиля резьбы на всем нарезанном участке без сбega.

На чертежах все виды резьбы изображаются одинаково по ГОСТ 2.311-68, а именно:

- на стержне — сплошными основными линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, параллельную оси стержня, сплошную тонкую линию по внутреннему диаметру резьбы проводят по всей длине резьбы без сбega. На видах, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси стержня, по внутреннему диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную окружности, разомкнутую в любом месте (рис. 6.2);

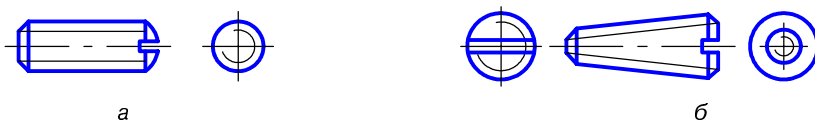


Рис. 6.2. Резьба на стержне: а — цилиндрическая; б — коническая

- в отверстии — сплошными тонкими линиями по наружному диаметру резьбы и сплошными тонкими линиями по внутреннему диаметру. На разрезах, параллельных оси отверстия, сплошную тонкую линию по наружному диаметру резьбы проводят по всей длине резьбы без сбega. На изображениях, полученных проецированием на плоскость, перпендикулярную к оси отверстия, по наружному диаметру резьбы проводят дугу, приблизительно равную окружности, разомкнутую в любом месте (рис. 6.3).

Сплошную тонкую линию при изображении резьбы наносят на расстоянии не менее 0,8 мм от основной линии и не более величины шага резьбы.

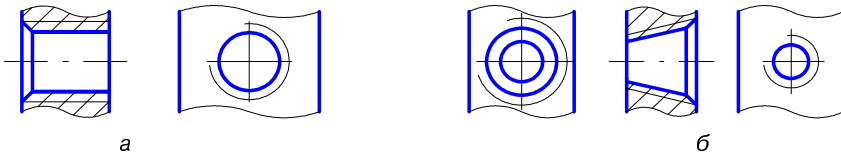


Рис. 6.3. Резьба в отверстиях: а — цилиндрическая; б — коническая

Если резьба изображается невидимой, то применяют штриховую линию одной толщины по наружному и внутреннему диаметрам.

Линию, определяющую границу резьбы, наносят на стержне и в отверстии с резьбой в конце полного профиля резьбы (до начала сбега). Границу резьбы проводят до линии наружного диаметра резьбы и изображают сплошной основной или штриховой линией, если резьба изображена как невидимая (рис. 6.4).

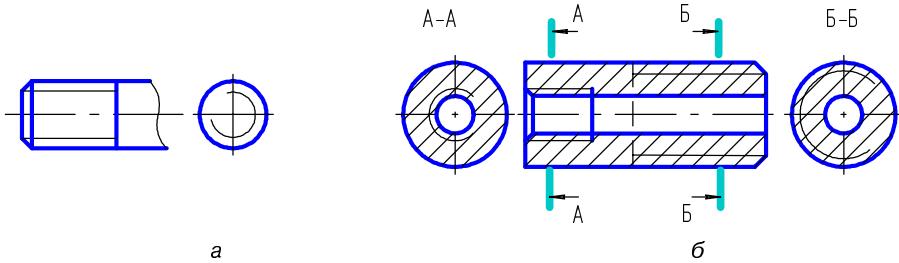


Рис. 6.4. Граница резьбы: а — на виде; б — на разрезе

Штриховку в разрезах и сечениях проводят по линиям наружного диаметра резьбы для наружной резьбы и до линии внутреннего диаметра резьбы для внутреннего разреза, т. е. в обоих случаях до сплошной основной линии (см. рис. 6.3, 6.4, б).

Размер длины резьбы с полным профилем (без сбега) на стержне и в отверстии указывают, как показано на рис. 6.5, а. Размер длины резьбы (со сбегом) на стержне и в отверстии указывают, как показано на рис. 6.5, б, при этом сбеги резьбы изображают сплошной тонкой прямой линией.

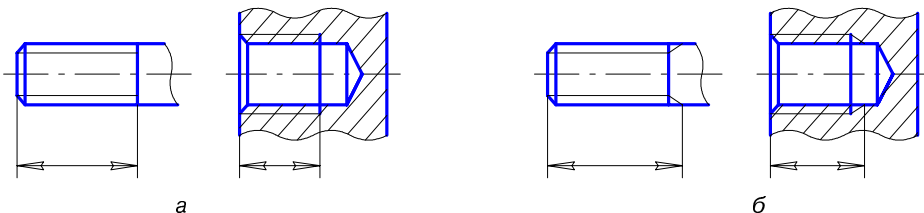


Рис. 6.5. Размер длины резьбы: а — с полным профилем; б — со сбегом

На чертежах, по которым резьбу не выполняют, конец глухого резьбового отверстия допускается изображать, как показано на рис. 6.6, даже при наличии разности между глубиной отверстия под резьбу и длиной резьбы.



Рис. 6.6. Упрощенные изображения глухого резьбового отверстия

Фаски на стержне с резьбой и в отверстии с резьбой, не имеющие специального конструктивного назначения, в проекции на плоскость, перпендикулярную к оси стержня или отверстия, не изображают (см. рис. 6.2, 6.3, 6.4). У наружной резьбы сплошная тонкая линия должна пересекать линию границы фаски.

Резьбы классифицируют по нескольким признакам. Например, по эксплуатационному назначению резьбы подразделяют на крепежные (метрические); крепежно-уплотнительные (трубная, коническая); ходовые (трапецеидальная, упорная); специальные и др.

Наиболее распространена метрическая резьба, которая образуется при винтовом движении равностороннего треугольника (теоретический профиль). При этом вершины теоретического профиля срезаны, а впадины скруглены. Диаметры и шаги метрической цилиндрической резьбы общего назначения в диапазоне от 0,25 до 600 мм устанавливает ГОСТ 8724-81 (см. табл. П2.2), основные параметры резьбы — ГОСТ 24705-81. В обозначение метрической цилиндрической резьбы входят буква М, номинальный диаметр и шаг резьбы, причем шаг крупной резьбы не указывают (рис. 6.7).

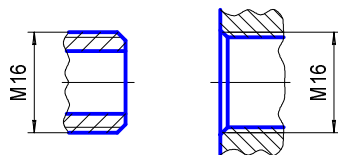


Рис. 6.7. Примеры обозначения метрической резьбы

Размеры трубной цилиндрической резьбы устанавливает ГОСТ 6557-81 (см. табл. П2.3). Размер трубной резьбы в отличие от метрической задается по внутреннему диаметру трубы (диаметр 10 мм на рис. 6.8). Размер наружного диаметра трубной резьбы больше диаметра условного прохода на две толщины стенки трубы. Например, трубная резьба в 3/8 дюйма имеет наружный диаметр 16,66 мм (а не 10,08 мм).

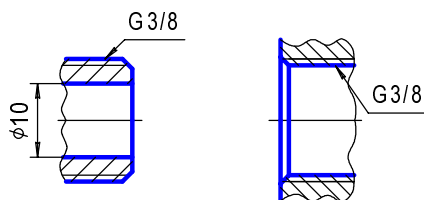


Рис. 6.8. Примеры обозначения трубной цилиндрической резьбы

Условное обозначение трубной цилиндрической резьбы включает букву G, размер резьбы и класс точности среднего диаметра. На учебных чертежах класс точности допускается не указывать (рис. 6.8).

На рис. 6.9 показан пример выполненного учебного задания по изображению и обозначению метрической резьбы.

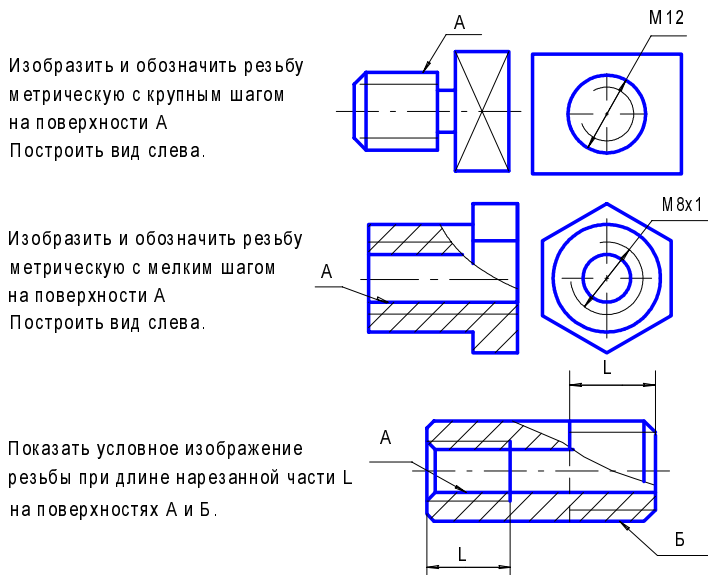


Рис. 6.9. Пример изображения и обозначения метрической резьбы

6.2. Изображение резьбовых соединений

Резьбовые соединения можно разделить на две группы:

1. Соединения, осуществляемые непосредственным свинчиванием соединяемых деталей, без применения специальных соединительных частей.
2. Соединения, осуществляемые с помощью специальных соединительных (крепёжных) деталей, таких как болты, винты, шпильки и пр.

Изображения резьбовых соединений деталей выполняют по ГОСТ 2.311-68 согласно рис. 6.10, т. е. в месте соединения резьбу показывают как на стержне, а в отверстии показывают только ту часть резьбы, которая не закрыта резьбой стержня.

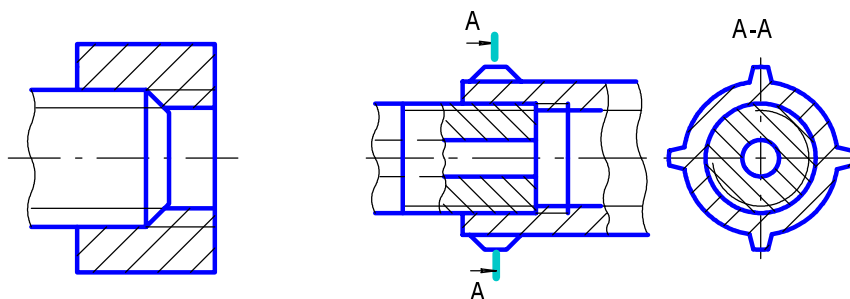


Рис. 6.10. Примеры изображения резьбовых соединений

На рис. 6.11 представлены примеры выполнения двух учебных задач по изображению резьбовых соединений.

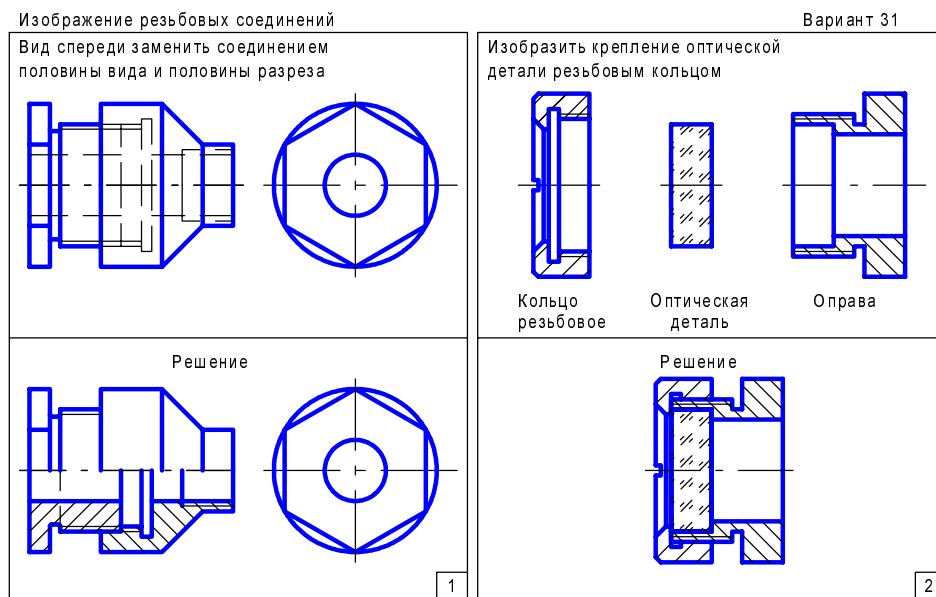


Рис. 6.11. Изображение резьбовых соединений

Рис. 6.12 раскрывает этапы выполнения второй задачи. При выполнении различных вариантов этой задачи следует обратить внимание на то, что на

изображении сборки не должно быть зазоров, позволяющих оптической детали или свободно перемещаться в осевом направлении, или быть раздавленной при доворачивании резьбового кольца

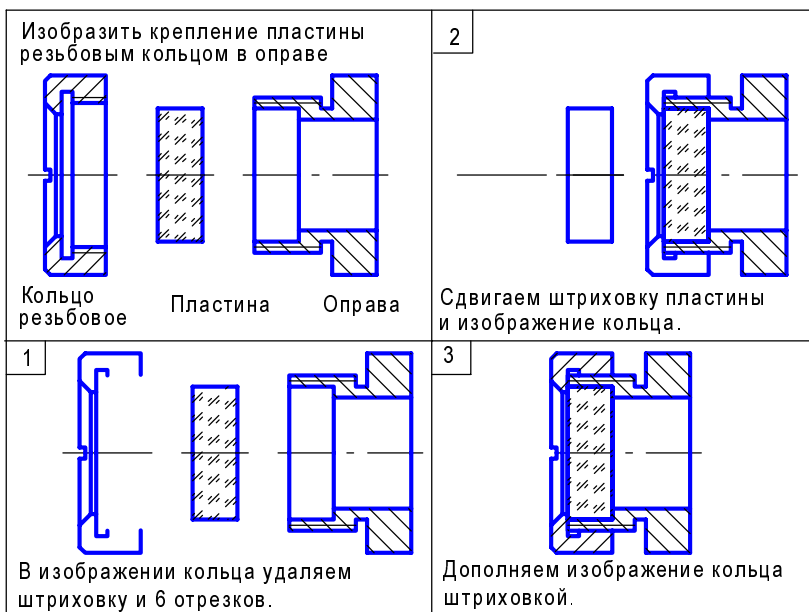


Рис. 6.12. Этапы изображения резьбового соединения

Резьбовые соединения изображают на сборочных чертежах, которые согласно ГОСТ 2.109-73 следует выполнять, как правило, с упрощениями.

На сборочных чертежах допускается не показывать:

- фаски, скругления, проточки, углубления и другие мелкие элементы;
- зазоры между стержнем и отверстием.

Такие детали, как болты, винты, шпильки, непустотелые валы и т. п. при продольном разрезе показывают нерассеченными. Как правило, нерассеченными на сборочных чертежах показывают также гайки и шайбы.

6.3. Изображение резьбовых соединений с крепёжными деталями

К соединениям резьбовыми крепёжными деталями относят соединение деталей при помощи болтов, шпилек, винтов, шурупов, накладных гаек и пр.

Болты, винты, шпильки и гайки выпускаются грубой точности (класс С), нормальной точности (класс В) и повышенной точности (класс А) без покрытий

или с покрытиями. Указанные изделия изготавливают в нескольких исполнениях, характеризующихся присутствием тех или иных конструктивных элементов. Класс В и исполнение 1 в обозначениях болтов, винтов шпилек и гаек не указывают.

В курсе ИКГ при заполнении спецификаций допускается приводить сокращенные обозначения стандартных изделий, характеризующие только форму и размеры изделий.

Размеры сквозных отверстий под болты, винты, шпильки с диаметрами стержней от 1 до 160 мм, применяемых для соединений с зазорами, устанавливает ГОСТ 11284-75. В табл. П2.4 частично представлены сведения из указанного ГОСТа.

Болтовое соединение (рис. 6.13) включает болт, гайку, шайбу и скрепляемые детали, в которых просверлены отверстия диаметром по размерам из табл. П2.4.

При изображении болтового соединения на чертеже часто болт, гайку и шайбу вычерчивают не по их действительным размерам, которые даны в соответствующих стандартах, а по относительным — в зависимости от наружного диаметра резьбы (рис. 6.13). Длину l болта определяют как сумму толщины скрепляемых деталей, толщины шайбы, высоты гайки и размера части болта, выходящей за гайку (примерно на два-три витка резьбы). После вычисления длина болта округляется до ближайшего значения по стандарту из ряда, указанного на рис. 6.13.

Длину l_0 нарезанной части болта принимают равной $1,5d$, если навинчивается гайка, и округляют до ближайшего значения по стандарту. Если болт ввинчивается в деталь (используется как винт), то l_1 выбирают так же, как для шпильки (рис. 6.13), но с увеличением на $0,5d$ (чтобы конец резьбы был выше разъёма деталей), а затем округляют до ближайшего значения по стандарту.

При изображении болтового соединения в разрезе болт, гайку и шайбу показывают нерассеченными. Все необходимые данные болта, гайки и шайбы помещают в спецификации. Пример условного обозначения болта с шестигранной головкой, диаметром резьбы 12 мм, длиной 60 мм в исполнении 1 с крупным шагом резьбы и размерами по ГОСТ 7798-70:

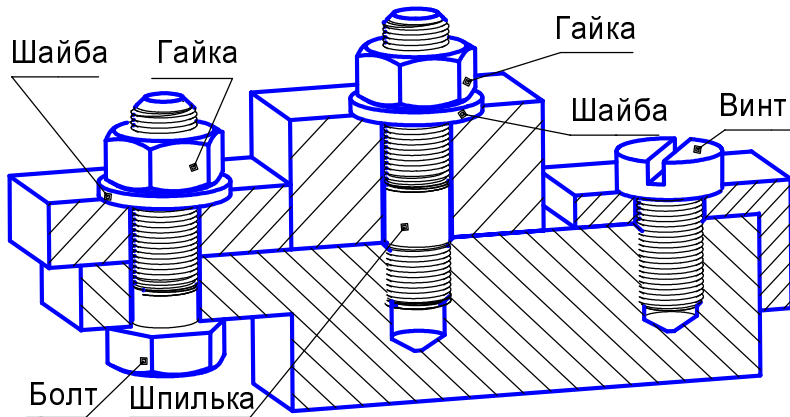
Болт М12×60 ГОСТ 7798-70.

То же в исполнении 2, с мелким шагом резьбы 1,25 мм:

Болт 2М12×1,25×60 ГОСТ 7798-70.

Шпильное соединение (рис. 6.13) включает шпильку, гайку, шайбу и скрепляемые детали. Нижняя скрепляемая деталь имеет углубление с фаской и резьбой — гнездо, в которое ввинчивается резьбовой конец шпильки длиной l_1 , а другая скрепляемая деталь имеет отверстие для прохода шпильки с диаметром по размерам из табл. П2.4.

Глубину гнезда на учебных чертежах делают на $0,5d$ больше длины l_1 . Неупрошенное изображение гнезда требует выбора по ГОСТ 10549-80 размеров сбega x , недореза a для внутренней метрической резьбы и высоты фаски z . В табл. П2.1 частично представлены сведения из указанного ГОСТа.



Данные для приближенного выбора длины l стандартных изделий

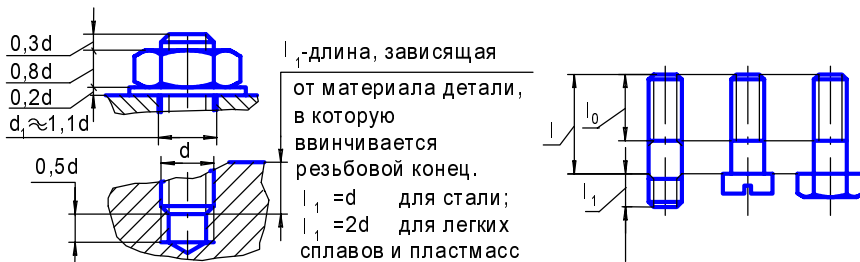


Рис. 6.13. Данные для выбора длины болта, винта и шпильки

Длина l_1 ввинчиваемого конца в длину шпильки не включается и зависит от материала детали, в которую ввинчивается резьбовой конец. Эта длина связана определенными соотношениями с диаметром d шпильки. В таблице указаны номера стандартов для шпилек нормальной точности с различными длинами l_1 .

ГОСТ	22032-76	22034-76	22036-76	22038-76	22040-76
Длина ввинчиваемого конца	$1d$	$1,25d$	$1,6d$	$2d$	$2,5d$

Длина гладкой части стержня шпильки должна быть не менее $0,5d$. Длина l шпильки определяется аналогично длине болта.

Пример условного обозначения шпильки с диаметром резьбы 8 мм, крупным шагом резьбы, длиной шпильки 60 мм и размерами по ГОСТ 22038-76:

Шпилька М8×60 ГОСТ 22038-76.

То же, но с мелким шагом резьбы — 1,0 мм:

Шпилька М8×1,0×60 ГОСТ 22038-76.

Винтовое соединение (рис. 6.13) включает скрепляемые детали, винт и шайбу. В соединениях винтами с потайной головкой и установочными винтами шайбу не ставят.

У одной из скрепляемых деталей должно быть гнездо с резьбой для конца винта, а у остальных — отверстие диаметром по размерам из табл. П2.4.

Неупрощенное изображение гнезда требует выбора по ГОСТ 10549-80 размеров сбег x , недореза a для внутренней метрической резьбы и высоты фаски z . В табл. П2.1 частично представлены сведения из указанного ГОСТа.

Если используется винт с потайной или полупотайной головкой, то соответствующая сторона отверстия верхней детали должна быть раззенкована под головку винта. Размеры опорных поверхностей под головки винтов выбираются по ГОСТ 12876-67 (см. табл. П2.5).

Длину винта определяют как сумму толщин скрепляемых деталей, толщины шайбы и глубины завинчивания. Глубина l_1 завинчивания выбирается так же, как для шпильки, а длина l_0 резьбы s — увеличением на $0,5d$, чтобы конец резьбы был выше разъёма деталей.

Дополнительное требование — на плоскости проекции, перпендикулярной к оси винта, прорезь (шлиц) для отвёртки изображают условно повернутой на 45° .

Пример условного обозначения винта с цилиндрической головкой, диаметром 8 мм, длиной 40 мм и размерами по ГОСТ 1491-72, исполнение 1 с крупным шагом резьбы:

Винт М8×40 ГОСТ 1491-72.

То же в исполнении 2 с мелким шагом 0,5 мм резьбы:

Винт 2М8×0,5×40 ГОСТ 1491-72.

Установочный винт отличается от крепежного тем, что он имеет нажимной конец определенной формы, входящий в специальное углубление сопряженной детали (рис. 6.14, *а*). Размеры отверстий под концы установочных винтов выбираются по ГОСТ 12415-80 (см. табл. П2.6).

Возможно вворачивание установочного винта в резьбовое отверстие, общее для соприкасаемых деталей (рис. 6.14, *б*).

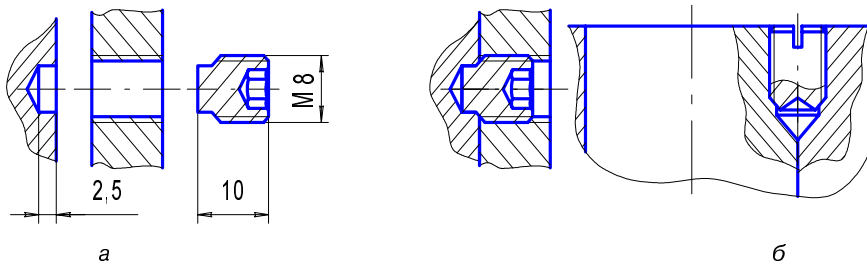


Рис. 6.14. Установочный винт: а — отверстия под установочный винт; б — примеры установки

Пример сокращенного обозначения установочного винта с цилиндрическим концом и шестигранным углублением под ключ, диаметром резьбы 8 мм, длиной 10 мм (рис. 6.14, а):

Винт М8×10 ГОСТ 11075-93.

Гайка — резьбовое изделие, имеющее отверстие с резьбой для навинчивания на резьбовой стержень. По форме гайки бывают шестигранные, квадратные, круглые и др. По высоте шестигранные стандартные гайки разделяются на низкие, нормальные и высокие. Гайки нормальной высоты класса нормальной точности стандартизованы ГОСТ 5915-70.

Пример условного обозначения гайки исполнения 1 диаметром 12 мм:

Гайка М12 ГОСТ 5915-70.

Для соединения деталей, работающих при вибрациях или испытывающих динамические нагрузки, применяют прорезные и корончатые гайки стандартизированные, например, по ГОСТ 5918-73. Обозначение прорезных и корончатых гаек аналогично приведенному выше. Такие гайки ставят совместно со шплинтом.

Шайба — деталь, которую устанавливают под гайку или головку болта или винта для предохранения материала детали от задиrow и смятия при затяжке гайки или винта, а также чтобы исключить возможность самоотвинчивания крепежной детали. Шайбы разделяются на круглые, косые, пружинные и др.

Шайбы плоские по ГОСТ 11371-78 изготовляют без наружной фаски — исполнение 1 (классы точности А и С) и с наружной фаской — исполнение 2 (класс точности А).

Пример условного обозначения шайбы исполнения 2 для крепежной детали с диаметром резьбы 12 мм:

Шайба 2.12 ГОСТ 11371-78.

Для предупреждения самоотвинчивания болтов, винтов и гаек применяют пружинные шайбы по ГОСТ 6402-70. Обозначение пружинной шайбы аналогично приведенному ранее.

Шплинты представляют собой отрезок изогнутой проволоки полукругового сечения, пропускаемый сквозь радиальное отверстие гайки, болта, вала и т. д. Он имеет кольцевую головку в виде петли и два конца разной длины. Шплинты по ГОСТ 397-79 предназначены для фиксирования болта или вала относительно прорезных и корончатых гаек (рис. 6.15, а).

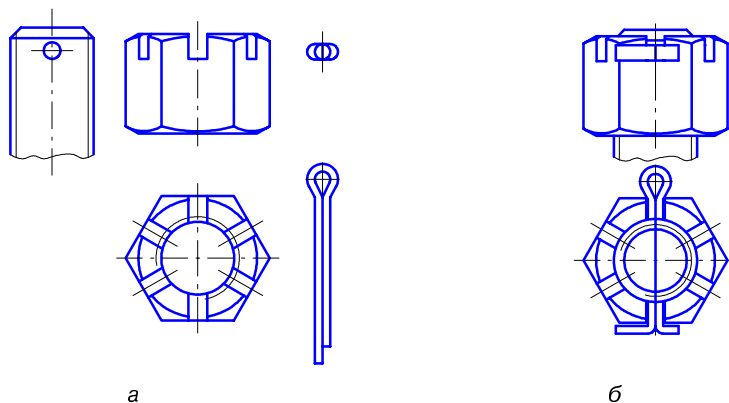


Рис. 6.15. Соединение со шплинтом: а — составляющие соединения; б — соединение в сборе

После установки шплинта его концы разводят (рис. 6.15, б).

В условное обозначение шплинта без покрытия входят наименование, условный диаметр и длина.

Пример условного обозначения шплинта с условным, диаметром 5 мм, длиной 30 мм из низкоуглеродистой стали без покрытия:

Шплинт 5Х30 ГОСТ 397-79.

Формулировка задания, необходимые исходные и справочные данные для конструктивного изображения болтового, винтового и шпильчного соединений представлены на рис. 6.16.

Для завершения сборочного чертежа целесообразно обратиться к конструкторской библиотеке, входящей в систему КОМПАС 4Х, 5Х, 6Х. Структура и порядок работы с этой библиотекой раскрыты в *главе 1*. Для изображения гнезда с резьбой и гнезда без резьбы ниже конца винта или шпильки также могут быть использованы библиотечные элементы. При этом из набора изображений резьбовых отверстий выбирается глухое отверстие, для которого задаются такие параметры, как диаметр и длина резьбы, глубина отверстия и т. д. Следует отметить, что в конструкторской библиотеке КОМПАС 5Х на шпильках не показан сбег резьбы, поэтому конструктивное изображение шпильчного соединения требует редактирования. На рис. 6.17 показан пример конструктивных изображений болтового, винтового и шпильчного соединений.

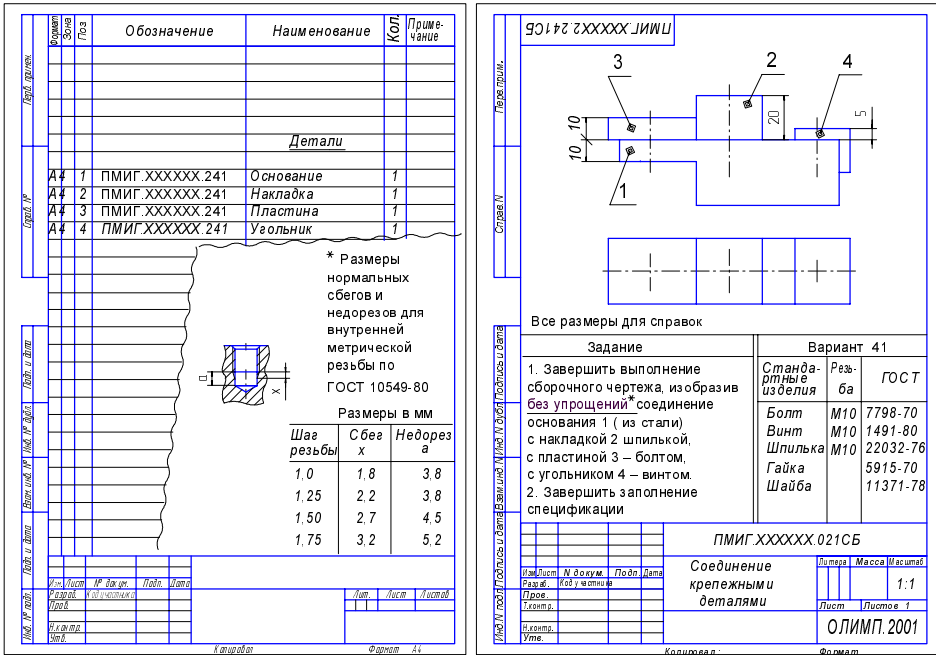


Рис. 6.16. Задание по конструктивному изображению резьбовых соединений

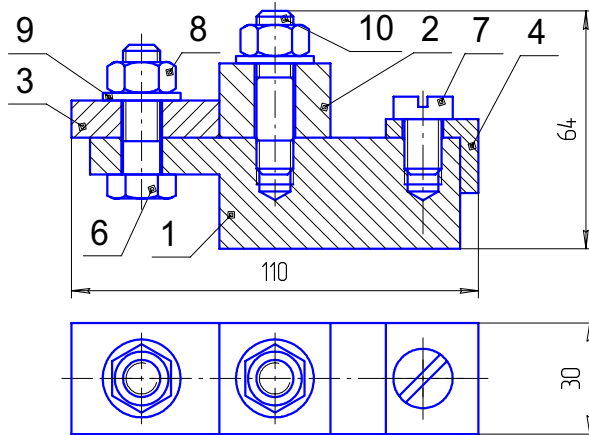


Рис. 6.17. Пример конструктивных изображений резьбовых соединений

На рис. 6.18 представлен пример заполнения спецификации изделия, изображенного на рис. 6.17. Очевидно, что в спецификацию следует ввести раздел "Документация", а в разделе "Стандартные изделия" спецификации необходимо указать обоснованно выбранные длины болта, винта и шпильки.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чение		
				Документация				
A4			ПМИГ.ХХХХХх.021СБ	Сборочный чертеж				
				Детали				
A4	1		ПМИГ.ХХХХХХ.021	Основание	1			
A4	2		ПМИГ.ХХХХХХ.021	Накладка	1			
A4	3		ПМИГ.ХХХХХХ.021	Пластина	1			
A4	4		ПМИГ.ХХХХХХ.021	Угольник	1			
				Стандартные изделия				
	6			Болт М10х35 ГОСТ 7798-70	1			
	7			Винт М10х18 ГОСТ 1491-80	1			
	8			Гайка М10 ГОСТ 5915-70	2			
	9			Шайба 10 ГОСТ 11371-78	2			
	10			Шпилька М10х35 ГОСТ 22032-76	1			
~~~~~								
			ПМИГ.ХХХХХХ.021					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.	Код участка				Соединение крепежными детальями	Лит.	Лист	Листов
Пров.								1
Н.контр.					ОЛИМП.2001			
Утв.								

Рис. 6.18. Спецификации соединения крепежными деталями

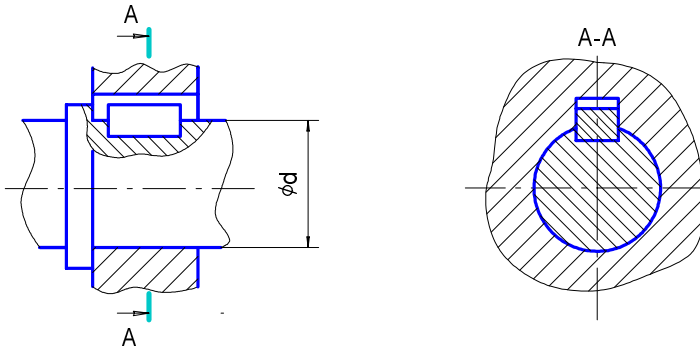
## 6.4. Шпоночное соединение

*Шпонкой* называется деталь, обеспечивающая соединение путем закрепления ее в углублениях (пазах) двух деталей. Назначением шпонок является передача крутящегося момента от одной из двух соприкасающихся деталей к другой, чаще всего от вала к расположенным на нем деталям, например, зубчатым колесам, маховикам и др. По форме шпонки разделяются на призматические, клиновые, сегментные и тангенциальные. Наиболее широко применяют призматические шпонки. Размеры их поперечного сечения  $b \times h$ , длину  $l$ , а также размеры пазов выбирают по ГОСТ 23360-78 в зависимости от диаметра вала  $d$  (рис. 6.19).

Допускается три варианта исполнения призматических шпонок.

Пример условного обозначения призматической шпонки исполнения 1, размерами  $b = 10$  мм,  $h = 8$  мм,  $l = 36$  мм:

Шпонка 10×8×36 ГОСТ 23360-78.



**Рис. 6.19.** Соединение деталей призматической шпонкой

В табл. П2.7 представлены сведения из ГОСТ 23360-78, необходимые для выполнения по вариантам из приложения 1 чертежей деталей со шпоночными пазами.



## Глава 7

# Выполнение и редактирование сборочных чертежей и схем

Как уже отмечалось, соединения отдельных деталей и сборочных единиц делятся на разъемные и неразъемные. К неразъемным относятся соединения, разборка которых невозможна без разрушения соединительных элементов. Это паяные, заклепочные, клееные и другие соединения. Особенности изображения неразъемных соединений, а также редактирования и оформления сборочных чертежей и электрических принципиальных схем рассмотрены в данной главе.

## 7.1. Содержание спецификации и сборочного чертежа

*Спецификация* — основной конструкторский документ для сборочной единицы, который в отдельности или в совокупности с другими записанными в нем конструкторскими документами полностью и однозначно определяет данное изделие и его состав.

Спецификацию составляют на каждую сборочную единицу на отдельных листах формата А4. Форму и порядок заполнения спецификации устанавливает ГОСТ 2.108-68.

Спецификация в общем случае состоит из разделов, располагаемых в следующей последовательности:

- документация;
- комплексы;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- прочие изделия;

- материалы;
- комплекты.

Наименование каждого раздела указывают в виде заголовка в графе "Наименование" и подчеркивают. После каждого раздела оставляют несколько свободных строк для дополнительных записей. Допускается резервировать номера позиций.

Запись изделий, указываемых в разделах "Сборочные единицы" и "Детали", производят в алфавитном порядке сочетания начальных индексов организаций-разработчиков и далее в порядке возрастания цифр, входящих в обозначение.

В разделе "Стандартные изделия" записывают изделия, примененные по следующим категориям стандартов: государственным, республиканским, отраслевым и стандартам предприятия. В пределах каждой категории стандартов записи производят по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению (крепежные изделия, электротехнические изделия и т. п.); в пределах группы — в алфавитном порядке наименований изделий; в пределах каждого наименования — в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения стандарта — в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В раздел "Материалы" вносят все материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие, в последовательности, которая определена ГОСТ 2.108-68.

В графе "Формат" указывают форматы документов, обозначения которых заносят в графу "Обозначение".

В графе "Поз." указывают порядковые номера составных частей специфицируемого изделия в соответствии с последовательностью их записи в спецификации. Номера позиций не присваивают документам, приводимым в разделе "Документация".

В графе "Кол." указывают количество составных единиц на одно специфицируемое изделие. В разделе "Документация" эту графу не заполняют.

Допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом при условии их размещения на формате А4 (рис. 7.1). Такому совмещенному документу присваивают обозначения основного конструкторского документа.

*Сборочный чертеж* — документ, содержащий изображение сборочной единицы и других данных, необходимых для сборки (изготовления) и контроля. Основные требования к выполнению сборочных чертежей устанавливает ГОСТ 2.109-73.

Сборочный чертеж, кроме изображения сборочной единицы, должен содержать:

- размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному сборочному чертежу;

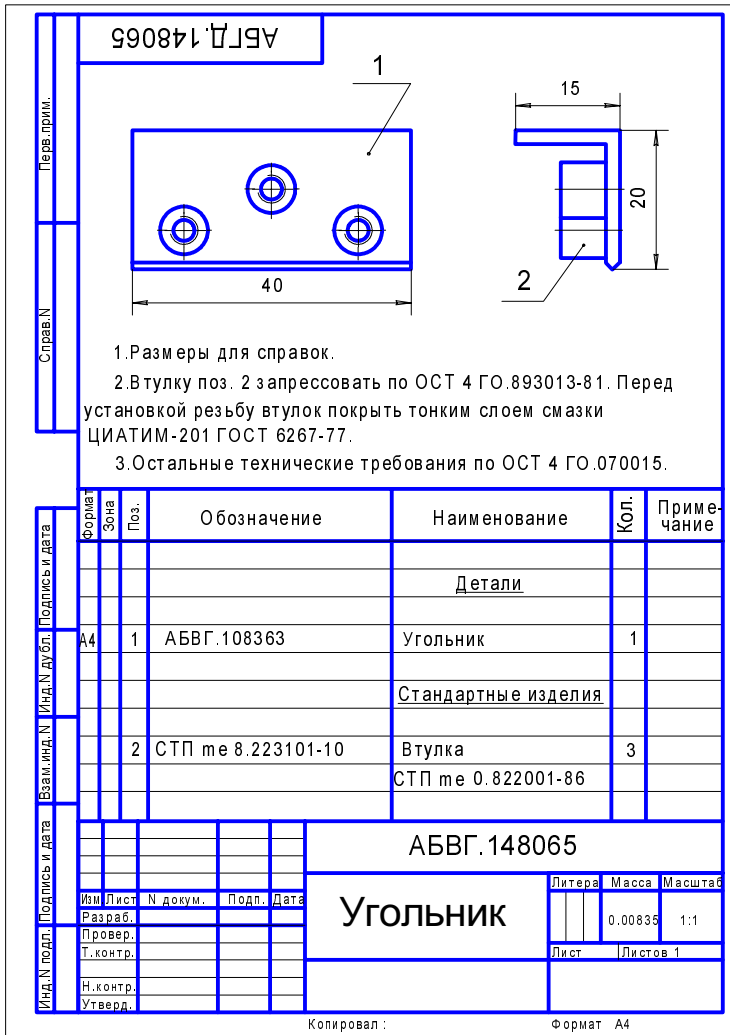


Рис. 7.1. Совмещение спецификации со сборочным чертежом

- указания о способе выполнения неразъемных соединений (сварных, паяных и др.);
- номера позиций составных частей изделия;
- габаритные размеры, определяющие предельные внешние или внутренние очертания изделия; установочные размеры, согласно которым изделие устанавливается на месте монтажа; присоединительные размеры, по которым данное изделие присоединяется к другим изделиям, и другие необходимые справочные размеры.

Все составные части на сборочном чертеже нумеруют в соответствии с номерами позиций, указанными в спецификации. Номера позиций указывают на полках линий-выносок, проводимых от изображений видимых составных частей.

Линию-выноску, пересекающую контур изображения и не отводимую от какой-либо линии, заканчивают точкой. Линию-выноску, отводимую от линий видимого и невидимого контура, а также от линий, обозначающих поверхности, заканчивают стрелкой.

Линии-выноски должны: не пересекаться между собой, быть непараллельными линиям штриховки (если линия-выноска проходит по заштрихованному полю) и не пересекать, по возможности, размерные линии и элементы изображения, к которым не относится помещенная на полке надпись.

Номера позиций указывают на тех изображениях, на которых соответствующие составные части проецируются как видимые, как правило, на основных видах и заменяющих их разрезах.

Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строку по возможности на одной линии.

Номера позиций на чертеже наносят, как правило, один раз. Допускается повторно указывать номера позиций одинаковых составных частей.

Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два номера больше, чем размер шрифта  $h$ , принятого для размерных чисел на том же чертеже.

Для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления, можно делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций.

Сборочные чертежи выполняются, как правило, с упрощениями, соответствующими требованиями стандартов ЕСКД.

На сборочных чертежах допускается не показывать:

- фаски, скругления, проточки, углубления, выступы и другие мелкие элементы;
- зазоры между стержнем и отверстием;
- крышки, кожухи, перегородки и т. п., если необходимо показать закрытые ими составные части изделия. При этом делают соответствующую надпись, например: "Крышка поз. 3 не показана";
- надписи на табличках, фирменных планках, шкалах и других подобных деталях, изображая только их контур.

Изделия, расположенные за винтовой пружиной, изображенной лишь сечениями витков, изображают до зоны, условно закрывающей эти изделия и определяемой осевыми линиями сечений витков.

Технические требования на чертеже излагают, группируя вместе однородные и близкие по своему характеру требования, по возможности в последовательности, рекомендованной ГОСТ 2.315-68.

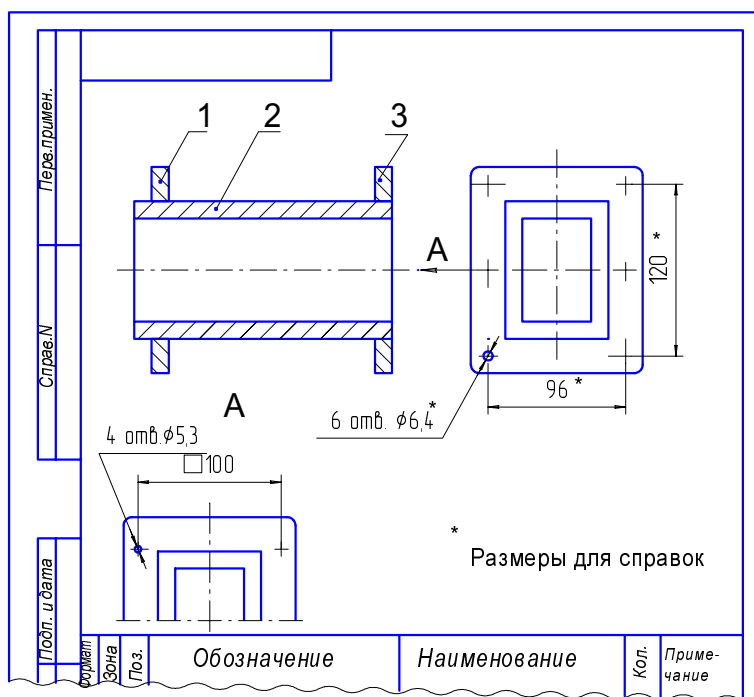


## 7.2. Сборочный чертеж изделия с паяными соединениями

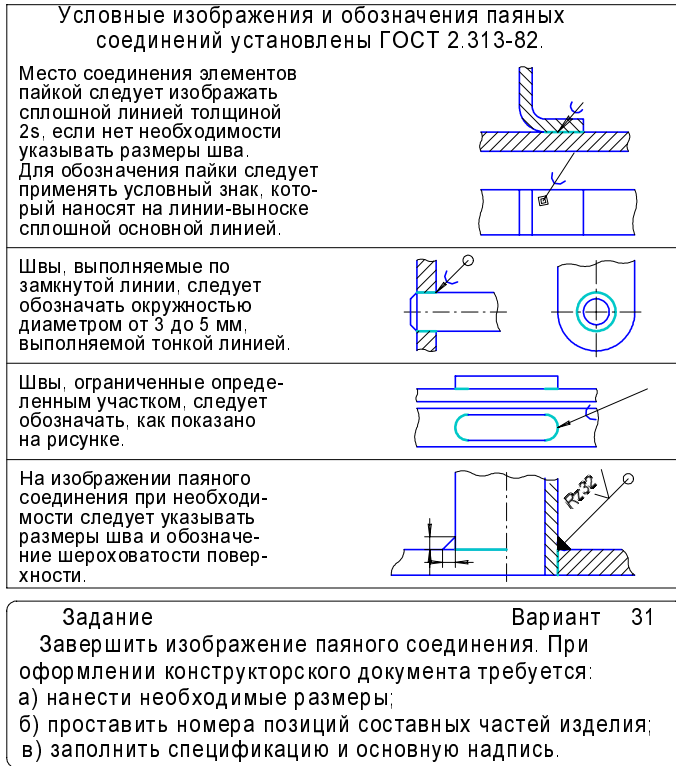
На рис. 7.2 показана форма представления исходных данных для выполнения изображения паяного соединения, а на рис. 7.3 приведены формулировка учебного задания и сведения из ГОСТ 2.313-82, которые на экране монитора располагаются рядом с рабочим полем чертежа.

Выполнение задания предполагает совмещение спецификации со сборочным чертежом на формате А4 (рис. 7.4).

При оформлении сборочного чертежа необходимо отметить места паяных швов, применив условные обозначения, нанести нужные размеры и выполнить линии-выноски с нумерацией составных частей изделия. Обязательным является нанесение "исполнительных" размеров, которые должны быть выполнены по сборочному чертежу (например, определяющих взаимное положение деталей, соединяемых пайкой), а также обозначения знака "*" для справочных размеров и запись в технических требованиях "*Размеры для справок".



**Рис. 7.2.** Форма представления исходных данных для выполнения изображения паяного соединения



**Рис. 7.3.** Формулировка учебного задания и сведения из ГОСТа

Линия-выноска, указывающая место шва, начинается двусторонней стрелкой от сплошной линии видимого шва или точкой при указании невидимых плоскостей соединения. На полке линии-выноски указывают номер пункта технических требований, содержащих сведения о качестве швов или обозначения припоя.

Обозначение припоя по соответствующему стандарту или техническим условиям приводят в технических требованиях к чертежу записью по типу: "ПОС 40 ГОСТ 21931-76" или "Припой ПСр 70 ГОСТ 19738-74".

При необходимости в том же пункте технических требований указывают требования к качеству шва. Ссылку на номер пункта помещают на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва (рис. 7.4).

При выполнении швов припоями или клеями различных марок всем швам, выполненным одним и тем же материалом, следует присваивать один порядковый номер, который наносят на линии-выноске. При этом в технических требованиях материал указывают записью типа: "ПОС 40 ГОСТ (№ 1)..., ПМЦ 36 ГОСТ (№ 2)".

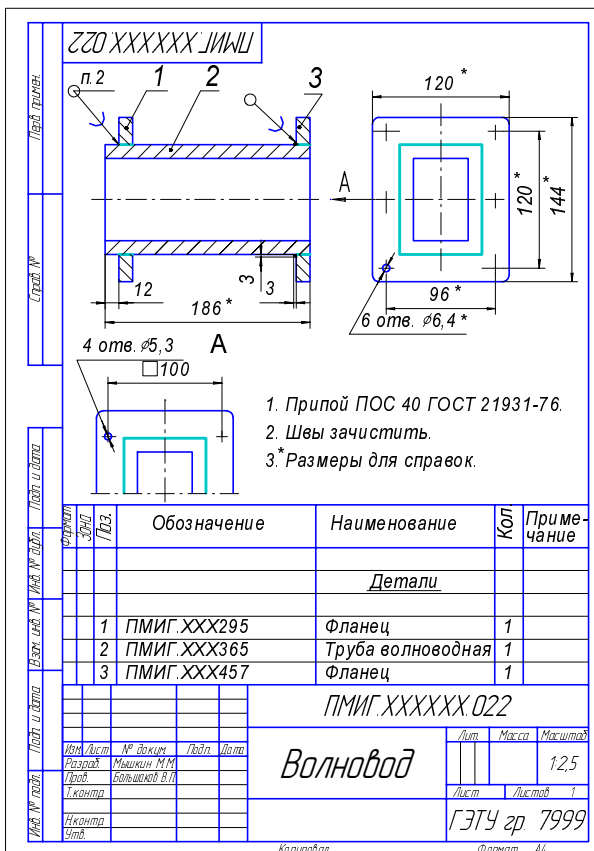


Рис. 7.4. Пример выполненного задания по изображению изделия с паяными соединениями

В технических требованиях чертежей и в других конструкторских документах на паяные соединения следует писать: "Требования к качеству паяных швов по ОСТ 4 ГО.054.035".

Определения и термины, относящиеся к пайке, устанавливает ГОСТ 17325-71.

### 7.3. Изображение изделия по описанию его сборки

Сборочный чертеж и чертеж общего вида являются наиболее естественными формами отражения геометрических моделей конструируемых изделий. Умение синтезировать геометрические модели успешно формируется при решении учебных задач, в которых сборочный чертеж выполняется по сло-

весному описанию синтезируемого изделия с наглядными изображениями составных частей изделия.

На рис. 7.5 представлены исходные данные с формулировкой учебного задания.

Сборочный чертеж и спецификация. Вариант 31

Опора предназначена для перемещения тяжелых предметов. Изображения составных частей опоры приведены в таблице.

**Размеры для справок**

Формат	Этап	Позиц	Обозначение	Наименование	Ком.	Примечание

Лист _____ Масса _____

Лист _____ Листов _____

К. И. Прохорова Формат А4

Основание	Гайка М8 ГОСТ 5915-70	
	<th>Шайба 8 ГОСТ 11371-78</th>	Шайба 8 ГОСТ 11371-78
	<th>Болт</th>	Болт

Размеры для справок

Ролик 1, с надетой на него шиной 2, прикрепляется к основанию 3 при помощи болта 4 и гайки 5 с шайбой 6.

**Задание**

- Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.
- На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.
- Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.

**Рис. 7.5.** Исходные данные с формулировкой учебного задания

При выполнении задания возможна следующая последовательность действий:

- Копируем в рамке фронтальный разрез основания, выбрав в качестве базовой точку пересечения оси верхнего отверстия с правой наружной поверхностью основания. Второй точкой перемещения является точка пересечения оси ролика с его левой торцевой поверхностью. В рамку не включаем блоки с линейными размерами. Редактируем размерную надпись с указанием числа отверстий, приводя ее к виду: 2 отв.  $\phi 11$ .
- Копируем вид слева основания. В качестве базовой и второй точек перемещения выбираем центры отверстий основания и ролика.
- Удаляем элементы шины и ролика, которые закрываются на виде слева сборочной единицы изображением основания.
- Копируем ограниченное шестиугольником изображение гайки. В качестве базовой и второй точек перемещения выбираем точки пересечения

осевых линий гайки и ролика. Во избежание наложения осевых линий после копирования не следует заключать в рамку осевые линии гайки. Условное изображение резьбы на гайке заменяем на условное изображение резьбы на конце болта.

5. Завершаем выполнение вида слева сборочной единицы, изображая шайбу, устанавливаемую под гайку, в виде окружности с диаметром  $2,2d$ , где  $d = 8$  мм.

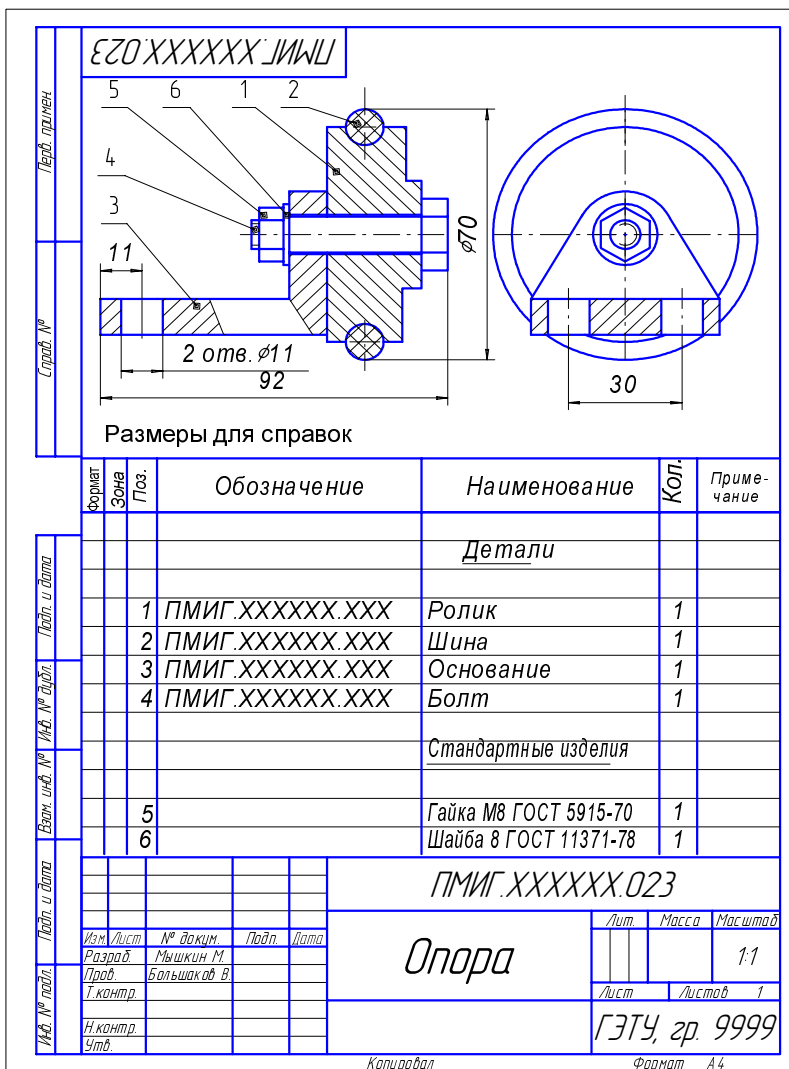


Рис. 7.6. Пример выполненного задания

6. Копируем второй вид гайки, выбрав в качестве базовой точку пересечения осевой линии резьбового отверстия плоскостью, проходящей через правый торец гайки. Вторую точку перемещения выбираем на осевой линии, проходящей через отверстия ролика и основания, условно оставляем между основанием и гайкой зазор, равный по ширине высоте  $S$  шайбы ( $S = 0,15d$ , где  $d = 8$  мм).
7. На главном изображении сборочной единицы отрезками дорисовываем изображение шайбы с учетом ее размера, определенного п. 5.
8. Дорисовываем конец болта, выступающий за гайку, копируем или дорисовываем головку болта, а также удаляем лишние линии, пересекающие болт.
9. Вычисляем габаритный размер опоры, равный сумме длины (60 мм) основания, ширины (25 мм) ролика и высоты (7 мм) головки болта. Перед нанесением этого линейного размера удаляем размер (25 мм), определяющий ширину ролика.
10. Заполняем спецификацию, проводим линии-выноски с указанием на их полках номеров позиций составных частей, входящих в изделие. На завершающем этапе заполняется основная надпись, дополнительная графа и, при необходимости, уточняются технические требования. На рис. 7.6 показан пример выполненного задания.

## **7.4. Сборочный чертеж армированного изделия**

### **7.4.1. Общие сведения о процессе армирования**

*Армирование* — процесс образования неразъемного соединения различных по твердости материалов для получения таких эксплуатационных свойств изделия, которыми порознь не обладает ни один из этих материалов. Наиболее распространенный вид армированных изделий — пластмассовые изделия с различными вставками из других материалов, называемых арматурой. В качестве арматуры применяются детали из металлов, керамики и стекла. Соединения арматуры с пластмассой производят путем опрессовки или заливки.

Заливкой называется способ неразъемного соединения путем заливки одного материала в подготовленные углубления детали из другого материала.

Опрессовкой называется способ неразъемного соединения деталей путем опрессовывания одной или нескольких деталей (армирующих) из одного материала другим материалом.

Опрессовка пластмассой — один из наиболее распространенных способов изготовления деталей в электро- и радиотехнической аппаратуре.

К армирующим деталям и их расположению в армированных изделиях предъявляется ряд требований, которые необходимо учитывать при выполнении чертежей.

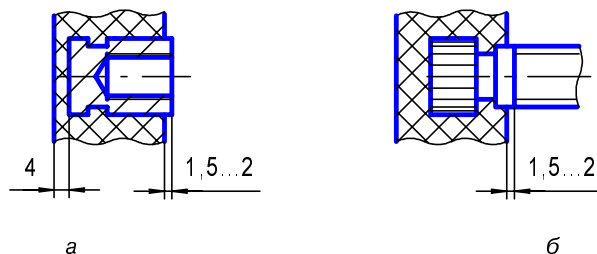
Армирующие детали не следует располагать близко к краю или поверхности изделия. Толщина стенок из пластмассы должна быть не менее 2 мм для волокнистых и не менее 4 мм — для порошкообразных пластмасс (рис. 7.7, а). Рекомендуемые значения толщины  $t$  слоя пластмассы вокруг арматуры в зависимости от диаметра  $d$  арматуры приведены в табл. 7.1 [10].

**Таблица 7.1.** Рекомендуемые значения толщины  $t$  слоя пластмассы вокруг арматуры в зависимости от диаметра  $d$

$d$ , мм	до 3	3...6	6...10	10...20	Свыше 30
$t$ , мм	1...1,5	1...2,5	1,5...3,5	2...6	3...8

Арматура должна быть прочно зафиксирована в пресс-форме, для чего рекомендуется буртик, выступающий на 1,5...2 мм.

При опрессовке арматуры с наружной резьбой не следует доводить резьбу до пластмассы или вводить ее в пластмассу. Необходимо оставить свободный от резьбы участок длиной 1,5...2 мм (рис. 7.7, б).

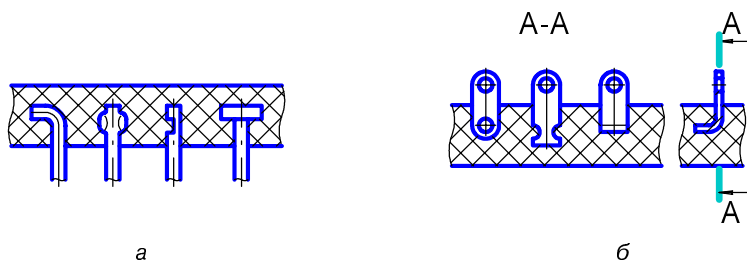


**Рис. 7.7.** Рекомендуемые размеры установки в пресс-форме:  
а — резьбовой втулки; б — стержня

Для более надежного закрепления в пластмассе арматуры на ней следует предусматривать рифления, надрезы, загибы, расплющивания, прорезы и т. п.

Для крепления проволоочной арматуры на ее концах делают различные отгибы, разрезы с отгибами и петли (рис. 7.8, а). Надежное крепление дает расплющивание арматуры на участке длиной 2...4 мм.

Плоскую листовую арматуру крепят с помощью вырезов, отверстий, отгибов (рис. 7.8, б).



**Рис. 7.8.** Конструктивные элементы крепления арматуры:  
а — проволоочной; б — листовой

Втулочную арматуру рекомендуется применять с глухими отверстиями. Для того чтобы втулочная арматура не имела осевого перемещения, предусматриваются кольцевые канавки (рис. 7.7, а) шириной не менее 0,5 мм. Диаметр канавок  $d_1 = (0,6...0,8)d$ , где  $d$  — диаметр арматуры.

Арматура с внешней цилиндрической поверхностью не должна расшатываться и вращаться в изделии. Для этого на ее поверхности выполняют рифление (рис. 7.7, б). Шаг  $P$  рифления выбирают в зависимости от диаметра накатываемой поверхности и материала детали по ГОСТ 21474-75 (см. табл. П2.10).

## 7.4.2. Конструкторская документация армированного изделия

Армированное изделие является сборочной единицей, поэтому относящаяся к нему конструкторская документация должна включать спецификацию и сборочный чертеж.

В общем случае для изготовления армирующих деталей разрабатывают отдельные чертежи. На чертежи армированного изделия кроме размеров, характерных для сборочного чертежа, проставляют все размеры для элементов пластмассовой части изделия, а форму этих изделий изображают без упрощений. По этим данным проектируют формообразующие поверхности пресс-формы с учетом усадки материала. Отдельно на пластмассовую часть опрессованного изделия чертежи не выпускают и обозначения ей не присваивают.

В спецификации сборочной единицы указания об опрессованной пластмассе приводят в разделе "Материалы" с указанием в графе "Кол." ее массы. По ГОСТ 2.109-73 ЕСКД допускается чертеж для изготовления арматуры не выпускать, а изготавливать ее непосредственно по сборочному чертежу, на котором необходимо указать размеры поверхностей или элементов под опрессовку и другие данные, необходимые для изготовления и контроля. В этом случае в графе "Формат" спецификации вместо размера формата записывают



"БЧ" — без чертежа. В графе "Наименование" указывают сведения о материале армирующей детали, а в разделе "Обозначение" — записывают присвоенное обозначение армирующей детали.

Допускается совмещение спецификации со сборочным чертежом при условии их размещения на листе формата А4. Требования к заполнению спецификации те же, что и указанные ранее. Такому совмещенному документу присваивается обозначение основного конструкторского документа.

### 7.4.3. Пример выполнения задания

В качестве примера рассмотрим порядок выполнения сборочного чертежа на армированное изделие "Винт специальный". На рис. 7.9 изображены исходные данные задания. Как видно из рисунка, в задании представлены: составные части изделия с указанием размеров, обозначенных буквами; таблицы с численными значениями этих параметров; указаны марки и номера стандартов на материал, из которого они должны быть изготовлены; кратко сформулированы требования к выполняемому чертежу.

Армированное изделие - винт специальный																			
Пластмассовая часть					Арматура - винт														
										Таблица 1					Таблица 2				
L	L1	L2	D	D1	D2	r1	r	L	L1	L2	L3	L4	L5	d	d1	d2	d3		
50	35	30	60	20	40	80	3	95	55	35	10	4	1	20	20	10	12		
Материал					Фенопласт Вл1 ГОСТ 5689-79					Материал					Латунь Л63 ГОСТ 15527-70				

Задание.

Вариант 31

По приведенным в таблицах данным, используя показанные изображения арматуры и пластмассовой части армированного изделия, выполнить чертеж этого изделия. При оформлении конструкторского документа требуется:

- нанести необходимые размеры;
- проставить номера позиций составных частей изделия;
- заполнить спецификацию и основную надпись.

Рис. 7.9. Исходные данные задания на выполнение сборочного чертежа армированного изделия

Из задания следует, что в состав изделия входят:

- винт, выполняемый из латуни марки "Л63 ГОСТ 15527-70";
- "Фенопласт Вл1 ГОСТ 5689-79", используемый в качестве материала для опрессовки.

На основании табличных данных необходимо выполнить сборочный чертеж армированного изделия, изобразив его на формате А4 и совместив со спецификацией, как это показано в примере выполнения задания на рис. 7.10.

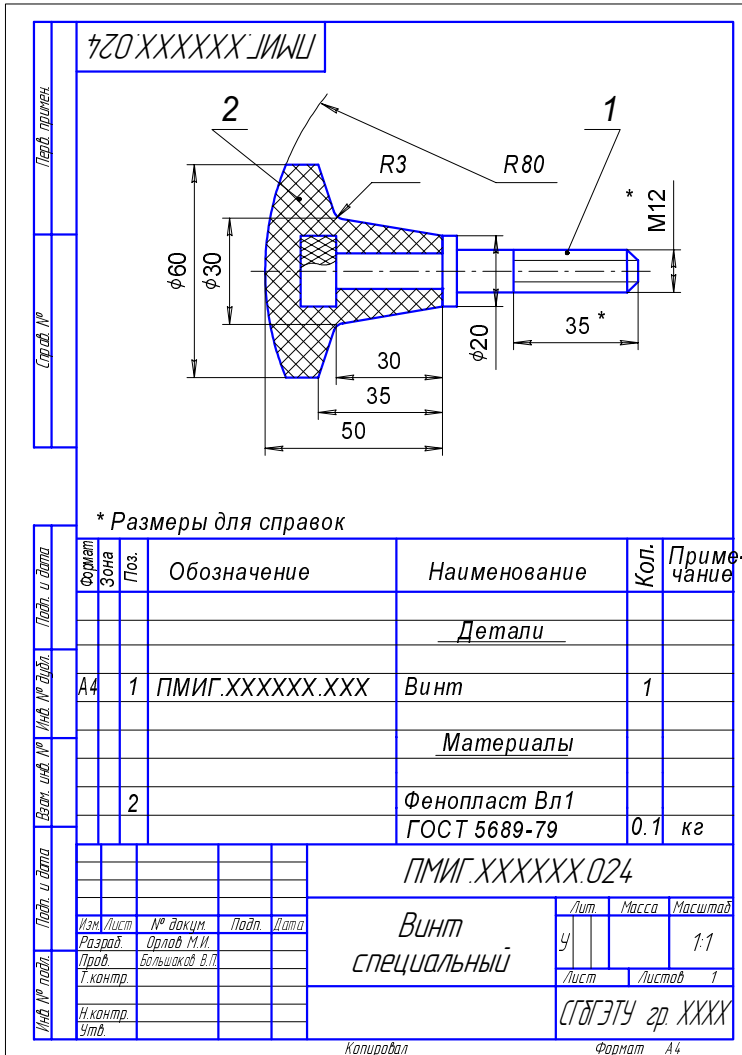


Рис. 7.10. Сборочный чертеж армированного изделия

## 7.5. Сборочный чертеж изделия с клепаными соединениями

Заклепка представляет собой цилиндрический стержень (сплошной или полый) с закладной головкой на одном конце. Вторая головка, замыкающая, образуется в результате клепки с помощью пуансона (рис. 7.11) или развальцовки.

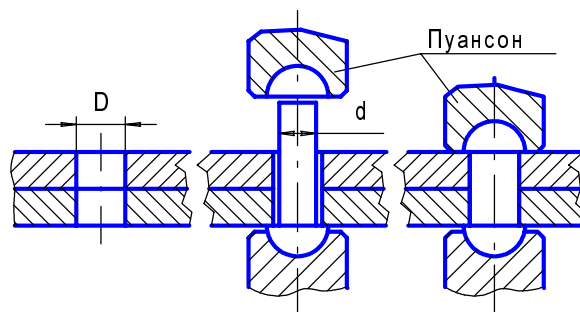


Рис. 7.11. Последовательность соединения деталей заклепкой

Сквозные отверстия под заклепки в соединяемых деталях выполняются по размерам  $D$  из ГОСТ 11284-75 (см. табл. П2.4).

Изображение клепаного соединения на чертеже выполняют либо конструктивным, либо условно в соответствии с ГОСТ 2.313-82 (рис. 7.12).

Вид соединения	Изображение соединения		
	Конструктивное	Условное	
		в сечении	на виде
Заклепкой с полукруглой, плоской, скругленной головкой и полукруглой плоской, скругленной замыкающей головкой			
Заклепкой с потайной головкой и с полукруглой, плоской, скругленной замыкающей головкой			

Рис. 7.12. Примеры изображений клепаных соединений

В задании (рис. 7.13) необходимо для заданных деталей выбрать расчетным путем длину заклепки заданного типа и выполнить сборочный чертеж изделия, показав в разрезе в условном виде соединение деталей с помощью заклепки.

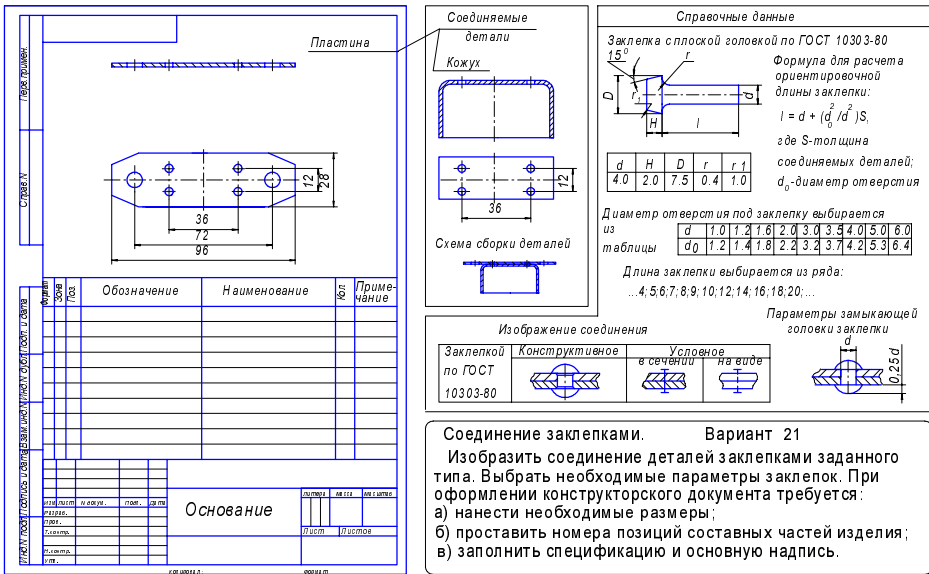


Рис. 7.13. Исходные данные для выполнения сборочного чертежа изделия с клепаными соединениями

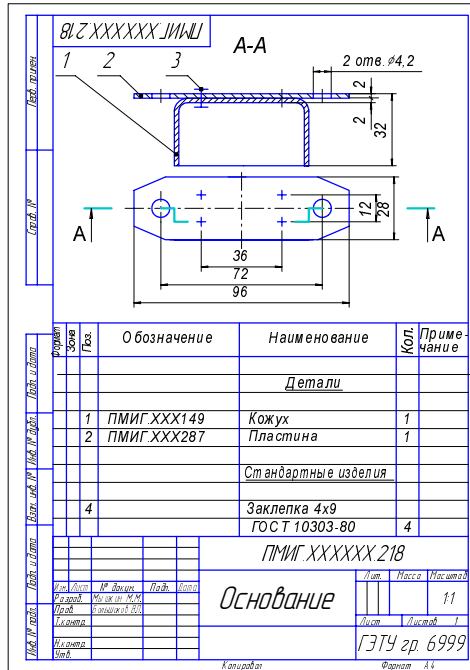


Рис. 7.14. Пример выполнения сборочного чертежа изделия с клепаными соединениями

Если изделие, изображенное на сборочном чертеже, имеет многорядные клепаные соединения, то одну или две заклепки в сечении или на виде следует показывать условно, а остальные центровыми или осевыми линиями (рис. 7.14).

## 7.6. Завершение выполнения сборочного чертежа и спецификации

На рис. 7.15, 7.16 представлены исходные данные для выполнения задания. Учитывая, что по отредактированному сборочному чертежу в *главе 12* рассматривается выполнение детализирования, обратимся к описанию изделия [6].

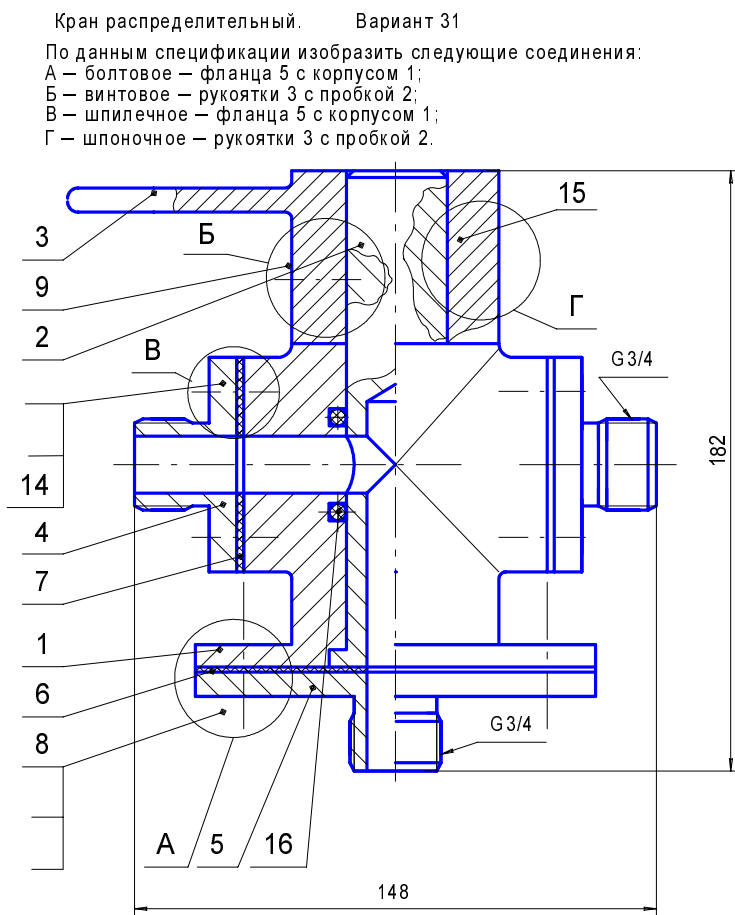


Рис. 7.15. Незавершенное изображение крана

Форм. Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
			<u>Документация</u>		
		ПМИГ.ХХХХХХ.031СБ	Сборочный чертеж		
			<u>Детали</u>		
	1	ПМИГ.ХХХХ01.031	Корпус	1	
	2	ПМИГ.ХХХХ02.031	Пробка	1	
	3	ПМИГ.ХХХХ03.031	Рукоятка	1	
	4	ПМИГ.ХХХХ04.031	Фланец	2	
	5	ПМИГ.ХХХХ05.031	Фланец	1	
	6	ПМИГ.ХХХХ06.031	Прокладка	1	
	7	ПМИГ.ХХХХ07.031	Прокладка	2	
			<u>Стандартные изделия</u>		
	8		Болт М 12 ... ГОСТ 7798-70	4	
	9		Винт М 10 ... ГОСТ 11075-93	1	
			Гайка М ... ГОСТ 5915-70		
			Гайка М ... ГОСТ 5915-70		
			Шайба ... ГОСТ 6402-70		
			Шайба ... ГОСТ 11371-78		
	14		Шпилька М8 ... ГОСТ 22034-76	8	
	15		Шпонка 10х8х36 ГОСТ 23360-78	1	
	16		Кольцо Н1-0х35х-2 ГОСТ 9833-61	2	

Рис. 7.16. Незавершенная спецификация крана

Распределительный кран является одним из видов арматуры трубопроводов и предназначается для одновременной подачи жидкости по двум трубопроводам.

Кран состоит из корпуса 1, в котором установлена цилиндрическая пробка 2. В пробке выполнено осевое цилиндрическое отверстие, соединяющееся с полостями двух цилиндрических отверстий. На свободный цилиндрический конец пробки установлена рукоятка 3, закрепленная установочным винтом 9.

Для осуществления поворота пробки в нужное положение установлена шпонка 15, которая передает вращательное движение от рукоятки к пробке. Фланцы 4 крепятся к корпусу при помощи шпилек 14, шайб и гаек. Фланец 5 закреплен на корпусе с помощью болтов, шайб и гаек.

Для осуществления поворота пробки в нужное положение установлена шпонка 15, которая передает вращательное движение от рукоятки к пробке. Фланцы 4 крепятся к корпусу при помощи шпилек 14, шайб и гаек. Фланец 5 закреплен на корпусе с помощью болтов, шайб и гаек.

На рис. 7.15 кран изображен в открытом положении. При положении рукоятки, указанном на чертеже, жидкость по трубопроводу (трубопроводы на чертеже не указаны) подходит к фланцу 5, а затем по отверстиям пробки проходит в полости цилиндрических отверстий корпуса и фланцев 4 и поступает к трубопроводам системы.

Пробка при повороте на  $90^\circ$  в любую сторону цилиндрической частью перекрывает отверстия в корпусе, и жидкость не поступает в трубопроводы. Для обеспечения герметичности пробки установлены резиновые кольца 16. Фланцы 4 и корпус 1 уплотнены прокладками 7. Герметизация фланца 5 и корпуса осуществлена прокладкой 6.

				Стандартные изделия			
	8			Болт М12х30 ГОСТ 7798-70	4		
	9			Винт М10х16 ГОСТ 11075-93	1		
	10			Гайка М8 ГОСТ 5915-70	8		
	11			Гайка М12 ГОСТ 5915-70	4		
	12			Шайба 8 ГОСТ 6402-70	8		
	13			Шайба 12 ГОСТ 11371-78	4		
	14			Шпилька М8х22 ГОСТ 22034-76	8		
	15			Шпонка 10х8х36 ГОСТ 23360-78	1		
	16			Кольцо Н1-0х35х-2 ГОСТ 9833-61	2		
				<b>ПМИГ.ХХХХХХ.031</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.	Студентов С.						
Пров.	Доцентов Д.						
Н.контр.							
Утв.							
<b>Кран</b>					Лит.	Лист	Листов
<b>распределительный</b>							1
					<b>СПбГЭТУ</b> гр. 0000		

**Рис. 7.17.** Заполнение раздела "Стандартные изделия"

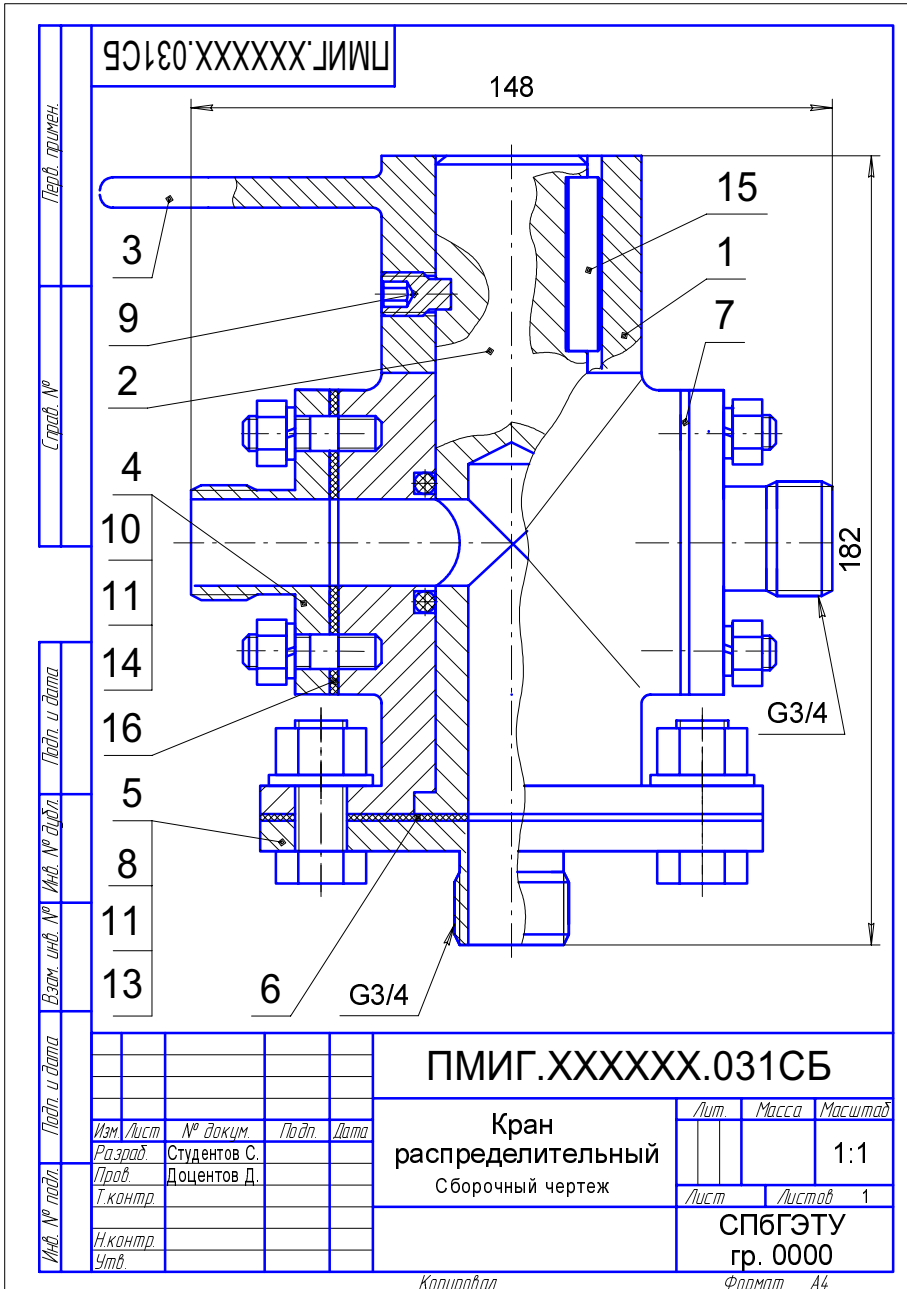


Рис. 7.18. Сборочный чертеж крана



Перед завершением выполнения спецификации из меню **Настройка** выбирается **Настройка параметров новых документов | Текстовый документ | Параметры листа | Оформление | Текст. констр. докум. | Первый лист. ГОСТ 2.104-68**. В этот лист копируется таблица из файла с заданием. Далее определяются параметры стандартных изделий и заполняется соответствующий раздел и основная надпись спецификации (рис. 7.17).

Сборочный чертеж с наименьшими временными затратами можно завершить, если использовать прикладные библиотеки системы КОМПАС. Из меню **Сервис** выбирается **Менеджер библиотек**. На открывшейся панели выбирается раздел **Машиностроение** и открывается **Конструкторская библиотека**.

Перед завершением выполнения сборочного чертежа из меню **Настройка** выбирается **Настройка параметров новых документов | Графический документ | Параметры листа | Оформление | Чертеж констр. Первый лист. ГОСТ 2.104-68**.

В этот лист копируется изображение сборочной единицы из файла с заданием. Далее в сборочный чертеж из библиотеки копируются необходимые графические элементы, выполняется необходимое редактирование, указываются недостающие позиционные обозначения и заполняется основная надпись (рис. 7.18).

При нанесении номеров позиций следует учитывать требования ГОСТ 2.109-73. В частности, допускается делать общую линию-выноску с вертикальным расположением номеров позиций для группы крепежных деталей, относящихся к одному и тому же месту крепления. В этом случае линию-выноску отводят от закрепляемой детали.

Номера позиций располагают параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и группируют в колонку или строчку по возможности на одной линии. Размер шрифта номеров позиций должен быть на один-два номера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже.

## 7.7. Редактирование электрической принципиальной схемы и заполнение перечня элементов

Принципиальная схема определяет полный состав элементов и связи между ними и дает детальное представление о принципах работы изделия. На ней изображают все электрические элементы и устройства изделия, необходимые для осуществления и контроля заданных электрических процессов, все электрические связи между ними, а также электрические элементы (разъемы, зажимы и т. п.), которыми заканчиваются входные и выходные цепи.

Принципиальные схемы служат основанием для разработки других конструкторских документов, например схем соединений. Пользуются ими для

изучения принципа работы изделий, а также при их наладке, контроле и ремонте. Схемы выполняют для изделий, находящихся в отключенном состоянии. Элементы на схеме изображают в виде условных графических обозначений.

Схемы рекомендуется выполнять строчным способом. Условные графические обозначения (УГО) элементов и их составных частей, входящих в одну цепь, изображают последовательно друг за другом по прямой, а отдельные цепи — рядом, в виде параллельных или вертикальных строк.

Рекомендуется принимать следующие ориентировочные нормы на расстояния: от точки пересечения или разветвления электрических цепей до контура элемента 3...5 мм; между элементами в вертикально расположенных цепях 13...15 мм, в горизонтально расположенных — 8...10 мм.

Точки в местах пересечения линий связи означают наличие электрических соединений между ними. Наоборот, отсутствие точек означает отсутствие электрической связи между пересекающимися проводниками.

Каждый элемент, входящий в изделие и изображенный на схеме, в том числе входные и выходные элементы (разъемы, клеммы и т. п.), должны иметь буквенно-цифровое позиционное обозначение в соответствии с требованиями ГОСТ 2.710-81.

Позиционные обозначения, присваиваемые элементам в пределах изделия, проставляют на схеме рядом с условным графическим обозначением элемента, по возможности с правой стороны или над ним. Обозначение элемента в общем случае состоит из трех частей, указывающих вид элемента, его номер и функцию. Вид и номер являются обязательной частью условного буквенно-цифрового обозначения. Указание функции элемента не является обязательным. Вид элемента указывается в виде буквенного кода, например: R — резистор, C — конденсатор, K — реле. Для уточнения вида элементов допускается применять двухбуквенные и многобуквенные коды, например: VD — диод, стабилитрон, VT — транзистор. Во второй части позиционного обозначения указывается порядковый номер элемента данного вида, например: R2, R10; C1, C2, C8. Порядковые номера элементам, изображенным на схеме, присваиваются в соответствии с последовательностью расположения элементов на схеме сверху вниз в направлении слева направо. В третьей части записывают одну или несколько букв (буквенный код) функции элемента, например: C1D — конденсатор C1, используемый как дифференцирующий. По требованию международных стандартов для позиционных обозначений применяют буквы только латинского алфавита. Позиционные обозначения выполняют шрифтом 3,5 или 5 (высота букв и цифр в одном условном обозначении должна быть одинаковой).

На рис. 7.19 в упрощенном виде показана форма представления графических и текстовых данных, необходимых для выполнения варианта 31 задания. Требования к размерам УГО, которые необходимо соблюдать при ре-

дактировании исходной схемы, не приводятся. Для удобства редактирования используемые УГО оформлены в виде блоков для копирования. Все данные, необходимые для заполнения перечня элементов, имеются на исходной схеме и в соответствующих таблицах.

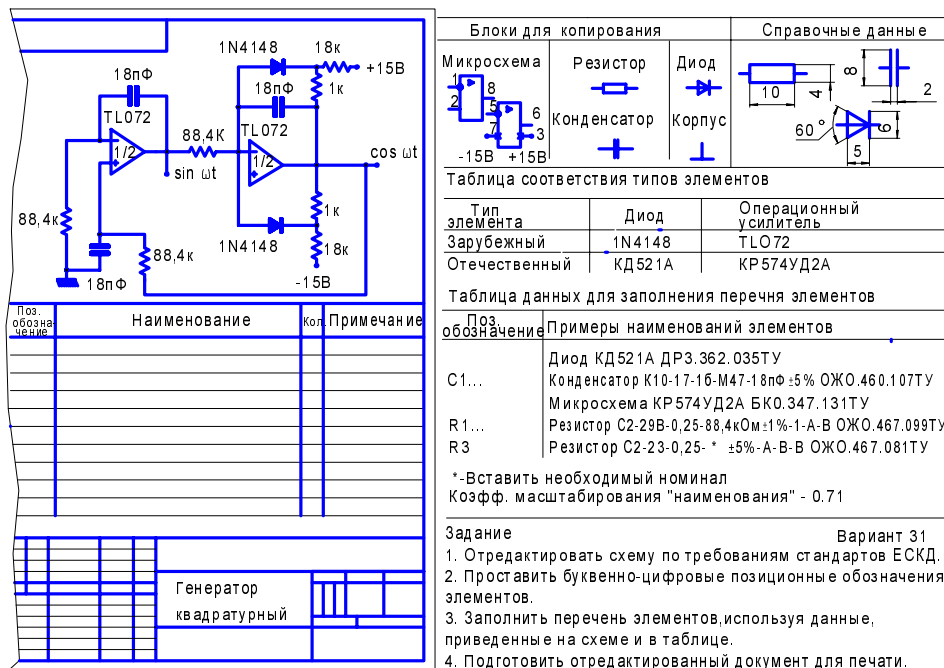


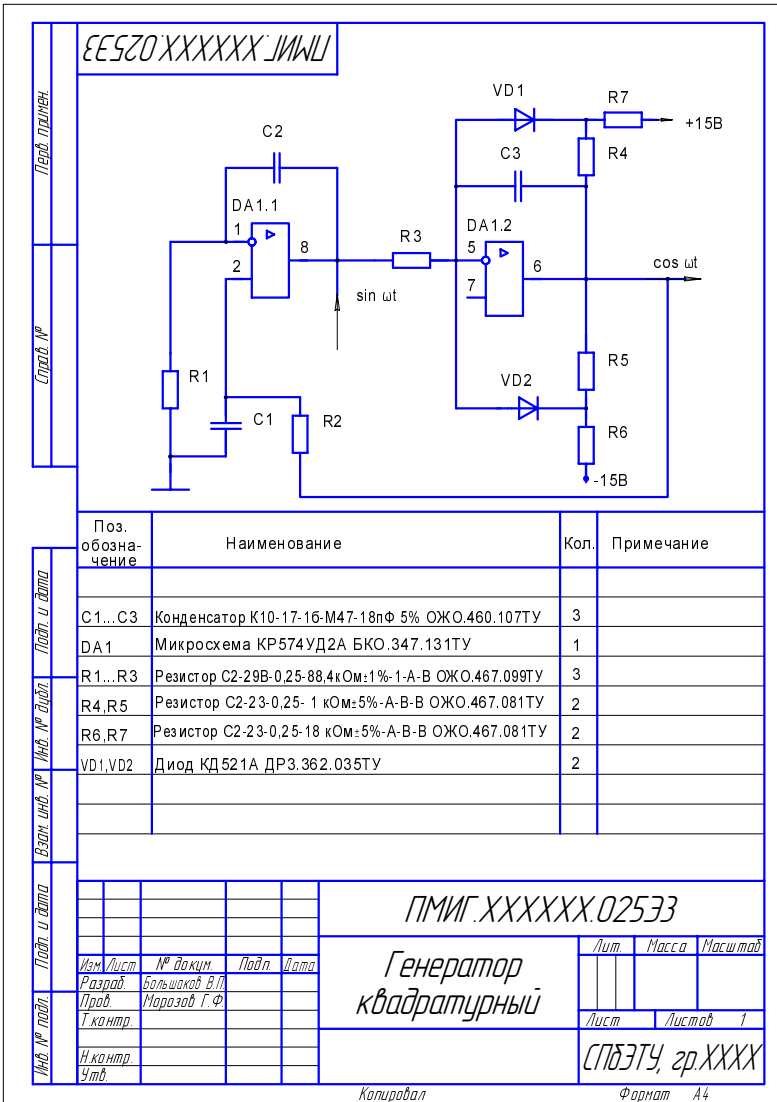
Рис. 7.19. Форма представления исходных данных

Рассмотрим этапы выполнения задания, для которого окончательный результат по варианту 31 показан на рис. 7.20.

**Редактирование схемы.** Этот этап работы заключается в том, чтобы нестандартные условные графические обозначения элементов исходной схемы [3] заменить на стандартные УГО и при необходимости соответствующим образом изменить линии электрических связей.

В данной работе основными операциями редактирования схемы (для любого графического редактора) являются операции копирования, переноса, поворота, удаления.

Изображения стандартных УГО выполняются в одинаковом масштабе. Рекомендуется редактировать отдельные фрагменты схемы, предварительно их увеличив, а также выполнять большинство команд редактирования в режиме привязки курсора к сетке с шагом 1 мм, в которой выполнена исходная схема.



**Рис. 7.20.** Пример выполнения электрической принципиальной схемы

*Простановка буквенно-цифровых обозначений элементов.* При необходимости предварительно следует зафиксировать сведения о номинальных значениях сопротивлений и емкостей используемых резисторов и конденсаторов, введя необходимую информацию в соответствующие строки таблицы данных для заполнения перечня элементов. Далее с исходной схемы удаляются ненужные надписи.

При простановке обозначений рекомендуется использовать шрифт с высотой букв и цифр 5 мм.

*Заполнение перечня элементов.* Заполнение перечня элементов включает в себя указание позиционных обозначений, количества и наименования этих элементов.

Необходимые данные надо впечатать в графы "Поз. обозначение" и "Кол. ". Высота букв и цифр равна 5 мм.

При заполнении графы "Наименование" рекомендуется соблюдать определенный порядок действий. Вначале в соответствующую строку таблицы впечатывается номинальное значение элемента. Используется шрифт высотой 7 мм. Затем наименование элемента масштабируется с коэффициентом 0,71 и окончательно позиционируется в нужной строке перечня.



## **Часть II**

# **СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ В СИСТЕМЕ КОМПАС-3D LT**

**Глава 8. Введение в трехмерное моделирование**

**Глава 9. Общие сведения о системе КОМПАС-3D LT**

**Глава 10. Приемы создания модели детали**

**Глава 11. Практикум по трехмерному моделированию  
деталей**

**Глава 12. От трехмерной модели к плоскому чертежу**

**Глава 13. Введение в создание параметризованных  
чертежей**



## Глава 8

# Введение в трехмерное моделирование

Современные 3D-системы проектирования позволяют создавать трехмерные модели самых сложных деталей и сборок. Используя наглядные методы формирования объемных элементов, конструктор оперирует простыми и естественными понятиями: основание, отверстие, фаска, ребро жесткости, оболочка и т. д. При этом процесс конструирования может воспроизводить технологический процесс изготовления детали. После создания 3D-модели изделия конструктор может получить его чертеж без рутинного создания видов средствами плоского черчения [9].

## 8.1. Геометрические модели в автоматизированном конструировании

При решении большинства задач в области автоматизированного конструирования и технологической подготовки производства необходимо учитывать форму проектируемого изделия. Из этого следует, что геометрическое моделирование, понимаемое как процесс воспроизведения пространственных образов изделий и исследования характеристик изделий по этим образам, является ядром автоматизированного проектирования. Информация о геометрических характеристиках объекта используется не только для получения графического изображения, но и для расчета различных характеристик изделий, технологических параметров его изготовления и т. д. На рис. 8.1. показано, какие задачи решаются с помощью геометрической модели в системе

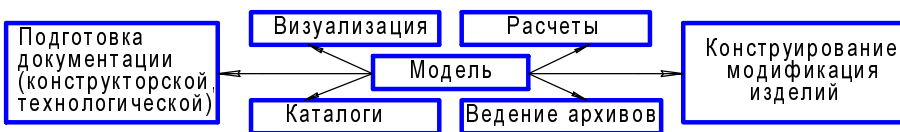


Рис. 8.1. Задачи, решаемые с помощью геометрической модели

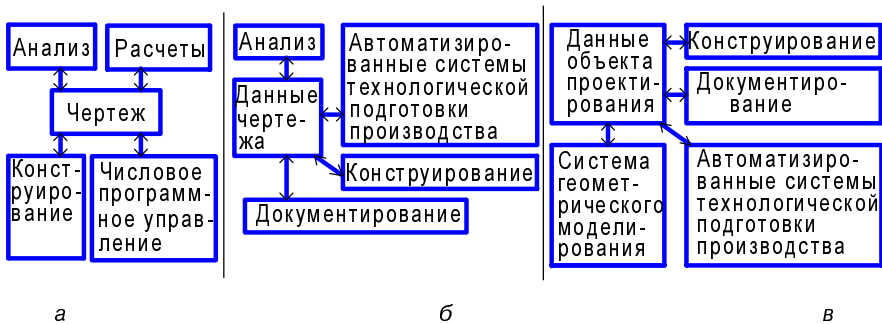
автоматизированного проектирования (САПР). Под геометрическими моделями будем понимать модели, содержащие информацию о форме и геометрии изделия, технологическую, функциональную и вспомогательную информацию.

Развитие методов и средств геометрического моделирования определило изменение ориентации графических подсистем САПР. Известно [12], что в САПР можно выделить два вида построения графических подсистем.

1. Ориентированные на чертеж.
2. Ориентированные на объект.

Системы первого поколения, ориентированные на чертеж, обеспечивают необходимые условия для создания конструкторской документации. В таких системах создается не объект (деталь, узел), а графический документ.

Эволюция графических подсистем САПР привела к тому, что системы, ориентированные на чертеж, постепенно утрачивают свое значение (особенно в области машиностроения) и все большее распространение получают системы, ориентированные на объект. На рис. 8.2 показана эволюция ориентации графических подсистем САПР за последние десятилетия.



**Рис. 8.2.** Ядро графической подсистемы САПР: а — чертеж; б — данные чертежа; в — трехмерная геометрическая модель

На начальных этапах разработки и внедрения САПР основным документом обмена между различными подсистемами САПР был чертеж (рис. 8.2, а). Следующее поколение графических подсистем использовало в качестве данных, через которые обеспечивался обмен с функциональными подсистемами САПР, данные чертежа (рис. 8.2, б). Это позволило перейти на безбумажную технологию проектирования. В графических подсистемах, интегрированных САПР, ядром являются трехмерные геометрические модели проектируемых изделий (рис. 8.2, в). При этом различные двумерные изображения трехмерной модели формируются в таких подсистемах автоматически.



Геометрические трехмерные модели, используемые в САПР, можно разделить на три типа:

1. Каркасные ("проволочные") модели.
2. Поверхностные модели.
3. Модели сплошных тел (или объемные модели).

## 8.2. Виды трехмерного моделирования

В трехмерном пространстве добавляется третья ось  $Oz$ , перпендикулярная к плоскости  $Oxy$ . Положительным направлением этой оси принято считать направление движения винта с правой резьбой, который вращается вокруг оси против часовой стрелки.

Система координат называется правой, если совмещение положительной полуоси  $x$  с положительной полуосью  $y$  осуществляется поворотом оси  $Ox$  против часовой стрелки на угол, меньший  $\pi$  (рис. 8.3). В противном случае система координат называется левой.

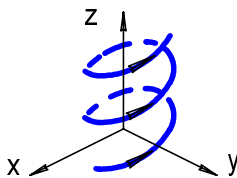


Рис. 8.3. Правая система координат

Правая система координат является общепринятой в начертательной геометрии, используется в ГОСТ 2.317-69 "АксонOMETрические проекции". Однако в САД-системах расположение стандартных плоскостей проекций относительно осей может отличаться от общепринятых.

### 8.2.1. Каркасное моделирование

Особенностью каркасной модели является то, что при ее описании используются геометрические объекты первого порядка — линии и ребра. Каркасные модели применяются, как правило, для задания объектов, представляющих собой полиэдры, т. е. замкнутые многогранники произвольной формы, ограниченные плоскими гранями, или объекты, получаемые перемещением образующей, которая фиксируется в некоторых положениях. 3D-модель в этом случае содержит список координат вершин полиэдра с указанием связей между ними, т. е. ребер.

На рис. 8.4 показаны проволочная модель куба и список координат восьми вершин, связи между которыми задаются указанием двух горизонтальных граней и четырех вертикальных ребер.



Рис. 8.4. Проволочная модель куба со списком координат вершин

Наиболее широко каркасное моделирование используется для имитации траектории движения инструмента, выполняющего несложные операции обработки детали, такие как фрезерование по 2,5 или 3-м осям. Понятие 2,5-й оси связано с тем, что более простые системы могут моделировать формы только с постоянным поперечным сечением. Такие формы относятся к так называемой двухполовинной геометрии (2,5-мерная геометрия). Неоднозначность интерпретации каркасной модели является одним из основных ее недостатков. Например, трехмерное изображение куба на рис. 8.4 можно было бы интерпретировать или как вид сверху, или как вид снизу (рис. 8.5, а).

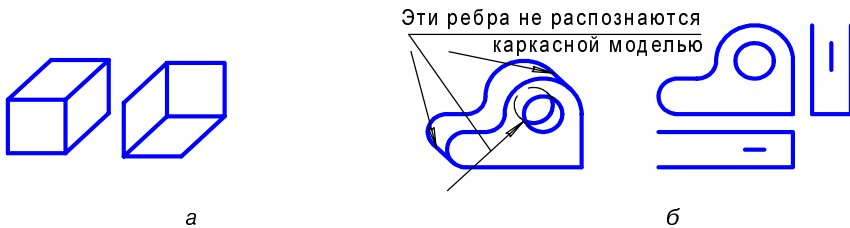


Рис. 8.5. Неоднозначность интерпретации каркасной модели:  
а — куба; б — объекта со скругленными гранями

Операции по удалению скрытых линий при обработке каркасных моделей в общем случае можно успешно выполнить только вручную, потому что линии, невидимые на одних видах, видимы на других видах. Невозможность распознавания криволинейных граней и обнаружения взаимного влияния пространственных компонентов также ограничивает применимость каркасного моделирования. Так, например, аксонометрическому изображению объекта (рис. 8.5, б) будут соответствовать некорректные представления заданной

формы каркасными видами. Кроме перечисленных выше недостатков каркасного моделирования, необходимо также отметить трудности, возникающие при вычислении физических характеристик (например, массы, площади поверхности, центра тяжести или момента инерции) по данным каркасных моделей.

## 8.2.2. Поверхностное моделирование

Поверхностная модель определяется с помощью точек, линий и поверхностей. Поверхностное моделирование имеет следующие преимущества по сравнению с каркасным [12]:

- способность распознавать и изображать сложные криволинейные грани, обеспечивать средства получения тоновых трехмерных изображений;
- способность распознавать особые построения на поверхности, например отверстия;
- возможность получать качественное изображение и обеспечивать удобный производственный интерфейс со стенками с ЧПУ при имитации траектории движения инструмента в трехмерном пространстве;
- обеспечение более эффективных средств для имитации функционирования роботов.

Методы поверхностного моделирования применяют в областях, где проектируются динамические поверхности, т. е. поверхности, взаимодействующие с внешней средой, или поверхности, к которым предъявляются повышенные эстетические требования. Динамические поверхности разделяют на два класса: омываемые средой (внешние обводы транспортных средств, лопасти турбин и т. д.); трассирующие — направляющие среду (воздушные и гидравлические каналы, спиральные камеры и отсасывающие трубы турбин и т. д.). При проектировании поверхностей применяют в основном каркасно-кинематический метод, основанный на перемещении некоторых образующих по образующим. При этом каркас задается как множеством характерных точек, так и ломаными линиями, проходящими через эти точки.

Существуют следующие способы задания как поверхностей, так и сплошных тел с помощью контуров, описанных в плоскости двумерными функциями:

1. Задание толщиной:  $s = F1(C, P, D, L)$ . Опорный контур  $C$  перемещается в плоскости  $P$ , а второй контур определяется путем переноса контура  $C$  по направлению вектора  $D$  на расстояние  $L$ .
2. Задание вращением:  $s = F2(C, A)$ . С помощью контура  $C$  (разомкнутого или замкнутого) образуют сплошное тело вращением контура вокруг оси  $A$ .
3. Задание списком контуров:  $s = F3(LC, LP, LR, LS)$ , где  $LC$  — список соединяемых контуров. Если  $LC(i)$  —  $i$ -й контур, то  $LP(i)$  — плоскость, в которой он лежит,  $LR(i)$  — первый из соединяемых объектов,  $LS(i)$  — направление обхода контура.

4. Задание толщиной и отверстиями:  $s = F4(LC, D, L)$ . Эта конструкция сходна с конструкцией, описанной в п. 1. Способы их построения одинаковы (при этом  $LC(1)$  — внешний контур, а следующие контуры ( $LC(2)$ , ...,  $LC(n)$ ) — внутренние, т. е. являются отверстиями).
5. Кинематическое задание в общем виде. Обобщение этого способа состоит в том, что поверхность, заданная жесткими контурами, перемещается по более сложной траектории.

### 8.2.3. Твердотельное моделирование

Твердотельное моделирование является единственным средством, которое обеспечивает полное однозначное описание трехмерной геометрической формы. Неоспоримыми преимуществами твердотельных моделей являются [12]:

- полное определение объемной формы и возможность разграничения внешней и внутренней областей объекта, что необходимо для обнаружения нежелательных взаимовлияний компонентов;
- обеспечение автоматического удаления скрытых линий;
- автоматическое построение трехмерных разрезов компонентов, что особенно важно при анализе сложных сборочных изделий;
- применение перспективных методов анализа с автоматическим вычислением объемных и весовых характеристик и разбиением трехмерных моделей на твердотельные конечные элементы для проведения расчета напряжений;
- наличие средств получения фотореалистических изображений проектируемых объектов;
- повышение эффективности имитации динамики механизмов, процедур генерации траектории движения инструмента и функционирования роботов.

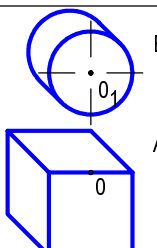
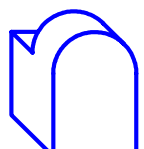
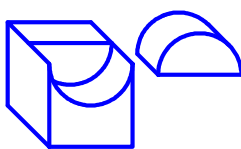

Методы твердотельного моделирования, которые обычно используются в прикладных системах, делятся [12]:

- на метод конструктивного представления;
- метод граничного представления;
- метод пространственного заполнения.

Моделирование методом конструктивного представления осуществляется с использованием базовых объемных элементов (БОЭ), каждый из которых характеризуется формой, размерами, точкой привязки и ориентацией.

Для создания модели составного объекта пользователь может задавать положение и параметры БОЭ, указывать булевы операции, которые необходимо выполнить над ними.

Сущность трех основных булевых операций проиллюстрирована на примере выбора в качестве БОЭ цилиндра и параллелепипеда (рис. 8.6).

Твердотельные примитивы	Булева операция		
	объединение ( $\cup$ )	разность ( - )	
	$A \cup B$ 	$A - B$ $B - A$ 	$A \cap B$ 

**Рис. 8.6.** Результаты булевых операций с твердотельными примитивами

Операция объединения (  $\cup$  ) определяет пространство внутри внешней границы составной формы, полученной из двух тел с общей областью. Она определяет результирующую составную форму как одну.

Операция разности ( - ) определяет пространство, ограниченное поверхностью, оставшейся от одной формы, и внешней границей общей области двух форм.

Операция пересечения (  $\cap$  ) определяет пространство внутри границ общей области объектов.

Моделирование методом граничного представления основано на сохранении в памяти компьютера всех тех элементов, которые создают границы объекта. Такими элементами являются поверхности и указатели пересечения поверхностей. Одновременно хранят топологическую информацию, показывающую связь элементов друг с другом.

Преимущества описания границами заключаются в следующем: возможности моделирования форм больше, чем при описании сплошными телами; быстрый и эффективный доступ к геометрической информации, которая требуется для прорисовки или других прикладных целей; относительно простое создание геометрических поверхностей свободных форм.

К недостаткам можно отнести: больший, чем при твердотельном описании, объем исходных данных, меньшая, по сравнению с твердотельной, логическая устойчивость модели, т. е. вероятность создания противоречивых моделей.

Моделирование методом пространственного заполнения называется также ячеечным. При использовании этого метода ограниченный участок пространства, охватывающий весь моделируемый объект, считается разбитым на большое число дискретных кубических ячеек. В простейшем случае размеры ребра куба равны единице измерения длины. Моделирующая система записывает информацию о принадлежности или непринадлежности каждого куба телу объекта. Структура данных представляется трехмерной матрицей, в которой каждый элемент соответствует пространственной ячейке. С одной стороны, ячеечный метод имеет преимущества, определенные простотой,

с другой — недостатки, обусловленные большим объемом памяти, необходимым для записи объекта с высоким разрешением. Для преодоления этого недостатка разработаны системы, в которых используется идея разбиения ячеек на подъячейки меньшего размера. Последние применяются тогда, когда ячейка захватывает границу объекта, и здесь в целях повышения разрешения задействуются подъячейки, регулярно заполняющие ячейку-границу.

### 8.3. Общие принципы твердотельного моделирования деталей и сборок

В современных трехмерных САПР сочетаются методы конструктивного и граничного представления моделей. В общем случае порядок создания модели включает формирование основания, приклеивание и вырезание дополнительных элементов, построение массивов элементов и зеркальное копирование, создание дополнительных конструктивных элементов (рис. 8.7).

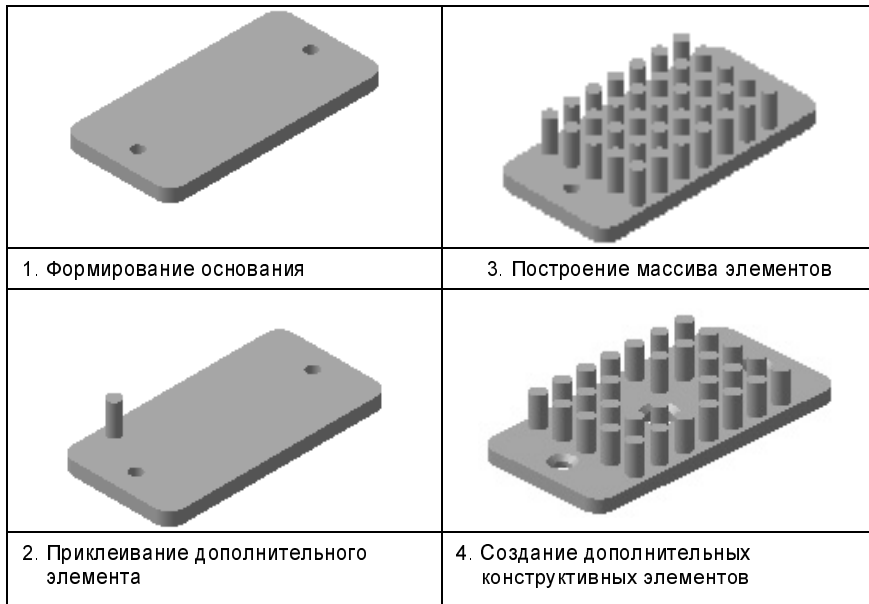


Рис. 8.7. Этапы создания твердотельной модели детали

Формирование отдельных трехмерных объектов начинается с создания *эскиза* — плоской фигуры, на основе которой образуется объемное тело. Эскиз может располагаться в одной из ортогональных плоскостей координат, на плоской грани существующего тела или во вспомогательной плоскости, положение которой задано пользователем. Эскиз изображается на плоскости стандартными средствами двумерного редактора.

При построении эскиза в системе КОМПАС доступны все команды построения и редактирования изображения, а также сервисные возможности. Исключением является невозможность ввода некоторых технологических обозначений и объектов оформления.

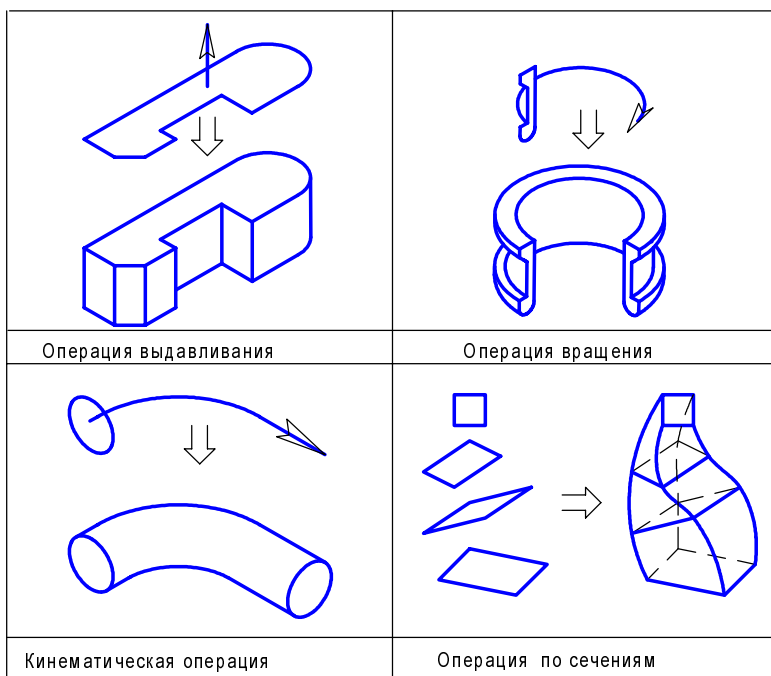
Эскиз может содержать текст. По окончании создания эскиза все тексты в нем преобразуются в один или несколько контуров, состоящих из кривых NURBS (нерегулярный рациональный В-сплайн).

По умолчанию в эскизе включен параметрический режим.

В эскиз можно перенести изображение из ранее подготовленного чертежа или фрагмента. Это позволяет при создании трехмерной модели опираться на существующую чертежно-конструкторскую документацию.

Порядок построения в эскизах таких геометрических объектов, как прямоугольники, многоугольники и ломаные ничем не отличается от порядка построения аналогичных объектов в графическом документе. Однако результатом построения являются не единые объекты, а наборы отрезков, составляющие построенные прямоугольники, многоугольники или ломаные.

Объемные элементы образуются в результате операций — формообразующих перемещений эскизов. В основе этих операций лежат перечисленные в разд. 8.2.2 и показанные на рис. 8.8 способы создания трехмерных объектов.



**Рис. 8.8.** Основные формообразующие операции создания трехмерных объектов

Сборка в КОМПАС-3D — трехмерная модель, объединяющая модели деталей, подборок и стандартных изделий (они называются компонентами сборки), а также информацию о взаимном положении компонентов и зависимостях между параметрами их элементов. Состав сборки и взаимное расположение ее компонентов задается пользователем.

Выделяют следующие способы проектирования сборок:

- проектирование "снизу вверх";
- проектирование "сверху вниз";
- смешанный способ проектирования.

*Проектирование сборки "снизу вверх"* представляет собой последовательное добавление в сборку готовых деталей (компонентов), сопровождающееся установлением их взаимного расположения. Такой порядок проектирования используется крайне редко и только при создании сборок, состоящих из небольшого количества деталей. Это вызвано тем, что для моделирования отдельных деталей с целью последующей их "сборки" требуется точно представлять их взаимное положение и топологию изделия в целом, вычислять и специально записывать размеры одних деталей для того, чтобы в зависимости от них устанавливать размеры других деталей.

*Проектирование сборки "сверху вниз"* характеризуется тем, что компоненты сборки можно моделировать непосредственно в самой сборке. Причем такой порядок проектирования предпочтителен по сравнению с проектированием "снизу вверх", так как он позволяет автоматически определять параметры и форму взаимосвязанных компонентов и создавать параметрические модели типовых изделий.

Однако на практике чаще всего используется *смешанный способ проектирования*, сочетающий в себе приемы проектирования "сверху вниз" и "снизу вверх".





## Глава 9

# Общие сведения о системе КОМПАС-3D LT

Система КОМПАС-3D LT предназначена для создания трехмерных параметрических моделей деталей и последующего полуавтоматического выполнения их рабочих чертежей, содержащих все необходимые виды, разрезы и сечения.

Система ориентирована на формирование моделей изделий, содержащих как типичные, так и нестандартные конструктивные элементы.

При разработке функций и интерфейса КОМПАС-3D LT учитывались приемы работы, свойственные машиностроительному проектированию. Система разработана специально для операционной среды MS Windows и в полной мере использует все ее возможности для обеспечения пользователю максимального комфорта и удобства в работе.

### 9.1. Основные типы документов

В терминах КОМПАС-3D LT любое изображение, которое можно построить средствами системы, принято называть документом. С помощью КОМПАС-3D LT можно создавать документы трех типов: детали, плоские чертежи и фрагменты. В случаях, когда идет речь о трехмерных изображениях деталей, употребляется еще один термин — модель. Построение моделей выполняется средствами модуля трехмерного моделирования.

*Деталь* — модель изделия, изготавливаемого из однородного материала, без применения сборочных операций. Детали хранятся в файлах с расширением `m3d`.

*Чертеж* — основной тип графического документа в КОМПАС-3D. Чертеж содержит графическое изображение изделия, основную надпись, рамку, иногда — дополнительные объекты оформления (знак неуказанной шероховатости, технические требования и т. д.). Чертеж КОМПАС-3D всегда содержит один лист заданного пользователем формата. В файле чертежа КОМПАС-3D могут содержаться не только чертежи (в понимании ЕСКД), но и схемы, плакаты и прочие графические документы. Чертежи хранятся в файлах с расширением `cdw`.

**Фрагмент** — вспомогательный тип графического документа в КОМПАС-3D. Фрагмент отличается от чертежа отсутствием рамки, основной надписи и других объектов оформления конструкторского документа. Он используется для хранения изображений, которые не нужно оформлять как отдельные листы чертежей (эскизные прорисовки, разработки и т. д.). Кроме того, во фрагментах также хранятся созданные типовые решения для последующего использования в других документах. Файл фрагмента имеет расширение `ftw`. Кроме перечисленных выше в КОМПАС-3D LT используются по умолчанию следующие расширения файлов.

Файлы шаблонов документов:

- `m3t` — файлы шаблонов деталей;
- `cdt` — файлы шаблонов чертежей;
- `frt` — файлы шаблонов фрагментов.

Служебные и вспомогательные файлы:

- `tol` — файлы предельных отклонений (допусков);
- `lcs` — файлы библиотек стилей линий;
- `lhs` — файлы библиотек стилей штриховки;
- `lyt` — файлы библиотек оформлений документов;
- `lfr` — файлы библиотек фрагментов;
- `bss` — файлы библиотек специальных знаков;
- `sss` — файлы с исходными описаниями специальных знаков;
- `prj` — файлы проектов, содержащие сведения о настройках новых документов;
- `dns` — файлы с данными о плотностях материалов;
- `pfl` — файл профиля.

## 9.2. Основные элементы интерфейса

По сравнению с традиционными Windows-приложениями в КОМПАС-3D LT наложены ограничения на одновременную работу с несколькими документами. Таким образом, в главном окне системы может быть открыт только один документ: чертеж, фрагмент или деталь.

Команды вызываются из страниц Главного меню, контекстного меню или при помощи кнопок на Инструментальных панелях.

При работе с документом любого типа на экране отображаются Главное меню и несколько панелей инструментов: **Стандартная**, **Вид**, **Текущее состояние**, **Компактная**.

Главное меню системы служит для вызова команд (рис. 9.1). Вызов некоторых из них возможен также с помощью кнопок Инструментальных панелей. По умолчанию Главное меню располагается в верхней части окна.

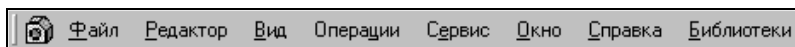


Рис. 9.1. Главное меню

При выборе пункта меню раскрывается перечень команд этого пункта. Некоторые из команд имеют собственные подменю. Для вызова команды (выполнения соответствующего ей действия) щелкните кнопкой мыши на ее названии.

Стандартная панель содержит кнопки вызова команд стандартных операций с файлами и объектами (рис. 9.2).



Рис. 9.2. Стандартная панель

Для включения отображения ее на экране служит команда **Вид | Панели инструментов | Стандартная**.

Панель **Вид** содержит кнопки вызова команд настройки отображения активного документа. Набор полей и кнопок панели **Вид** зависит от того, какой документ активен (рис. 9.3).

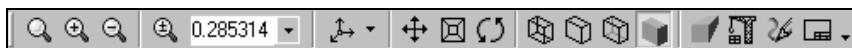


Рис. 9.3. Панель **Вид** при работе с деталями

Для включения отображения ее на экране служит команда **Вид | Панели инструментов | Вид**.

Панель *текущего состояния* служит для отображения параметров текущего состояния активного документа. Набор полей и кнопок Панели текущего состояния зависит от того, какой документ активен (рис. 9.4).



Рис. 9.4. Панель текущего состояния при работе с фрагментами

Для включения отображения ее на экране служит команда **Вид | Панели инструментов | Текущее состояние**.

Компактная панель содержит кнопки переключения между Инструментальными панелями и кнопки самих Инструментальных панелей. Состав Ком-

пактной инструментальной панели зависит от типа активного документа (рис. 9.5).



**Рис. 9.5.** Компактная панель в режиме редактирования детали

Активизация Инструментальных панелей производится с помощью кнопок переключения.

Вы можете изменять состав Компактной панели. Рядом с кнопками переключения находятся маркеры перемещения. Чтобы извлечь из Компактной панели какую-либо Инструментальную панель, "перетащите" соответствующий ей маркер мышью за пределы Компактной панели.

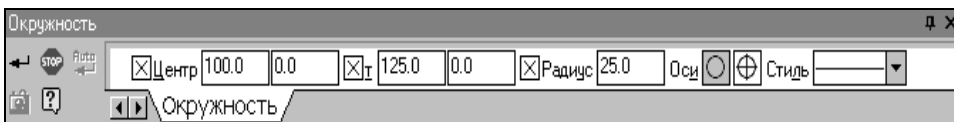
Отпустите кнопку мыши. На экране появится выбранная Инструментальная панель. Соответствующая ей кнопка переключения на Компактной панели исчезнет. Обратите внимание на то, что теперь активизация этой Инструментальной панели возможна с помощью меню.

Чтобы вернуть или добавить Инструментальную панель в состав Компактной панели, нажмите и удерживайте клавишу <Alt>. Затем мышью "перетащите" заголовок Инструментальной панели так, чтобы "наложить" ее на Компактную панель. Когда рядом с курсором появится знак "плюс", отпустите кнопку мыши и клавишу <Alt>. Инструментальная панель будет включена в Компактную.

Состав меню и панелей зависит от типа активного документа. Команды, управляющие отображением инструментальных панелей, находятся в меню **Вид | Панели инструментов**.

Пользователь может изменять состав Главного меню и системных Инструментальных панелей, а также создавать собственные панели. Для вызова диалога, позволяющего произвести эту настройку, служит команда **Сервис | Настройка интерфейса...**

*Панель свойств* служит для ввода параметров и задания свойств объектов при их создании и редактировании (рис. 9.6).



**Рис. 9.6.** Панель свойств

В состав Панели свойств входят:

- заголовок;
- панель специального управления;

- вкладки;
- область выбора вкладки.

Заголовок Панели свойств содержит название активной команды и две кнопки: **Прикрепить** и **Заккрыть**.

На Панели специального управления расположены кнопки, с помощью которых выполняются специальные действия, такие как ввод объекта, прерывание текущей команды, включение автоматического создания объекта и т. д. Набор кнопок зависит от выполняемой команды (рис. 9.7).



Рис. 9.7. Панель специального управления (при вводе допуска формы)

Включение и отключение Панели свойств производится командой **Вид | Панели инструментов | Панель свойств**. Панель специального управления находится в верхней или левой части Панели свойств.

На вкладках Панели свойств расположены элементы управления процессом выполнения команды. Количество вкладок зависит от конкретной команды. Для активизации нужной вкладки щелкните кнопкой мыши на ее "корешке" в нижней части Панели. Если "корешки" всех вкладок не видны одновременно, воспользуйтесь кнопками прокрутки, расположенными слева от "корешков". Кроме того, для выбора нужной вкладки можно вызвать соответствующую команду контекстного меню на свободном месте вкладки.

Область выбора вкладки предназначена для активизации нужной вкладки Панели свойств (рис. 9.8). Эта область содержит "корешки" вкладок и кнопки прокрутки "корешков".



Рис. 9.8. Область выбора вкладки при построении отрезка

Панель свойств может находиться в "плавающем" или "прикрепленном" состоянии. Чтобы "прикрепить" Панель, "перетащите" ее за заголовок к нужной границе окна. Чтобы вернуть Панель в "плавающее" состояние, выполните обратное действие — "перетащите" ее в направлении центра окна.

Для прикрепления Панели свойств к нужной границе окна можно воспользоваться командами **Размещение | Вверх, Внизу, Слева, Справа** контекстного меню Панели.

Вы можете настроить различные параметры Панели свойств: цвет вкладок, тип "корешков", шрифт и т. п. в специальном диалоге. Для его вызова служит команда **Оформление Панели свойств...** контекстного меню Панели.

Чтобы настроить оформление отдельных элементов Панели свойств, воспользуйтесь командами контекстного меню **Показывать имена параметров | Оптимальный набор, Все, Не показывать**, а также **Вид корешков вкладок | Плоские, Объемные**.

*Строка сообщений* (если ее показ не отключен при настройке системы) содержит подсказки по текущему действию или описание выбранной команды.

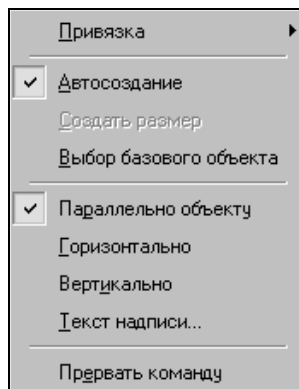
*Справка* по текущему действию или активному элементу интерфейса вызывается нажатием клавиши <F1>, вызов других типов Справки — через страницу меню **Справка**.

## 9.3. Использование контекстных меню

Команды для выполнения многих часто используемых действий можно вызывать из контекстного меню.

Эти меню появляются на экране при нажатии правой кнопки мыши. Состав меню будет разным для различных ситуаций. В нем будут собраны наиболее типичные для данного момента работы команды.

Например, во время создания линейного размера при щелчке правой кнопкой мыши на экране появится меню, показанное на рис. 9.9.



**Рис. 9.9.** Контекстное меню при нанесении линейного размера

Таким образом, при выполнении различных действий можно быстро обратиться к нужной команде не только через Главное меню или Инструментальные панели, но и через контекстные меню, причем последний способ является наиболее быстрым.

## 9.4. Управление масштабом и сдвигом изображения модели

Для управления масштабом изображения модели предназначены команды **Увеличить масштаб рамкой**, **Увеличить масштаб**, **Уменьшить масштаб**, **Масштаб по выделенным объектам**, **Приблизить/отдалить**, **Показать все**. Эти команды расположены в меню **Сервис**, а кнопки для их быстрого вызова — на Панели управления.

Можно управлять коэффициентом изменения масштаба, использующимся при выполнении команд **Увеличить масштаб** и **Уменьшить масштаб**. Для того чтобы настроить его величину, вызовите из меню **Сервис** команду **Настройка системы**, в появившемся диалоге выберите пункт **Редактор детали | Параметры управления изображением**. Введите в поле **Коэффициент изменения масштаба** нужное значение коэффициента или выберите его из списка. Выйдите из диалога, нажав кнопку **ОК**. После этого масштабирование изображения будет производиться с указанным вами коэффициентом.

Чтобы передвинуть изображение модели в окне, нажмите кнопку **Сдвинуть** на панели **Вид** или вызовите соответствующую команду из меню **Вид**.

Для быстрого сдвига изображения (без вызова специальной команды) можно воспользоваться клавиатурными комбинациями <Shift> + <стрелки>. Нажатие на любую из них вызывает перемещение изображения в соответствующую сторону.

Величина перемещения изображения при однократном нажатии управляющей клавиатурной комбинации называется шагом перемещения. Чтобы настроить его величину, вызовите команду **Сервис | Параметры... | Система | Редактор моделей | Параметры управления изображением**. Введите в поле **Шаг перемещения** изображения детали нужное значение шага или выберите его из списка. Выйдите из диалога, нажав кнопку **ОК**. После этого сдвиг модели при помощи клавиатурных комбинаций будет производиться с указанным шагом.

## 9.5. Поворот модели

При создании модели может возникнуть необходимость видеть ее с разных сторон. Для этого в КОМПАС-3D LT предусмотрена возможность вращения модели.

Чтобы повернуть модель, вызывается команда **Вид | Повернуть** или нажимается кнопка **Повернуть** на панели **Вид**.

Вы можете вращать модель вокруг центра габаритного параллелограмма, вокруг точки (вершины, центра сферы), вокруг оси (вспомогательной оси, прямолинейного ребра, оси операции) или вокруг оси, проходящей через

указанную точку плоскости (вспомогательной плоскости, плоской грани детали) перпендикулярно ей.

Для быстрого перехода к вращению модели вокруг центра габаритного параллелепипеда (без вызова специальной команды) можно воспользоваться комбинациями клавиш <Ctrl> + <Shift> + <стрелки>. Вращать модель на экране с помощью клавиатуры можно, используя клавиатурные команды, приведенные в табл. 9.1.

**Таблица 9.1.** Клавиатурные команды для вращения детали

<Ctrl>+<Shift>+<↑> <Ctrl>+<Shift>+<↓>	Вращение детали в вертикальной плоскости
<Ctrl>+<Shift>+<→> <Ctrl>+<Shift>+<←>	Вращение детали в горизонтальной плоскости
<Alt>+<→>; <Alt>+<←>	Вращение детали в плоскости экрана
<Пробел>+<↑>; <Пробел>+<↓>	Поворот детали на 90° в горизонтальной плоскости
<Пробел>+<→>; <Пробел>+<←>	Поворот детали на 90° в вертикальной плоскости

Угол поворота модели при однократном нажатии указанной клавиатурной комбинации называется шагом угла поворота детали. Чтобы настроить его величину, вызовите команду **Сервис | Параметры | Система | Редактор моделей | Параметры управления изображением**. Введите в поле **Шаг угла поворота** детали нужное значение шага или выберите его из списка. Выйдите из диалогов, нажав кнопку **ОК**. После этого поворот модели при помощи клавиатурных комбинаций будет производиться с указанным вами шагом.

## 9.6. Управление ориентацией детали

Для изменения ориентации модели в КОМПАС-3D LT можно воспользоваться командой **Сервис | Повернуть**.

Часто требуется такая ориентация, при которой одна из плоскостей проекций параллельна плоскости экрана (в этом случае изображение модели соответствует ее изображению на чертеже в стандартной проекции, например, на виде сверху или слева). Такую ориентацию трудно получить, поворачивая модель мышью. В этом случае для изменения ориентации можно пользоваться предусмотренным системой списком названий ориентаций.

На панели **Вид** расположена кнопка **Ориентация**. Нажатие на стрелку рядом с этой кнопкой вызывает меню (рис. 9.10) с перечнем стандартных названий ориентаций: **Сверху**, **Снизу**, **Слева**, **Справа**, **Спереди**, **Сзади**, **Изометрия XYZ**, **Изометрия YZX**, **Изометрия ZXY**, **Диметрия** (каждое из них соответствует направлению взгляда наблюдателя на модель).



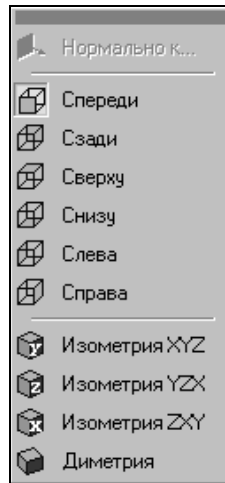


Рис. 9.10. Меню выбора стандартных ориентаций

Из этого меню выбирается команда, соответствующая нужной ориентации. Изображение будет перестроено в соответствии с указанным направлением взгляда.

Иногда требуется, чтобы параллельной плоскости экрана оказалась не проекционная плоскость, а вспомогательная плоскость или плоская грань детали. Чтобы установить такую ориентацию, выделите нужный плоский объект и вызовите из меню кнопки **Ориентация** команду **Нормально к**.

Модель повернется так, чтобы направление взгляда было перпендикулярно выбранному объекту.

Можно не только использовать стандартные названия ориентаций, но и запоминать текущую ориентацию под каким-либо именем, а затем возвращаться к ней в любой момент, выбрав это имя из списка. Для этого нажимается кнопка **Ориентация**. На экране появляется диалоговая панель со списком существующих в модели названий ориентаций. Нажимается кнопка **Добавить** и вводится название новой ориентации, которое появляется в списке названий ориентаций. Нажимается кнопка **Выход**. Новое название появится в меню кнопки **Ориентация** на панели **Вид**.

Впоследствии, когда ориентация модели изменится, можно выбрать созданную ориентацию из меню кнопки **Ориентация**, и модель повернется так, чтобы ее ориентация соответствовала указанному названию.

В диалоге выбора ориентации, появляющемся на экране при нажатии на кнопку **Ориентация**, можно не только создать новую ориентацию, но и выбрать существующую, а также удалить из списка созданное пользователем название ориентации.

Чтобы выбрать существующую ориентацию, выделяется ее название в списке и нажимается кнопка **Установить**. Изображение будет перестроено в соответствии с указанным направлением взгляда.

Чтобы удалить название ориентации из списка, оно выделяется и нажимается кнопка диалога **Удалить**. Указанное название исчезнет из списка; дальнейший выбор соответствующей ориентации будет невозможен. Удаление стандартных названий ориентаций (они начинаются с символа "#") не допускается.

Чтобы закрыть диалог выбора ориентации, нажимается кнопка **Выход**.

## 9.7. Управление режимом отображения детали

При работе в КОМПАС-3D LT доступно несколько типов отображения модели: каркас, отображение без невидимых линий или с тонкими невидимыми линиями и полутоновое отображение. Чтобы выбрать тип отображения, вызовите команду **Вид | Отображение** и укажите нужный вариант. Можно также воспользоваться кнопками на панели **Вид**.

*Каркас* представляет собой совокупность всех ребер и линии очерка модели.

Чтобы отобразить модель в виде каркаса, вызывается команда **Вид | Отображение | Каркас** или нажимается кнопка **Каркас** на панели **Вид**.

*Отображение модели с удалением невидимых линий* представляет собой совокупность видимых (при текущей ориентации модели) ребер, видимых частей ребер и линии очерка модели.

Чтобы отобразить модель без невидимых линий, вызывается команда **Вид | Отображение | Без невидимых линий** или нажимается кнопка **Без невидимых линий** на панели **Вид**.

*Невидимые линии* (невидимые ребра и части ребер) можно отобразить отличающимся от видимых линий (более светлым) цветом. Чтобы отобразить модель с невидимыми линиями другого цвета, вызывается команда **Вид | Отображение | Невидимые линии тонкие** или нажимается кнопка **Невидимые линии тонкие** на панели **Вид**.

*Полутоновое отображение* позволяет увидеть поверхность модели и получить представление об ее форме. Чтобы получить полутоновое отображение модели, вызывается команда **Вид | Отображение | Полутоновое** или нажимается кнопка **Полутоновое** на панели **Вид**. При полутоновом отображении модели учитываются оптические свойства ее поверхности (цвет, блеск, диффузия и т. д.).

*Перспектива*. Посредством данного режима возможно получить еще более реалистичное изображение детали в соответствии с особенностями зрительного восприятия человека. Точка схода перспективы расположена посередине

не окна детали. Все перечисленные выше режимы отображения (каркасное, полутоновое, без невидимых линий и с тонкими невидимыми линиями) можно сочетать с перспективной проекцией. Для получения отображения модели с учетом перспективы вызывается команда **Вид | Отображение | Перспектива** или нажимается кнопка **Перспектива** на панели **Вид**.

Какой бы тип отображения ни был выбран, он не оказывает влияния на свойства модели. Например, при выборе каркасного отображения модель остается сплошной и твердотельной (а не превращается в набор "проволочных" ребер), просто ее поверхность и материал не показываются на экране.

## 9.8. Дерево построения детали

При работе с любой деталью в КОМПАС-3D LT на экране, кроме окна, в котором отображается модель, показывается окно, содержащее Дерево построения детали.

*Дерево построения* — это окно, в котором в виде структурированного списка ("дерева") отражается последовательность построения трехмерной модели с перечислением объектов, составляющих деталь. Они отображаются в **Дереве построения** в порядке создания.

В **Дереве построения** детали отображаются: обозначение начала координат, плоскости, оси, эскизы, операции и Указатель окончания построения модели.

Эскиз, задействованный в любой операции, размещается на "ветви" **Дерева построения**, соответствующей этой операции. Слева от названия операции в Дереве построения отображается знак "+". После щелчка кнопкой мыши на этом знаке в Дереве построения разворачивается список участвующих в операции эскизов. Эскизы, не задействованные в операциях, отображаются на верхнем уровне Деревя построения.

Каждый элемент автоматически возникает в Дереве построения сразу после того, как он создан. Название присваивается элементам также автоматически в зависимости от способа, которым они получены. Например, "Ось через ребро", "Плоскость через три вершины", "Операция вращения", "Фаска" и т. д.

В детали может существовать множество однотипных элементов. Чтобы различать их, к названию элемента автоматически прибавляется порядковый номер элемента данного типа. Например, "Скругление:1" и "Скругление:2".

Можно переименовать любой элемент в Дереве построения. Для этого необходимо дважды щелкнуть кнопкой мыши по его названию; оно откроется для редактирования. Введите новое название элемента и щелкните кнопкой мыши вне списка элементов дерева. Новое название элемента будет сохранено в Дереве построения.

Слева от названия каждого объекта в **Дереве построения** отображается пиктограмма, соответствующая способу, которым этот элемент получен. Пик-

тограмму, в отличие от названия объекта, изменить невозможно. Благодаря этому при любом переименовании элементов в **Дереве построения** остается наглядная информация о способе и порядке их создания.

**Дерево построения** служит не только для фиксации последовательности построения, но и для облегчения выбора и указания объектов при выполнении команд.

Обычно пиктограммы отображаются в **Дереве построения** синим цветом. Если объект выделен, то его пиктограмма в **Дереве построения** зеленая. Если объект указан для выполнения операции, то его пиктограмма в **Дереве построения** красная.

Можно отключить показ **Дерева построения**. Для этого из меню **Сервис** вызывается команда **Дерево построения**. Чтобы включить показ этой команды, она вызывается снова. Когда показ **Дерева построения** включен, рядом с названием команды в меню отображается "галочка".

**Дерево построения** отображается в отдельном окне, которое всегда находится внутри окна документа-модели. Можно изменить размер окна **Дерева построения**, перетаскивая мышью его углы или границы.

Если открыто несколько окон одного документа-модели, показ **Дерева построения** может быть включен или выключен в любом из них.

## 9.9. Дополнительные возможности профессиональной версии КОМПАС-3D

Профессиональная версия системы КОМПАС-3D обладает существенно более широкими (по сравнению с КОМПАС-3D LT) средствами автоматизированного проектирования.

Главное отличие КОМПАС-3D LT от профессиональной версии системы КОМПАС-3D — невозможность моделирования трехмерных сборок (файл с расширением a3d). В связи с этим отсутствует возможность создания и редактирования деталей в контексте сборки: вычитание одних деталей из других и объединение нескольких деталей в одну.

Ниже перечислены дополнительные (по сравнению с КОМПАС-3D LT) возможности профессиональной версии системы КОМПАС-3D.

*Общие характеристики системы:*

- экспорт документов в форматы DXF, DWG, IGES, KSF, ParaSolid, STL, ACIS, STEP, VRML;
- экспорт документов в формат КОМПАС 5.11R03;
- экспорт документов в растровые форматы BMP, TIFF, GIF, JPEG, PNG, TGA;

- импорт документов из форматов IGES, KSF, Vectory, ParaSolid, STEP, ACIS, TXT, RTF;
- импорт документов, созданных в системе КОМПАС версии 4х;
- работа с несколькими документами одновременно.

*Поддерживаемые типы документов:*

- текстово-графические документы (файлы с расширением kdw);
- спецификации (файлы с расширением spw).

*Текстовый редактор:*

- формирование, заполнение и редактирование таблиц любой конфигурации, возможность создания таблицы по ее графическому представлению (преобразование фрагмента в таблицу);
- сохранение часто применяемых фраз, выражений, обозначений и т. д. в файле текстовых шаблонов; вставка текстовых шаблонов в любой текстовый объект или объект, содержащий текстовую часть;
- пользовательские меню, вызываемые двойным щелчком левой кнопки мыши при заполнении основной надписи и вводе надписей, входящих в состав объектов оформления.

*Настройки:*

- настройка фильтров вывода на печать в режиме предварительного просмотра;
- настройка разбиения листа на зоны.

*Сервисные возможности:*

- создание пользовательских стилей линий (в том числе линий, содержащих не только штрихи, но и "картинки"), штриховок и текстов;
- создание пользовательских основных надписей, пользовательских оформлений и стилей спецификаций;
- создание исходной и зеркальной копий при резервном копировании;
- возможность присвоения графическим объектам и документам атрибутов — неграфической информации, представляющей собой число, строку или таблицу;
- выбор единиц измерения длины в документе (миллиметры, сантиметры или метры);
- быстрое переключение на слой указанного объекта;
- отрисовка фоновых заливок цветом и зачерненных стрелок;
- запись документов с приведением имен к UNC;
- прерывание штриховок и линий при пересечении их с размерными стрелками, размерными надписями и обозначениями;

- использование Менеджера библиотек — системы для управления библиотеками;
- возможность создания, редактирования и подключения библиотек фрагментов (файлы с расширением lfr) и моделей (файлы с расширением l3d);
- подключение прикладных библиотек, разработанных для использования в профессиональной версии системы КОМПАС-3D.

При работе с *чертежами* профессиональная версия системы КОМПАС-3D предоставляет следующие дополнительные возможности:

- формирование таблицы изменений чертежа;
- формирование видов с разрывом;
- создание следующих ассоциативных видов:
  - произвольный вид;
  - проекционный вид;
  - вид по стрелке;
  - местный вид;
  - выносной элемент;
  - местный разрез;
- автоматическое присвоение чертежу атрибутов с информацией о массе и материале модели, изображенной в ассоциативном виде этого чертежа;
- синхронизация данных, содержащихся в файлах моделей, изображенных в ассоциативных видах чертежа, с основной надписью этого чертежа. Синхронизируются масса, обозначение, наименование и материал (для деталей).

При работе с *чертежами и фрагментами* профессиональная версия системы КОМПАС-3D предоставляет следующие дополнительные возможности.

*Построение графических примитивов:*

- команда **Все точки пересечения кривой;**
- команда **Точка на кривой на заданном от другой точки расстоянии;**
- команда **Окружность с центром на кривой;**
- команда **Дуга, касательная к кривой;**
- команда **Дуга по двум точкам;**
- команда **Дуга по двум точкам и углу раствора;**
- команда **Эллипс по центру и углу описанного прямоугольника;**
- команда **Эллипс по центру, середине стороны и углу описанного параллелограмма;**
- команда **Эллипс по центру и трем углам описанного параллелограмма;**

- команда **Эллипс по центру и трем точкам**;
- команда **Эллипс, касательный к двум кривым**;
- команда **Собрать контур**;
- построение касательной дуги в команде **Непрерывный ввод**;
- команда **Осевая линия по двум точкам**.

*Простановка размеров:*

- команда **Размер дуги окружности**;
- команда **Авторазмер**, предназначенная для быстрого создания размеров различных типов. При этом тип размера определяется системой автоматически в зависимости от того, какие объекты указаны.

*Редактирование:*

- команда **Преобразовать кривую в NURBS**;
- объединение объектов в именованные группы;
- возможность вставки существующих фрагментов в другой документ. Поддерживается три способа вставки: россыпью, телом или ссылкой на файл-источник;
- возможность вставки растровых объектов, OLE-объектов и объектов из буфера обмена Windows;
- указание и выделение одного из близко расположенных (в том числе наложенных) объектов.

*Параметризация:*

- ввод ассоциативных (связанных с базовыми объектами) размеров, штриховок, обозначений центра, обозначений шероховатости, баз, допусков и т. д. При редактировании базовых объектов автоматически перестраиваются и ассоциированные с ними объекты оформления (в том числе изменяются значения размеров);
- команды, предназначенные для наложения на графические объекты связей и ограничений (параллельность, перпендикулярность, симметрия, касание, выравнивание по вертикали и горизонтали, равенство длин или радиусов и т. д.). При редактировании параметризованного объекта другие объекты перестраиваются автоматически в соответствии с заданной связью;
- возможность включения параметрического режима, в котором связи и ограничения накладываются на объекты автоматически в процессе их построения и редактирования;
- возможность присвоения размеру имени переменной и задания аналитических зависимостей (уравнений и неравенств) между переменными. При редактировании отдельных объектов изображение автоматически перестраивается в соответствии с заданными зависимостями;

- вставка в графический документ параметрического фрагмента и изменение параметров объектов в этом фрагменте путем задания значений управляющих переменных.

*Задание параметров при выполнении команд:*

- активизация параметров, необходимых для выполнения команды, позволяющая указывать их в произвольном (отличном от "по умолчанию") порядке, благодаря чему увеличивается количество способов построения одного и того же объекта;
- задание угла поворота и масштаба объектов при выполнении команд копирования и вставки из *буфера*.

*Измерения:*

- расчеты массо-центровочных (массо-инерционных) характеристик фигур, тел вращения и тел выдавливания (в том числе фигур и тел с отверстиями). К этим характеристикам относятся:
  - объем;
  - координаты центра тяжести;
  - осевые моменты инерции в заданной системе координат;
  - центробежные моменты инерции в заданной системе координат;
  - осевые моменты инерции в центральной системе координат;
  - центробежные моменты инерции в центральной системе координат;
  - плоскостные моменты инерции.

При работе с *деталью* профессиональная версия системы КОМПАС-3D предоставляет следующие дополнительные возможности:


- импорт поверхностей из файлов формата IGES с помощью команды **Импортированная поверхность**;
- создание поверхностей: выдавливания, вращения, по сечениям, кинематической;
- операции над поверхностями: **Сшивка** и **Удаление граней**;
- создание условного изображения резьбы;
- ввод выражений, связывающих:
  - переменные, принадлежащие различным эскизам, между собой;
  - параметры операций между собой и с переменными, принадлежащими эскизам;
- создание скруглений с переменным радиусом.





## Глава 10

# Приемы создания модели детали

Для создания нового файла, содержащего трехмерную модель детали, необходимо вызвать из Главного меню команду **Создать** и нажать на кнопку **Деталь** . После этого выводятся панели команд и в окне деталей — **Дерево построения**. Нажатие и удержание кнопок на **Компактной панели**, отмеченных зачерненным треугольником, приводит к раскрытию дополнительных функционально связанных с ними команд.

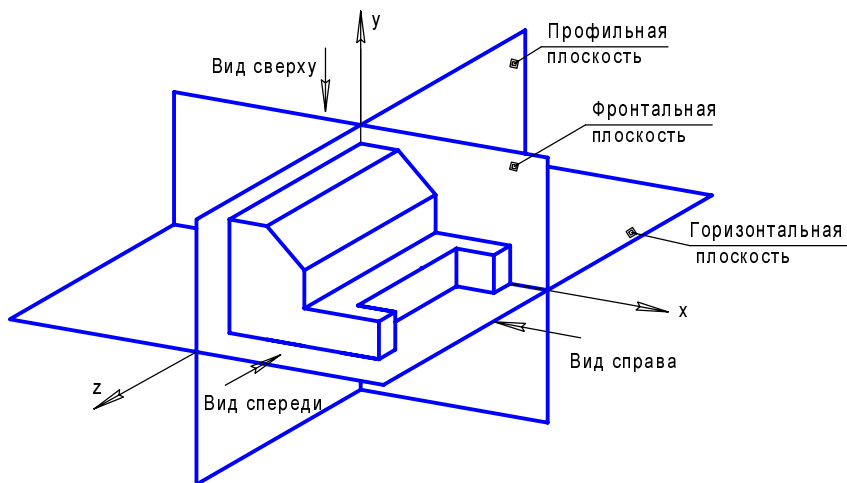
## 10.1. Система координат и плоскости проекций

В каждом файле детали существует система координат и проекционные плоскости, определяемые этой системой. Название этих объектов появляется в **Дереве построения** после создания нового файла детали. Изображение системы координат появляется в середине окна детали; чтобы увидеть изображение проекционных плоскостей, нужно выделить их в **Дереве построения**.

Плоскости показываются на экране в виде прямоугольников, лежащих в этих плоскостях; такое отображение позволяет увидеть расположение плоскости в пространстве. Иногда для понимания расположения плоскости требуется, чтобы символизирующий ее прямоугольник был больше (меньше) или был расположен в другом месте плоскости. Можно изменить размер и положение этого прямоугольника.

В системе КОМПАС-3D принята ориентация координатных осей и плоскостей проекций, показанная на рис. 10.1.

Плоскости проекций и систему координат невозможно удалить из файла детали. Их можно переименовать, а также отключить их показ в окне детали.



**Рис. 10.1.** Ориентация координатных осей и плоскостей проекций

## 10.2. Создание основания детали

Построение трехмерной модели детали начинается с создания основания — ее первого формообразующего элемента. Основание есть у любой детали и оно всегда одно. При построении основания можно использовать любой из четырех типов формообразующих элементов: элемент выдавливания, элемент вращения, кинематический элемент и элемент по сечениям.

Форма основания детали определяется из конструкции будущей детали. При выборе формы основания деталь разбивается на составляющие ее формообразующие элементы (параллелепипеды, призмы, цилиндры, конусы, торы, кинематические элементы и т. д.). При этом мелкие конструктивные элементы (фаски, скругления, проточки и т. п.) из рассмотрения исключаются.

Чаще всего в качестве основания используют самый крупный из этих элементов. Если в составе детали есть несколько сопоставимых по размерам элементов, то в качестве основания выбирают тот из них, к которому потребуется добавлять (вырезать) наибольшее количество дополнительных форм.

Иногда в качестве основания используют простой элемент (например, параллелепипед, цилиндр), описанный вокруг проектируемой детали или ее части (рис. 10.2).

В некоторых случаях можно выбрать основание детали (а также наметить дальнейший порядок проектирования детали), представив технологический процесс её изготовления (рис. 10.3).

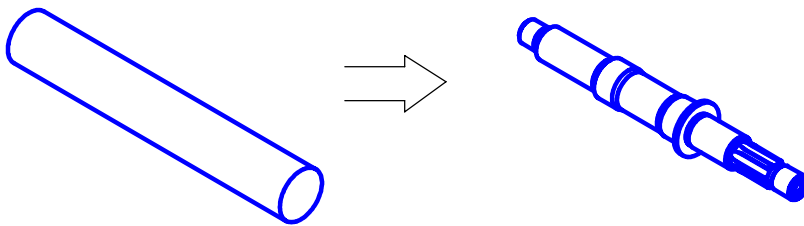


Рис. 10.2. Форма основания детали

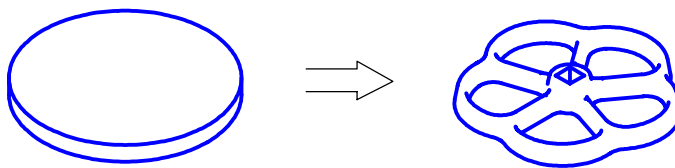



Рис. 10.3. Технологический процесс изготовления основания детали

Построение любого основания начинается с создания эскиза. Эскиз — это плоская фигура, на основе которой строится объемное тело. Формообразующее перемещение эскиза называется операцией.

Как правило, для построения эскиза выбирают одну из существующих в файле детали плоскость проекций. Перед созданием эскиза в **Дерево построения** детали выбирается требуемая плоскость (горизонтальная, фронтальная или профильная) и вид (сверху, спереди, слева и т. д.). Эскиз удобно строить, когда его плоскость совпадает с плоскостью экрана.

Выбор положения выделенной плоскости относительно плоскости экрана производится в **Меню выбора стандартных ориентаций**, которое вызывается нажатием кнопки **Ориентация** на панели **Вид**.

Чтобы создать эскиз в выделенной плоскости, необходимо вызвать из контекстного меню команду **Эскиз** или нажать одноименную кнопку  на **Панели текущего состояния**. После этого система перейдет в режим редактирования эскиза, в котором доступны все команды построения и редактирования графических объектов, КОМПАС-ГРАФИК.


### 10.2.1. Общие требования к эскизам

Как правило, эскиз представляет собой сечение объемного элемента. Реже эскиз является траекторией перемещения другого эскиза — сечения. Для создания объемного элемента подходит не любое изображение в эскизе, оно должно подчиняться некоторым правилам.

Одним из основных правил при описании эскиза является контур. Если при работе в графическом документе (фрагменте или чертеже) контур — это единый графический объект, то при работе в эскизе под контуром понимается любой линейный графический объект или совокупность последовательно соединенных линейных графических объектов (отрезков, дуг, сплайнов, ломаных и т. д.).

Дополнительные требования:

- контуры в эскизе не пересекаются и не имеют общих точек;
- контур в эскизе изображается основной линией;
- эскиз может содержать несколько слоев.

Когда создание эскиза закончено, необходимо перейти в режим трехмерных построений. Такой переход осуществляется с помощью команды **Эскиз** из контекстного меню или отжатием кнопки **Эскиз** , расположенной на


**Панели текущего состояния.**

Выбор команд, образующих основание детали в требуемой форме, производится из меню **Операции**. При выборе операции на экран выводится **Панель свойств** для ввода параметров операции и настройки свойств поверхности.

Все значения параметров при вводе и редактировании отображаются на экране в виде фантома соответствующего элемента. Чтобы диалог ввода параметров не закрывал фантом, можно переместить его мышью в другое место экрана.

Вкладка **Свойства** предназначена для настройки свойств поверхности (цвет, оптические свойства).

### 10.2.2. Элемент выдавливания

Для создания основания детали в виде элемента выдавливания надо вызвать команду **Операции | Операция | Выдавливание** или нажать кнопку **Операция выдавливания**  на панели **Редактирования детали.**

Требования к эскизу элемента выдавливания:

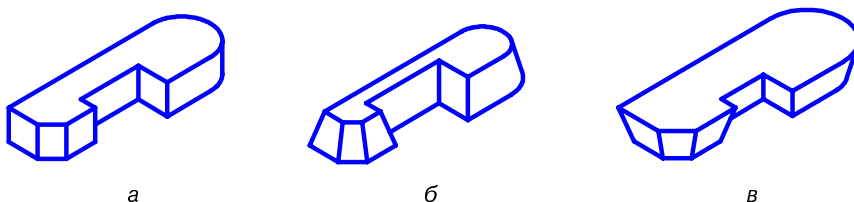
- в эскизе основания может быть один или несколько контуров;
- если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым;

- если контуров несколько, то все они должны быть замкнуты, при этом один из них должен быть наружным, а другие — вложенными в него;
- допускается один уровень вложенности контуров.

*Параметры операции выдавливания.* Диалог ввода параметров содержит три вкладки: **Параметры** — установка параметров операции выдавливания; **Тонкая стенка** — установка параметров тонкой стенки (при необходимости); **Свойства**.

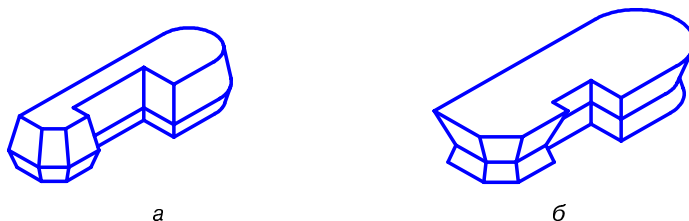
Завершение задания всех параметров элемента выдавливания фиксируется кнопкой **Создать** на диалоговой панели ввода параметров.

*Выбор направления выдавливания.* Если эскиз требуется выдавливать в одном направлении, то можно выбрать прямое или обратное направление. Чтобы различать направления выдавливания, на фантоме в окне детали показана стрелка, соответствующая прямому направлению. Если выбрана опция **Прямое направление**, выдавливание будет производиться по стрелке, если выбрана опция **Обратное направление** — в противоположную сторону. На рис. 10.4 приведен пример выдавливания в прямом направлении без уклона, с уклоном внутрь и с уклоном наружу.



**Рис. 10.4.** Выдавливание в прямом направлении: а — без уклона; б — с уклоном внутрь; в — с уклоном наружу

При выборе опции **Два направления** выдавливание производится в обе стороны. Пример выдавливания в двух направлениях с различными значениями уклонов приведен на рис. 10.5.



**Рис. 10.5.** Пример выдавливания эскиза в двух направлениях с различными значениями уклонов: а — с уклоном внутрь; б — с уклоном наружу

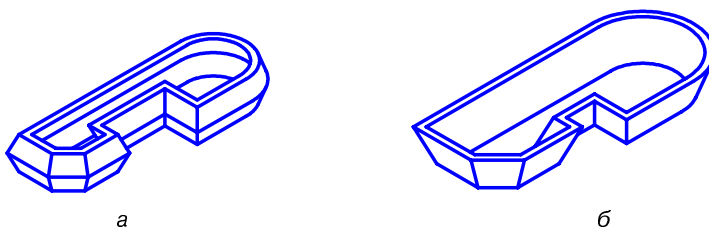
Если выбран вариант **Средняя плоскость**, то выдавливание будет производиться в обе стороны симметрично относительно плоскости эскиза, как показано на рис. 10.6.

Если выбран вариант **Средняя плоскость**, то выдавливание будет производиться в обе стороны симметрично относительно плоскости эскиза, как показано на рис. 10.6.



**Рис. 10.6.** Пример выдавливания в обе стороны симметрично относительно плоскости эскиза:  
а — с уклоном наружу; б — с уклоном внутрь


Примеры тонкостенных элементов выдавливания показаны на рис. 10.7.



**Рис. 10.7.** Примеры тонкостенных элементов выдавливания:  
а — выдавливания эскиза в двух направлениях;  
б — выдавливания эскиза в одном направлении

### 10.2.3. Элемент вращения

Для создания основания детали в виде элемента вращения вызывается команда **Операции | Операция | Вращение** или нажимается кнопка **Операция**

**вращения**  на панели **Редактирование детали**. Команда доступна, если в модели еще нет основания детали и выделен один эскиз.

Требования к эскизу элемента вращения:

ось вращения должна быть изображена в эскизе осевой линией;

- ось вращения должна быть одна;
- в основании детали может быть один или несколько контуров;
- если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым;
- если контуров несколько, все они должны быть замкнуты, при этом один из них должен быть наружным, а другие — вложенными в него;
- допускается один уровень вложенности контуров;
- ни один из контуров не должен пересекать ось вращения.

*Параметры операции вращения.* После вызова команды **Операция вращения** появляется **Панель свойств** для ввода параметров.

Если в эскизе несколько вложенных контуров, то внешний контур образует форму элемента вращения, а внутренние контуры образуют отверстия.

Диалог параметров на **Панели свойств** содержит три вкладки: **Параметры**, **Тонкая стенка**, **Свойства**.

Если контур сечения в эскизе не замкнут, возможны два построения элемента вращения: сфероид и тороид.

При построении сpherоида концы контура проецируются на ось вращения, построение производится с учетом этих проекций, в результате получается сплошной элемент.

При построении тороида вращается только контур в эскизе, к получившейся поверхности добавляется слой материала, в результате получается тонкостенная оболочка — элемент с отверстием вдоль оси вращения.

На рис. 10.8 приведены примеры построения сpherоида и тороида.



**Рис. 10.8.** Примеры построения: а — сpherоида; б — тороида

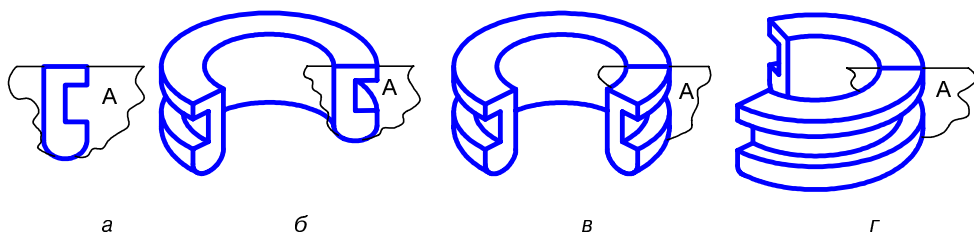
*Выбор направления вращения.* Если эскиз требуется вращать в одном направлении, то указывается направление — прямое или обратное. Чтобы различать направления, на фантоме в окне детали показана стрелка, соответствующая прямому направлению. Если выбрана опция **Прямое направление**, вращение будет производиться по стрелке, при **Обратном направлении** — в противоположную стрелке сторону.

Можно выбрать также опцию **Два направления**. В этом случае вращение будет производиться в обе стороны. Ещё один вариант — это **Средняя плоскость**. В этом случае вращение будет производиться в обе стороны симметрично относительно плоскости эскиза. В результате получится элемент, у которого плоскость эскиза является плоскостью симметрии (т. е. средней плоскостью).

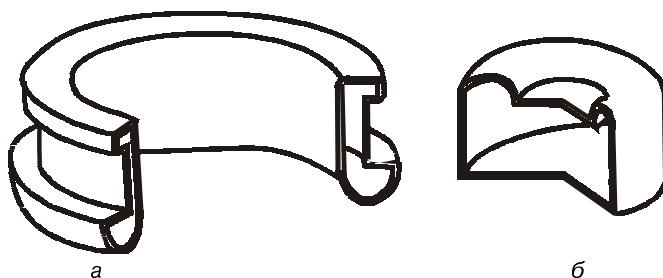
После выбора направления требуется задать угол, на который будет производиться вращение.

Если выбрано вращение в двух направлениях, то угол вводится дважды — для прямого и обратного направления. Для варианта **Средняя плоскость** угол задается один раз. При этом он понимается как общий угол (т. е. в каждую сторону откладывается его половина).

На рис. 10.9 представлен элемент вращения, полученный на основе вращения эскиза в одну сторону, в две стороны и относительно средней плоскости. Первоначально эскиз находится в плоскости А.



**Рис. 10.9.** Элемент вращения, полученный на основе вращения эскиза *а*: *б* — в одну сторону; *в* — в две стороны; *г* — относительно средней плоскости



**Рис. 10.10.** Примеры тонкостенных элементов вращения: *а* — тонкостенный тороид; *б* — тонкостенный сфероид

Если необходимо создать тонкостенный элемент, поверхность которого представляет собой след движения контура эскиза, то активизируется вклад-




ка **Параметры тонкой стенки**, в которой включается опция **Создавать тонкую стенку**, указывается направление добавления материала и вводится значение толщины стенки.

Ввод всех параметров элемента вращения завершается кнопкой **Создать** на панели ввода параметров. Созданный элемент вращения появляется в окне детали, а соответствующая ему пиктограмма — в **Дереве построения**. На рис. 10.10 приведены примеры тонкостенных элементов вращения.

## 10.2.4. Кинематический элемент

Для создания основания детали в виде кинематического элемента вызывается команда **Операции | Операция | Кинематическая** или нажимается кнопка

**Кинематическая операция**  на панели **детали**. Команда доступна, если в модели еще нет основания детали, но есть не менее двух эскизов. Выделение эскизов перед вызовом команды необязательно. При выполнении кинематической операции используются как минимум два эскиза: в одном из них изображено сечение кинематического элемента, а в остальных — траектория движения сечения.

Требования к эскизам кинематического элемента:

Эскиз-сечение.

- В эскизе-сечении может быть только один контур.
- Контур может быть разомкнутым или замкнутым.

Эскиз-траектория.

- Если траектория состоит из одного эскиза, должны выполняться следующие условия:
  1. В эскизе-траектории может быть только один контур.
  2. Контур может быть разомкнутым или замкнутым.
  3. Если контур разомкнут, его начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения.
  4. Если контур замкнут, он должен пересекать плоскость эскиза-сечения.
  5. Эскиз-траектория должен лежать в плоскости, не параллельной плоскости эскиза-сечения и не совпадающей с ней.
- Если траектория состоит из нескольких эскизов, должны выполняться следующие условия:
  1. В каждом эскизе-траектории может быть только один контур.
  2. Контур должен быть разомкнутым.

3. Контуры в эскизах должны соединяться друг с другом последовательно (начальная точка одного совпадает с конечной точкой другого).
4. Если эскизы образуют замкнутую траекторию, то она должна пересекать плоскость эскиза-сечения.
5. Если эскизы образуют незамкнутую траекторию, то ее начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения.
6. Контур, образующий начало траектории, не должен лежать в плоскости, параллельной плоскости сечения или совпадающей с ней.

*Указание сечения и траектории его движения.* Чтобы задать траекторию движения сечения, включите опцию **Траектория** диалога параметров и выберите нужный объект (например, эскиз). Если траектория состоит из нескольких последовательно соединенных контуров в разных эскизах, их нужно указывать в порядке соединения.

Если эскиз указан ошибочно, то можно произвести повторное указание, не выходя из команды. Для этого щелкните кнопкой мыши в свободном месте окна детали. Выделение ранее указанных объектов будет снято, и можно будет указать нужный эскиз. Если требуется снять выделение не со всех указанных эскизов, а с одного или нескольких конкретных, щелкните кнопкой мыши на этих эскизах в окне детали или в **Дереве построения**.

При перемещении эскиза вдоль траектории он может менять свою ориентацию. В опции выбора типа движения сечения есть три варианта: ортогонально траектории, параллельно самому себе и с сохранением угла наклона.

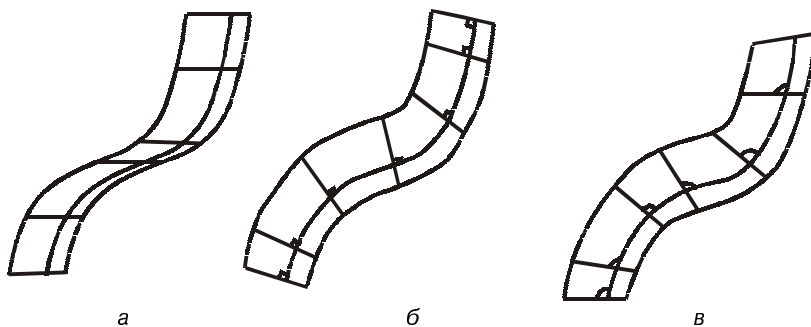
При выборе движения сечения **параллельно самому себе** сечение перемещается так, что в любой точке элемента его плоскость параллельна плоскости эскиза, содержащего сечение (рис. 10.11, *а*).

При выборе движения сечения **ортогонально траектории** сечение перемещается так, чтобы в любой точке элемента плоскость сечения была перпендикулярна траектории (рис. 10.11, *б*).

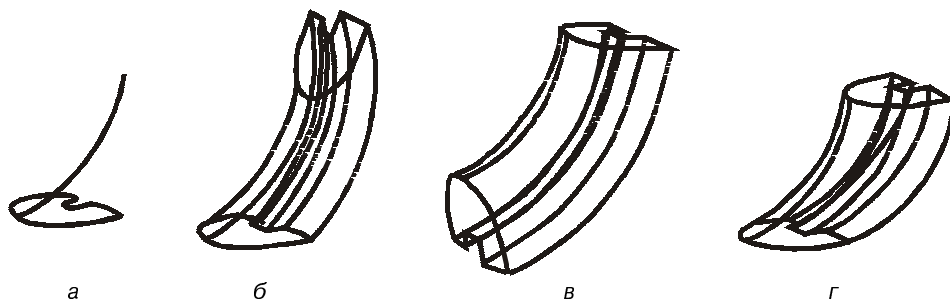
При выборе движения сечения с **сохранением угла наклона** сечение перемещается так, чтобы в любой точке элемента угол между плоскостью сечения и траекторией был постоянным и равным углу между плоскостью эскиза-сечения и траекторией в начальной точке траектории (рис. 10.11, *в*).

Примеры построения кинематических элементов на базе эскиза с сохранением угла наклона, ортогонально траектории и параллельно самому себе приведены на рис. 10.12.

При необходимости создать тонкостенный элемент, поверхность которого представляет собой след движения контура эскиза-сечения, необходимо перейти на вкладку **Параметры тонкой стенки** и включить опцию **Создать тонкую стенку**.



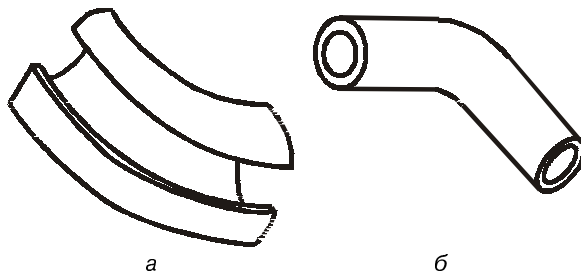
**Рис. 10.11.** Перемещения сечения: *а* — параллельно самому себе; *б* — ортогонально траектории; *в* — с сохранением угла наклона



**Рис. 10.12.** Построения кинематических элементов на базе эскиза *а*: *б* — с сохранением угла наклона; *в* — ортогонально траектории; *г* — параллельно самому себе


Если контур в эскизе сечения не замкнут, то может быть построен только тонкостенный элемент.

Примеры тонкостенных кинематических элементов показаны на рис. 10.13.



**Рис. 10.13.** Примеры тонкостенных кинематических элементов: *а* — незамкнутый; *б* — замкнутый

## 10.2.5. Элемент по сечениям

Для создания основания детали в виде элемента по сечениям вызовите команду **Операции | Операция | По сечениям** или нажмите кнопку **Операция по сечениям**  на панели **Редактирование детали**.

Команда доступна, если в модели еще нет основания детали, но есть не менее двух эскизов. Выделение эскизов перед вызовом команды не обязательно.

При выполнении операции по сечениям используется несколько эскизов; в каждом из них изображено сечение элемента. В одном из эскизов, используемых при построении элемента **по сечениям**, может быть изображена направляющая, задающая профиль элемента по сечениям. Использование направляющей при построении элемента по сечениям не обязательно.

Требования к эскизам элемента по сечениям:

- эскизы могут быть расположены в произвольно ориентированных плоскостях;
- в каждом эскизе может быть только один контур;
- контуры в эскизах должны быть или все замкнуты, или все разомкнуты.

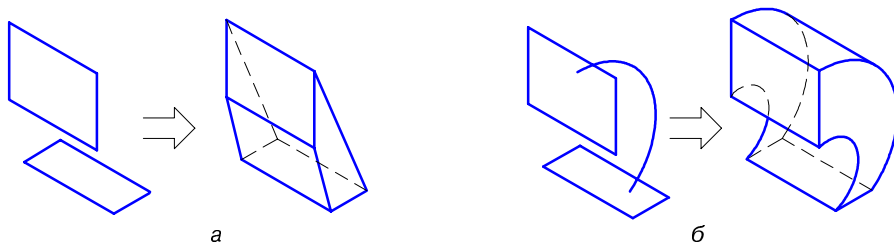
Требования к эскизу направляющей:

- в эскизе может быть только один контур;
- контур в эскизе должен представлять собой сплайн;
- контур может быть замкнутым или разомкнутым;
- если контур разомкнут, его конечные точки должны лежать в плоскостях первого и последнего эскизов сечений;
- если контуры сечений замкнуты, то эскиз направляющей должен пересекать плоскости эскизов сечений внутри контуров сечений или в точках, принадлежащих этим контурам;
- если контуры сечений разомкнуты, то эскиз направляющей должен пересекать контуры эскизов сечений;
- эскиз должен лежать в плоскости, непараллельной плоскостям эскизов сечений.

*Указание сечений и направляющей элемента.* Для задания сечения элемента включается опция **Сечение** в меню диалога параметров и выбираются сечения согласно порядку их следования в элементе. Сечения можно указывать в **Дереве построения**, выбирая соответствующие эскизы, или щелчком кнопки мыши на графических объектах в этих сечениях.

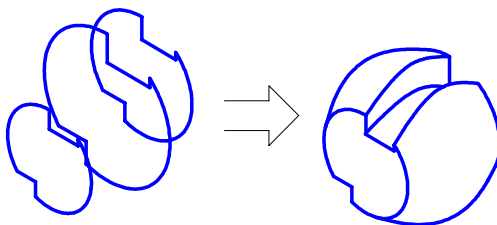
Задание направляющей элемента производится с помощью опции **Направляющая** диалога параметров и выбором ее эскиза.

Элементы по сечениям без направляющей и с направляющей представлены на рис. 10.14.



**Рис. 10.14.** Элементы по сечениям: а — без направляющей; б — с направляющей

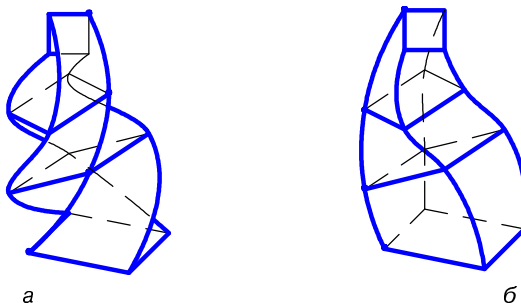
По умолчанию в диалоге параметров включена опция **Автоматическая генерация пути**. В этом случае система автоматически определяет, какие точки сечений соединять при построении элемента (рис. 10.15).



**Рис. 10.15.** Построение элемента при включенной опции **Автоматическая генерация пути**

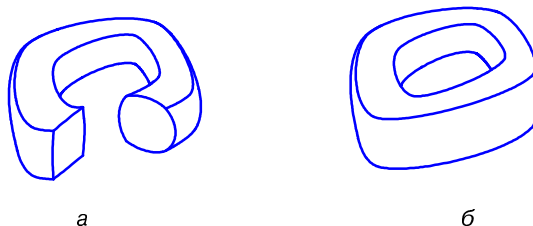
Если опция **Автоматическая генерация пути** отключена, происходит последовательное соединение эскизов по точкам, ближайшим к точкам их указания. Если эскизы указываются в **Дереве построения** детали, то срабатывает алгоритм автоматической генерации пути.

Рекомендуется указывать сечения в окне детали в точках (вершинах), которые должны последовательно соединяться (рис. 10.16).



**Рис. 10.16.** Построение элемента по сечениям при указании вершин для последовательного соединения: а — со скручиванием граней; б — без скручивания граней

Опция **Замкнуть** становится активной, когда отключена автоматическая генерация пути. Ее включение означает, что требуется соединить сечения, которые были указаны первым и последним, т. е. создать замкнутый элемент (рис. 10.17).



**Рис. 10.17.** Построение элементов по одинаковым сечениям; а — разомкнутый; б — замкнутый

Созданный по сечениям элемент появляется в окне детали, а соответствующая ему пиктограмма — в **Дереве построения**.

### 10.3. Приклеивание и вырезание дополнительных элементов

После создания основания детали можно приклеивать к нему или вычитать из него следующие формообразующие элементы: выдавливания, вращения, кинематические, по сечениям.


Основные правила построения этих элементов аналогичны правилам построения оснований соответствующей формы.

При вводе параметров операций вырезания или приклеивания доступно несколько больше опций, чем при построении основания. Дополнительные опции позволяют упростить задание параметров элементов, а также связать их друг с другом. Например, при создании сквозного отверстия можно не рассчитывать его длину, а указать, что оно должно быть построено через всю деталь, а при создании бобышки указать, что она должна быть построена до определенной поверхности.

Приклеивание или вырезание формообразующего элемента начинается с создания его эскиза. Эскиз добавляемого к детали или вычитаемого из детали формообразующего элемента может быть расположен не только в проекционной или вспомогательной плоскости, но и на плоской грани самой детали. Для создания эскиза на плоской грани выделите эту грань и вызовите команду **Эскиз**.

Если выделенная грань — не плоская, или выделено несколько граней (плоскостей), то команда создания нового эскиза недоступна.

Фантомы ребер грани могут учитываться при наложении параметрических связей и ограничений. Например, отрезки в эскизе можно сделать перпендикулярными или параллельными ребрам грани. Можно привязать характерные точки объектов к ребрам грани и т. д.

Для создания в эскизе проекции какого-либо объекта необходимо вызвать команду из меню **Операции | Операция | Спроецировать объект** или нажать кнопку **Спроецировать объект**  на панели **Редактирования детали**.

Далее указывается объект, проекцию которого требуется получить: грань, ребро или ось. Система создает в эскизе проекцию объекта и будет ожидать указания следующего объекта для построения проекции.

Когда создание эскиза закончено, необходимо перейти в режим трехмерных построений и вызвать команду построения формообразующего элемента или начать создавать новый эскиз.

Команды **Приклеивание** и **Вырезание** на детали формообразующих элементов расположены в меню **Операции**. Кнопки быстрого вызова этих команд находятся в одной группе на **Инструментальной панели** построения детали, которая вызывается соответствующей кнопкой на панели **Редактирование детали**. В табл. 10.1 представлены пиктограммы кнопок быстрого вызова.

**Таблица 10.1.** Пиктограммы кнопок быстрого вызова

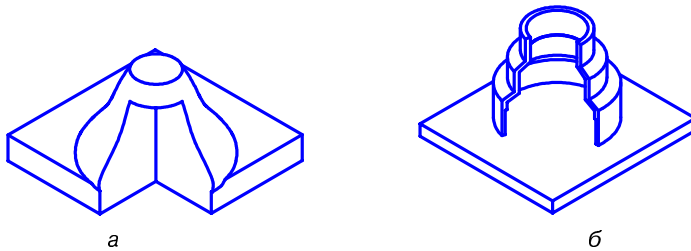
			
Приклеить выдавливанием	Приклеить вращением	Приклеить кинематически	Приклеить по сечениям
			
Вырезать выдавливанием	Вырезать вращением	Вырезать кинематически	Вырезать по сечениям

После вызова команд (их имена приведены в таблице) на экране появляется диалог ввода параметров формообразующих элементов. Все значения параметров при их вводе и редактировании отображаются на экране в виде соответствующих фантомов команд. Завершение ввода параметров элементов производится кнопкой **Создать**, расположенной на панели **Специального управления**.

Приклеенные формообразующие элементы появляются в окне детали, а соответствующие им пиктограммы — в **Дереве построения**.

Команда **Приклеить выдавливанием**. В эскизе приклеиваемого элемента выдавливания может быть один или несколько контуров, причем допускается любой уровень вложенности контуров.

Команда **Приклеить вращением** доступна, если в модели есть основание детали и выделен один эскиз (рис. 10.18).



**Рис. 10.18.** Результат выполнения команды **Приклеить вращением**: а — приклеиваемый сфероид; б — приклеиваемый тонкостенный тороид

Требования к эскизу приклеиваемого элемента вращения:

- ось вращения должна быть изображена в эскизе отрезком со стилем линии **Осевая**;
- ось вращения должна быть одна;
- в эскизе приклеиваемого элемента вращения может быть один или несколько контуров;
- если контур один, то он может быть разомкнутым или замкнутым;
- если контуров несколько, все они должны быть замкнуты;
- допускается любой уровень вложенности контуров;
- ни один из контуров не должен пересекать ось вращения или ее продолжение;
- все контуры должны лежать по одну сторону от оси вращения.

Команда **Приклеить кинематически** доступна, если в модели есть основание детали и не менее одного эскиза, который не задействован в выполнении других операций. Выделение эскизов перед вызовом команды необязательно.

Для создания кинематического элемента требуется задание его сечения и траектории перемещения сечения. Сечение должно быть изображено в эскизе. Траекторией может служить контур в эскизе (или несколько соединяющихся контуров в разных эскизах) или ребро детали (или несколько соединяющихся ребер).



Требования к эскизам приклеиваемого кинематического элемента:

Эскиз-сечение.

- В эскизе-сечении может быть только один контур.
- Контур может быть разомкнутым или замкнутым.

Эскиз-траектория.

- Если траектория состоит из одного эскиза, должны выполняться следующие условия:
  1. В эскизе-траектории может быть только один контур.
  2. Контур может быть разомкнутым или замкнутым.
  3. Если контур разомкнут, его начало должно лежать в плоскости эскиза сечения.
  4. Если контур замкнут, он должен пересекать плоскость эскиза-сечения.
  5. Эскиз-траектория должен лежать в плоскости, не параллельной плоскости эскиза-сечения и не совпадающей с ней.
- Если траектория состоит из нескольких эскизов, должны выполняться следующие условия:
  1. В каждом эскизе-траектории может быть только один контур.
  2. Контур должен быть разомкнутым.
  3. Контуры в эскизах должны соединяться друг с другом последовательно (начальная точка одного совпадает с конечной точкой другого).
  4. Если эскизы образуют замкнутую траекторию, то она должна пересекать плоскость эскиза-сечения.
  5. Если эскизы образуют незамкнутую траекторию, то ее начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения.
  6. Контур, образующий начало траектории, не должен лежать в плоскости, параллельной плоскости сечения или совпадающей с ней.

Команда **Приклеить по сечениям** доступна, если в модели есть основание детали и не менее двух эскизов, которые не задействованы в выполнении других операций. Выделение эскизов перед вызовом команды необязательно.

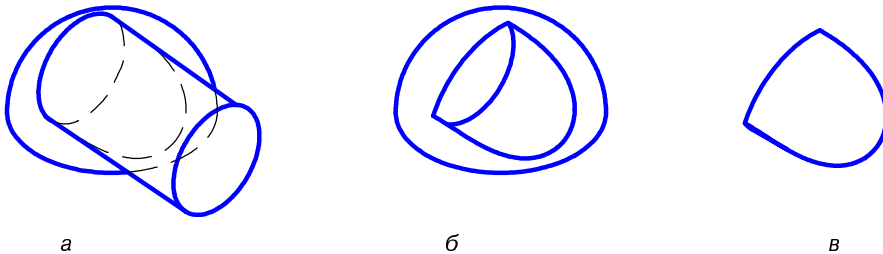
Требования к эскизам приклеиваемого элемента по сечениям:

- эскизы могут быть расположены в произвольно ориентированных плоскостях;
- в каждом эскизе может быть только один контур;
- контуры в эскизах должны быть или все замкнуты, или все разомкнуты.

Требования к эскизу направляющей:

- в эскизе может быть только один контур;
- контур в эскизе должен представлять собой сплайн;
- контур может быть разомкнутым или замкнутым;
- если контур разомкнут, его конечные точки должны лежать в плоскостях первого и последнего эскизов сечений;
- если контуры сечений замкнуты, то эскиз направляющей должен пересекать плоскости эскизов сечений внутри контуров сечений или в точках, принадлежащих этим контурам;
- если контуры сечений разомкнуты, то эскиз направляющей должен пересекать контуры эскизов сечений;
- эскиз должен лежать в плоскости, не параллельной плоскостям эскизов сечений.

Команда **Вырезать выдавливанием**. В эскизе вырезаемого элемента выдавливания может быть один или несколько контуров. Допускается любой уровень вложенности контуров. Примеры вырезания различными способами показаны на рис. 10.19.



**Рис. 10.19.** Различные способы вырезания: а — исходные элементы; б — вычитание цилиндра из полусферы; в — пересечение цилиндра и полусферы

Команда **Вырезать вращением** доступна, если в модели есть основание детали и выделен один эскиз.

Требования к эскизу вырезаемого элемента вращения:

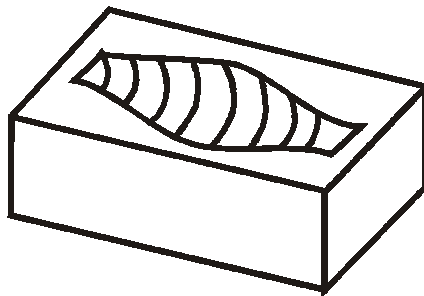
- ось вращения изображается осевой линией;
- ось вращения должна быть одна;
- в эскизе вырезаемого элемента вращения может быть один или несколько контуров;
- допускается любой уровень вложенности контуров;
- ни один из контуров не должен пересекать ось вращения или ее продолжение;
- все контуры должны лежать по одну сторону от оси вращения.

Если контур в эскизе сечения не замкнут, возможны два варианта построения элемента вращения: **сфероид** и **тороид**. Требуемый вариант выбирается из списка.

При построении сфероида концы контура проецируются на ось вращения, построение элемента производится с учетом этих проекций. В результате получается сплошной элемент.

При построении тороида вращается только контур в эскизе, к получившейся поверхности добавляется слой материала. В результате получается тонкостенная оболочка — элемент с отверстием вдоль оси вращения.

Пример выполнения команды показан на рис. 10.20.



**Рис. 10.20.** Примеры выполнения команды **Вырезать вращением**

Если элемент вращения с заданными параметрами пересекается с существующей деталью, то при вырезании можно удалить материал детали, находящийся внутри поверхности элемента выдавливания или снаружи этой поверхности, т. е. вычистить элемент из детали или получить пересечение элемента и детали.

Команда **Вырезать кинематически** доступна, если в модели есть основные детали и не менее одного эскиза, который не задействован в выполнении других операций. Выделение эскизов перед вызовом команды обязательно.

Для вырезания кинематического элемента требуется задание его сечения и траектории перемещения сечения. Сечение должно быть изображено в эскизе. Траекторией может служить контур в эскизе (несколько соединяющихся контуров в разных эскизах) или ребро детали (несколько соединяющихся ребер).

Требования к эскизам вырезаемого кинематического элемента:

□ Эскиз-сечение.

- В эскизе-сечении может быть только один контур.
- Контур может быть разомкнутым или замкнутым.

□ Эскиз-траектория.

- Если траектория состоит из одного эскиза, должны выполняться следующие условия:
  1. В эскизе-траектории может быть только один контур.
  2. Контур может быть разомкнутым или замкнутым.
  3. Если контур разомкнут, его начало должно лежать в плоскости эскиза сечения.
  4. Если контур замкнут, он должен пересекать плоскость эскиза-сечения.
  5. Эскиз-траектория должен лежать в плоскости, не параллельной плоскости эскиза-сечения, и не совпадающей с ней.
- Если траектория состоит из нескольких эскизов, должны выполняться следующие условия:
  1. В каждом эскизе-траектории может быть только один контур.
  2. Контур должен быть разомкнутым.
  3. Контуры в эскизах должны соединяться друг с другом последовательно (начальная точка одного совпадает с конечной точкой другого).
  4. Если эскизы образуют замкнутую траекторию, то она должна пересекать плоскость эскиза-сечения.
  5. Если эскизы образуют незамкнутую траекторию, то ее начало должно лежать в плоскости эскиза-сечения.
  6. Контур, образующий начало траектории, не должен лежать в плоскости, параллельной плоскости сечения или совпадающей с ней.

*Указание сечения элемента и траектории его движения.* При перемещении эскиза-сечения вдоль траектории он может менять свою ориентацию. В опции **Выбор типа движения** сечения есть три варианта: ортогонально траектории, параллельно самому себе и с сохранением угла наклона.

При выборе движения сечения **ортогонально траектории** сечение перемещается так, чтобы в любой точке элемента плоскость сечения была перпендикулярна траектории. При выборе движения сечения **параллельно самому себе** сечение перемещается так, что в любой точке элемента его плоскость параллельна плоскости эскиза, содержащего сечение. При выборе сечения с признаком **сохранения угла наклона** сечение перемещается так, чтобы в любой точке элемента угол между плоскостью сечения и траекторией был постоянным и равным углу между плоскостью эскиза-сечения и траекторией в ее начальной точке. Пример вырезанного кинематического элемента показан на рис. 10.21.

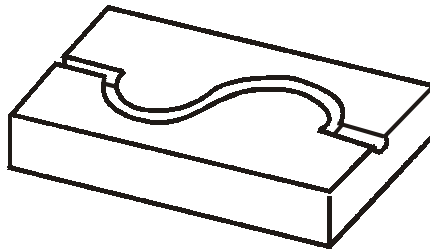


Рис. 10.21. Пример вырезанного кинематического элемента

При вырезании тонкостенного элемента требуется указать направление вычитания материала (наружу или внутрь относительно кинематической поверхности) и ввести значение толщины стенки.

Команда **Вырезать по сечениям** доступна, если в модели есть основание детали и не менее двух эскизов, которые не задействованы в выполнении других операций. Выделение эскизов перед вызовом команды необязательно.

При выполнении операции по сечениям используется несколько эскизов, причем в каждом из них изображено сечение элемента.

Требования к эскизам вырезаемого элемента по сечениям:

- эскизы могут быть расположены в произвольно ориентируемых плоскостях;
- в каждом эскизе может быть только один контур;
- контуры в эскизах должны быть или все замкнуты, или все разомкнуты.

Требования к эскизу направляющей:

- в эскизе может быть только один контур;
- контур в эскизе должен представлять собой сплайн (NURBS или кривую Безье);
- контур может быть разомкнутым или замкнутым;
- если контур разомкнут, его конечные точки должны лежать в плоскостях первого и последнего эскизов сечений;
- если контуры сечений замкнуты, то эскиз направляющей должен пересекать плоскости эскизов сечений внутри контуров сечений или в точках, принадлежащих этим контурам;
- если контуры сечений разомкнуты, то эскиз направляющей должен пересекать контуры эскизов сечений;
- эскиз должен лежать в плоскости, не параллельной плоскостям эскизов сечений.

Чтобы задать сечения элемента, включается опция **Сечения** диалога параметров, и выбираются сечения в том порядке, в котором они следуют в элементе.

По умолчанию в диалоге ввода параметров включена опция **Автоматическая генерация пути**. При автоматической генерации пути система определяет, какие точки сечений соединять при построении элемента.

Если опция **Автоматическая генерация пути** отключена, происходит последовательное соединение эскизов по точкам, ближайшим к точкам их указания. Если эскизы указаны в **Дереве построения** детали, то подключается алгоритм автоматической генерации пути.

Опция **Замкнуть** становится активной, когда отключена автоматическая генерация пути. Ее включение означает, что требуется соединить сечения, которые были указаны первым и последним, т. е. создать замкнутый элемент. Пример вырезанного элемента по сечениям показан на рис. 10.22.

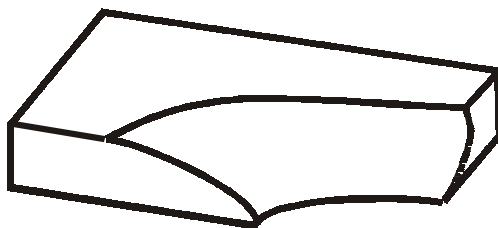



Рис. 10.22. Пример вырезанного элемента по сечениям

При вырезании тонкостенного элемента требуется указать направление вычитания материала (наружу или внутрь относительно поверхности по сечениям) и ввести значение толщины стенки.

## 10.4. Дополнительные конструктивные элементы

К этим командам относятся операции создания фасок, скруглений, круглых отверстий, уклонов и ребер жесткости. Для упрощения ввода параметров этих операций их создание выделено в отдельные команды. Так, для построения фаски достаточно указать только ребра и ввести параметры: величину катетов или величину катета и угол. Аналогично при построении отверстия достаточно выбрать его тип и ввести соответствующие параметры.

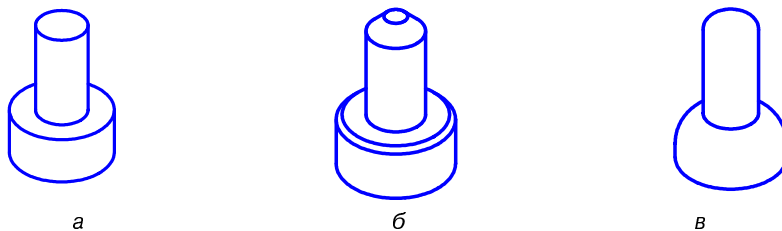
Команда **Фаска**  позволяет создать фаску на указанных ребрах детали (рис. 10.23, б).

Команда не выполняется для ребер, образованных гладкосопряженными гранями.

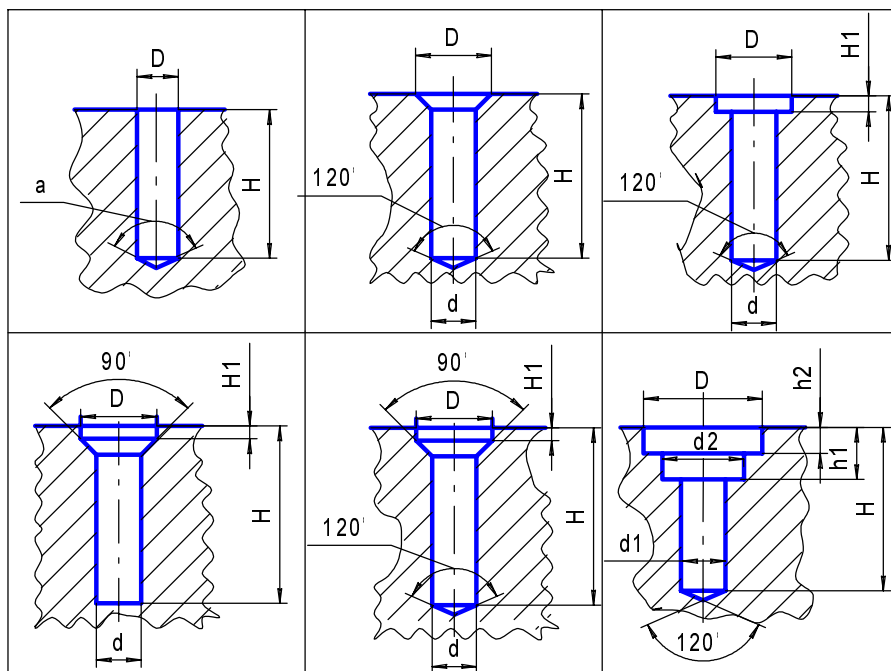
Команда **Скругление** позволяет скруглить указанные ребра детали.

Если несколько ребер, которые требуется скруглить, гладко соединяются (имеют общую касательную в точке соединения), то указывается одно из них и включается опция диалога параметров скругления **Продолжать по касательной**.

Если поверхность скругления пересекается с соседними гранями, то необходимо выбрать вариант выполнения операции, при котором будет сохранена форма ребер этих граней. Для этого следует включить в диалоге опцию **С сохранением кромки**. Результат построения скруглений показан на рис. 10.23, в.



**Рис. 10.23.** Результат построения на исходном объекте а: б — фасок; в — скруглений




**Рис. 10.24.** Примеры круглых отверстий, которые строятся с помощью команды **Отверстие**

Команда **Отверстие** служит для создания круглого отверстия со сложным профилем. Фантом отверстия с заданными параметрами отображается в окне детали. Точка привязки отверстия (она помечена на эскизе красным цветом) по умолчанию располагается в начале локальной системы координат грани, на которой создается это отверстие.

Чтобы разместить отверстие в нужном месте грани, раскройте поле **p** в **Строке параметров объектов** и укажите положение отверстия курсором мыши или введите координаты центра отверстия в поле **p**.

На рис. 10.24 показано несколько из предлагаемых 14 вариантов форм круглых отверстий, которые строятся с помощью команды **Отверстие**. Буквами обозначены параметры, которым присваиваются необходимые численные значения.

Чтобы создать отверстие на криволинейной грани детали (например, конической), можно воспользоваться командами **Вырезать выдавливанием** или **Вырезать вращением**.

Команда **Уклон**  позволяет придать уклон плоским граням, перпендикулярным основанию, или цилиндрическим граням, образующие которых перпендикулярны основанию.

Основание уклона — это плоская грань детали, форма, размеры и угол наклона которой не изменятся после выполнения команды **Уклон**. Уклоняемые грани — это грани, угол наклона которых по отношению к основанию изменятся в результате выполнения данной команды.

Следует иметь в виду, что основание детали всегда одно. Уклоняемых граней может быть несколько. Уклоняемые грани должны быть смежными с основанием, между собой они могут быть не смежными.

Направление уклона граней выбирается включением соответствующей опции диалога. При уклонении граней внутрь сечение элемента уменьшается, при уклонении наружу — увеличивается.

Иногда в качестве основания можно указать разные грани, причем результат выполнения команды будет зависеть от взаимного положения основания и уклоняемой грани.

Завершение задания всех параметров уклона производится кнопкой **Создать**.

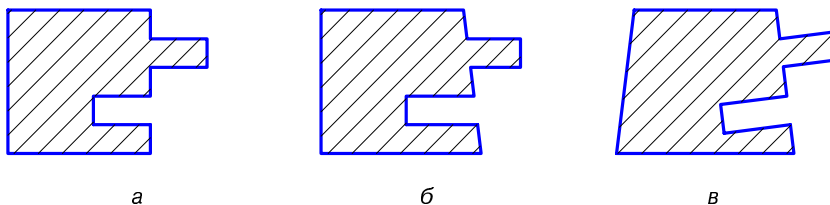
Применение команды **Уклон** наиболее эффективно на завершающих этапах проектирования литых деталей, когда отдельным граням требуется придать небольшой уклон для облегчения выемки отливок из форм.

Уклон боковым граням элемента выдавливания можно придать также путем редактирования параметров этого элемента. Однако этот способ принципиально отличается от выполнения операции уклона:

□ команда **Уклон** позволяет наклонить отдельные грани, а при выдавливании с уклоном наклоняются все боковые грани элемента;



- при выполнении команды **Уклон** не меняется положение элементов, подчиненных уклоняемым граням, а при редактировании элемента выдавливания с приданием уклона его граням объекты, подчиненные этим граням, "наклоняются" вместе с ними (рис. 10.25).



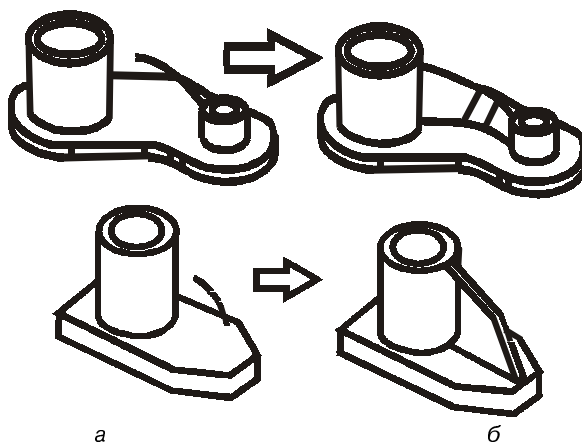
**Рис. 10.25.** Придание уклона: а — исходное положение уклоняемой грани; б — уклоняются некоторые грани; в — уклоняются все боковые грани

Команда **Ребро жесткости** позволяет создавать ребра жесткости детали.

Требования к эскизу ребра жесткости:

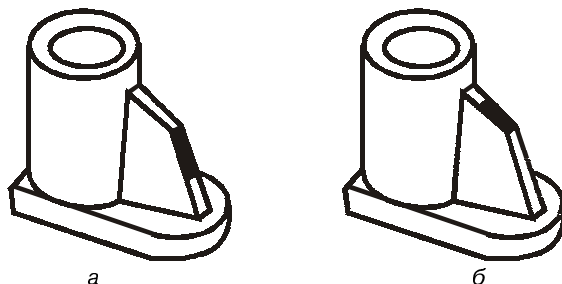
- в эскизе должен быть один контур;
- контур в эскизе должен быть разомкнутым;
- касательные к контуру в его конечных точках должны пересекать тело детали.

Если необходимо, чтобы ребро жесткости было перпендикулярно плоскости эскиза ребра (рис. 10.26, а), необходимо включить опцию **Ортогонально эскизу**. Выключенная опция означает, что ребро жесткости будет расположено параллельно в плоскости эскиза (рис. 10.26, б).



**Рис. 10.26.** Расположение ребра жесткости: а — параллельно плоскости эскиза; б — перпендикулярно плоскости эскиза

Если эскиз ребро жесткости состоит из нескольких сегментов (например, отрезков), то можно указать сегмент, задающий направление уклона. Для выбора этого сегмента необходимо использовать кнопку **Следующий**. При нажатии на эту кнопку подсвечивается один из сегментов эскиза. Нажмите кнопку, пока не будет подсвечен нужный сегмент. Торцевая грань ребра жесткости, соответствующая этому сегменту, будет принята за основание уклона, боковые грани ребра будут наклонены по отношению к ней на заданный угол (рис. 10.27).



**Рис. 10.27.** Возможность указание сегмента, задающего направление уклона: а — выделен правый сегмент; б — выделен левый сегмент

Толщина ребра устанавливается на вкладке **Толщина**.

При формировании ребра жесткости материал добавляется к плоскости эскиза или к поверхности, образованной выдавливанием эскиза ортогонального плоскости.

При формировании ребра жесткости выбираются опции **Наружу** или **Внутрь**, а также **Два направления** и **Средняя плоскость**.

## 10.5. Отсечение, зеркальное копирование и построение массивов элементов

Команда **Сечение плоскостью** позволяет удалить часть детали, находящуюся по одну сторону пересекающей эту деталь плоскости.

После вызова команды на экране появляется диалоговая панель, с помощью которой устанавливаются параметры сечения плоскостью. Если перед вызовом команды была выделена плоскость, пересекающая деталь, название этой плоскости появится в поле **Плоскость сечения** диалоговой панели. Если плоскость не выделена перед вызовом команды, то ее указывают, не выходя из диалога.

Команда **Сечение по эскизу** позволяет удалить часть детали, находящуюся по одну сторону пересекающей эту деталь поверхности, образованной переме-

шением указанного эскиза в направлении, перпендикулярном его плоскости. Перед вызовом команды выделяется эскиз, в котором изображен профиль секущей поверхности.

Команда **Зеркальная копия** позволяет получить копию выбранных элементов, симметричную им относительно указанной плоскости или плоской грани.

Команда **Зеркально отразить все** позволяет приклеить к детали зеркальную копию, т. е. получить деталь, имеющую плоскость симметрии. При выполнении команды на экране появляется фантом зеркальной копии детали. Если фантом сформирован верно, то подтверждение создания копии обеспечивается нажатием кнопки **Создать объект**.

Команда **Массив по сетке** позволяет создать массив указанных элементов, расположить их в узлах параллелограммной сетки.

Команда **Массив по концентрической сетке** позволяет создать массив указанных элементов, расположить их в узлах концентрической сетки.


Команда **Массив вдоль кривой** позволяет создать копии указанных элементов, расположенные вдоль указанной кривой.

Перед вызовом команд требуется выделить исходные элементы для создания массива. Это можно сделать, выбрав соответствующие пиктограммы в **Дереве построения** или грани элементов в окне детали. После вызова команд на экране появляется панель диалога ввода параметров сетки.


## 10.6. Построения вспомогательных элементов


Если существующих в модели граней, ребер и плоскостей проекций недостаточно для построений, то можно создать вспомогательные плоскости и оси.


*Вспомогательные оси.* Отрезок, изображающий ось, немного выступает за пределы объектов, на которых базировалось построение этой оси. Иногда для понимания расположения оси требуется, чтобы символизирующий ее отрезок был больше (меньше) или был расположен в другом месте оси (прямой линии). Можно изменить размер и положение этого отрезка, перемещая мышью его характерные точки (они появляются, когда ось выделена).


Команда **Ось через две вершины**  позволяет создать одну или несколько конструктивных осей, каждая из которых проходит через указанные опорные точки. Опорными точками могут служить вершины, характерные точки графических объектов в эскизах (например, конец отрезка, центр окружности и т. п.) или начала координат.

Если перед вызовом команды были выделены какие-либо точки, то они будут восприняты как опорные для построения оси.


Команда **Ось на пересечении плоскостей**  позволяет создать одну или несколько конструктивных осей, каждая из которых является линией пересечения двух конструктивных плоскостей и/или плоских граней (и их продолжений).

Команда **Ось операции**  позволяет создать одну или несколько конструктивных осей, каждая из которых является осью какой-либо операции.


Команда **Ось через ребро**  позволяет создать одну или несколько конструктивных осей, каждая из которых проходит через указанное прямолинейное ребро модели.


Команда **Ось конической грани**  позволяет создать одну или несколько конструктивных осей, каждая из которых является осью конической (а в частном случае — цилиндрической) грани.

*Вспомогательные плоскости.* Прямоугольник, изображающий плоскость, немало выступает за пределы объектов, на которых базировалось построение этой плоскости. Иногда для понимания расположения плоскости требуется, чтобы символизирующий ее прямоугольник был больше (меньше) или был расположен в другом месте плоскости. Можно изменить размер и положение этого прямоугольника, перетаскивая мышью его характерные точки (эти точки появляются, когда плоскость выделена).


Команда **Смещенная плоскость**  позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, расположенных на заданном расстоянии от указанной плоскости или плоской грани детали.


Если перед вызовом команды была выделена плоскость или грань, то она будет воспринята в качестве опорного объекта для новой плоскости.


Команда **Плоскость через три вершины**  позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, каждая из которых проходит через три указанные опорные точки. Опорными точками могут служить вершины, характерные точки графических объектов в эскизах (например, конец отрезка, центр окружности и т. п.) или начала координат.


Команда **Плоскость под углом к другой плоскости**  позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через прямолинейный объект под заданным углом к существующему плоскому объекту.

Опорным прямолинейным объектом для построения плоскости может служить ребро, отрезок в эскизе или вспомогательная ось. Опорным плоским объектом может служить вспомогательная плоскость или плоская грань.


Команда **Плоскость через ребро и вершину**  позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, каждая из которых проходит через прямолинейный объект и точку.

Команда **Плоскость через вершину параллельно другой плоскости**  позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через указанные точки параллельно указанным конструктивным плоскостям или плоским граням.


Команда **Плоскость через вершину перпендикулярно ребру**  позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через указанные точки перпендикулярно указанным прямолинейным объектам.

Команда **Нормальная плоскость**  позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, нормальных к цилиндрической или конической грани модели.


Так как к любой цилиндрической или конической поверхности можно провести множество нормальных плоскостей (все они будут проходить через ось цилиндра или конуса), для определения одной из них требуется задать дополнительное условие. Укажите плоскость или плоскую грань, параллельно которой должна пройти новая плоскость.

Команда **Касательная плоскость**  позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, касательных к цилиндрической или конической грани модели.

Чтобы построить плоскость, касающуюся грани в определенном месте, требуется задать линию касания. Линия касания определяется пересечением грани и нормальной к ней плоскости. Поэтому перед вызовом команды **Касательная плоскость** в модели должна быть построена нормальная плоскость, пересекающая нужную коническую поверхность в месте касания; в качестве такой плоскости может выступать и плоская грань, нормальная к поверхности.

Команда **Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно другому ребру**  позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, проходящих через указанные прямолинейные объекты параллельно или перпендикулярно другим прямолинейным объектам.

Опорными прямолинейными объектами для построения плоскости могут служить ребра, вспомогательные оси или отрезки в эскизах.

Команда **Плоскость через ребро параллельно/перпендикулярно грани**  позволяет создать одну или несколько вспомогательных плоскостей, прохо-

дящих через указанные прямолинейные объекты параллельно или перпендикулярно плоским объектам.

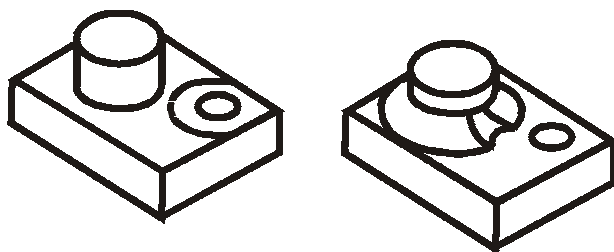
Опорными прямолинейными объектами для построения плоскости могут служить ребра, вспомогательные оси или отрезки в эскизах. Опорными плоскими объектами могут служить вспомогательные плоскости или плоские грани модели.

Команда **Линия разъема** позволяет разбить грань (грани) детали на несколько граней. Разбиение грани происходит по линии ее пересечения с поверхностью, образованной перемещением указанного эскиза в направлении, перпендикулярном его плоскости. При этом деталь приобретает дополнительные ребра, являющиеся границей между образовавшимися гранями.

Требования к эскизу:

- в эскизе должен быть один контур;
- контур в эскизе должен полностью пересекать проекцию разбиваемой грани (граней) на плоскость эскиза;
- контур может быть разомкнутым или замкнутым;
- если контур замкнутый, он не должен полностью совпадать с проекциями ребер разбиваемой грани (граней) на плоскость эскиза.

Выбранные грани детали будут разбиты на несколько граней в соответствии с конфигурацией указанного эскиза, а в **Дереве построения** появится пиктограмма операции разбиения граней. На рис. 10.28 показана модель с дополнительным ребром в виде дуги и результат выполнения операции скругления с сохранением кромки



**Рис. 10.28.** Слева — модель с дополнительным ребром в виде дуги; справа — результат выполнения операции скругления с сохранением кромки

## 10.7. Ассоциативный чертеж детали

Многие трехмерные модели деталей создаются с целью получения конструкторской документации, в том числе чертежей деталей.

В системе КОМПАС-3D LT имеется возможность создания ассоциативных чертежей трехмерных деталей. В таких чертежах все виды связаны с моделью так, что изменения в модели приводят к изменению изображения в каждом ассоциативном виде.

Ассоциативное изображение формируется в обычном чертеже. В нем создаются выбранные пользователем ассоциативные виды и разрезы (сечения) трехмерной детали.

Виды автоматически располагаются в проекционной связи. При необходимости связь можно отключить — это дает возможность произвольного размещения видов в чертеже.

Для удобства управления видами можно использовать **Дерево построения** чертежа — это представленная в графическом виде (рис. 10.29) последовательность создания видов чертежа.

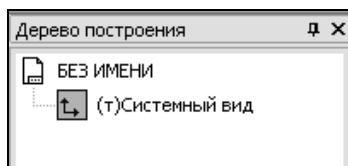


Рис. 10.29. Панель дерева построения чертежа

Дерево построения отображается в отдельном окне, которое всегда находится внутри окна чертежа. При открытии чертежа, содержащего ассоциативные виды детали, система проверяет соответствие формы и размеров детали изображению, имеющемуся в видах.

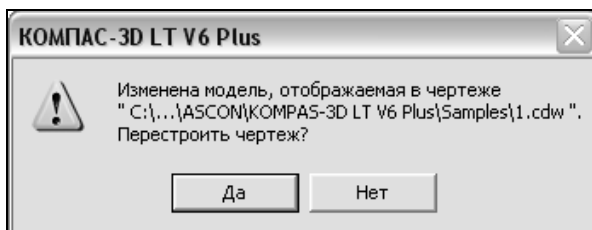


Рис. 10.30. Диалог при открытии ассоциативного чертежа

Если это соответствие нарушено, выдается диалог (рис. 10.30) с запросом: "Изменена модель, отображаемая в чертеже. Перестроить чертеж?". Можно

немедленно перестроить чертеж, нажав кнопку **Да** диалога. Изображение детали будет перерисовано в соответствии с ее текущей конфигурацией. Нажав кнопку **Нет**, можно отложить перестроение.

Виды, требующие перестроения, будут отображаться в чертеже перечеркнутыми, а в Дереве построения — отмеченными красными "галочками". Можно перестроить чертеж в любой момент работы с ним. Для этого нажмите кнопку **Перестроить** на панели **Вид** или клавишу <F5>.

*Стандартные виды.* Для создания в текущем чертеже стандартных видов детали вызовите команду **Вставка | Вид с модели | Стандартные** (рис. 10.31)

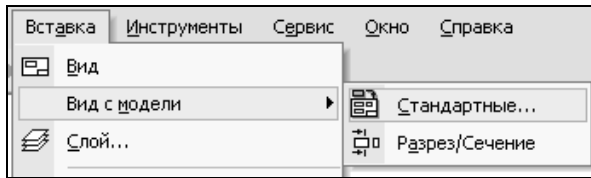


Рис. 10.31. Кнопки вызова стандартных видов

или нажмите кнопку **Стандартные виды** на панели **Ассоциативные виды**.

После вызова команды на экране появится стандартный диалог выбора файла для открытия. Выберите деталь для создания видов и откройте файл. В окне чертежа появится фантом изображения в виде габаритных прямоугольников видов.

На Панели свойств появятся элементы управления (рис. 10.32), которые позволяют задать параметры создаваемых видов.



Рис. 10.32. Элементы управления параметрами задаваемых видов

Чтобы изменить набор стандартных видов выбранной модели, активизируйте переключатель **Схема видов**.

После выбора нужных стандартных видов и настройки их параметров укажите положение точки привязки изображения — начала координат главного вида. В чертеж будут вставлены выбранные виды детали, в основную надпись чертежа передадутся следующие сведения из документа-детали:

- обозначение;
- масса;
- материал.



В **Дереве построения** чертежа появятся пиктограммы (рис. 10.33) созданных видов и их названия.

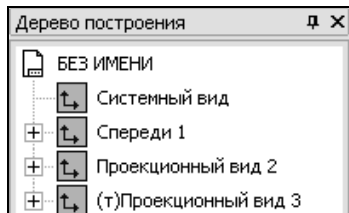


Рис. 10.33. Пиктограммы созданных видов

Чертеж модели, полученный с помощью команды **Стандартные виды**, нуждается в некоторой доработке: например, добавлении осевых линий, обозначений центра и т. п. Кроме того, он не содержит объектов оформления: размеров, технических требований и др.

**Разрез/сечение.** Для создания в текущем чертеже вида, содержащего изображение разреза или сечения модели, вызовите команду **Вставка | Вид с модели | Разрез/сечение** или нажмите кнопку **Разрез/сечение** на панели **Ассоциативные виды**.

Укажите в окне чертежа обозначение секущей плоскости. На экране появится фантом изображения в виде габаритного прямоугольника.

На **Панели свойств** появятся элементы управления, которые позволяют задать параметры создаваемых объектов.

Для настройки параметров штриховки, которая будет использована в создаваемом разрезе (сечении), используйте элементы управления (рис. 10.34) на вкладке **Штриховка**.



Рис. 10.34. Элементы управления параметрами штриховки

После настройки всех параметров укажите положение точки привязки изображения. В чертеж будет вставлен новый разрез или сечение, в Дереве построения чертежа появится пиктограмма созданного вида и его название.

**Настройка отображения объектов детали в ассоциативных видах.** Можно указать, какие из объектов детали должны отображаться в ассоциативных видах, содержащих эту деталь.

Для этого вызывается команда **Сервис | Параметры | Текущий документ | Параметры листа | Вид** (рис. 10.35).

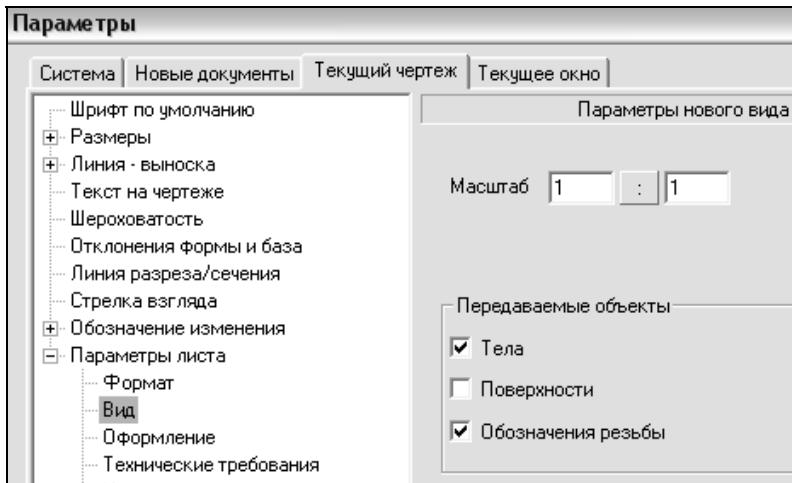


Рис. 10.35. Панель настройки отображения объектов деталей

В группе **Передаваемые объекты** появившегося диалога необходимо включить опции, соответствующие объектам, которые требуется отображать в ассоциативных видах.

Активизация опции **Тела** означает, что в видах будут изображаться все формообразующие и конструктивные элементы деталей.

Активизация опции **Поверхности** означает, что в видах будут изображаться все имеющиеся в деталях поверхности:

- импортированные с помощью команды **Файл | Открыть**;
- импортированные с помощью команды **Импортированная поверхность**;
- поверхности выдавливания, вращения, кинематические и по сечениям (при создании ассоциативных видов деталей, созданных в профессиональной версии системы КОМПАС-3D).

Активизация опции **Обозначения резьбы** означает, что в видах будут изображаться все имеющиеся в деталях обозначения резьбы. Создание деталей с обозначениями резьбы возможно только в профессиональной версии системы КОМПАС-3D.

Настройку отображения объектов деталей в текущем чертеже рекомендуется проводить до создания в нем ассоциативных видов. Это связано с тем, что изменение настройки распространяется только на вновь создаваемые ассоциативные виды.

Если в большинстве создаваемых вами ассоциативных видов отображается один и тот же набор объектов, выполнение описанной настройки для каждого вида нерационально. В этом случае можно настроить все будущие документы таким образом, чтобы в их ассоциативных видах по умолчанию

отображались нужные объекты. Для этого вызовите команду **Сервис | Параметры... | Новые документы | Графический документ | Параметры листа | Вид**.

В появившемся на экране диалоге необходимо включить опции, соответствующие нужным объектам.

Отключение проекционной связи между видами. Проекционные виды чертежа, созданные с помощью команды **Стандартные виды**, находятся в проекционной связи со своим главным видом; виды, созданные с помощью команды **Разрез/сечение**, — с базовыми видами.

Наличие проекционных связей между видами ограничивает их взаимное перемещение. Например, разрез или сечение может перемещаться в поле чертежа только в направлении, указанном стрелками взгляда.

Если возникает необходимость произвольного расположения какого-либо из видов, вызовите из контекстного меню вида в Дереве построения команду **Параметры вида** (рис. 10.36).

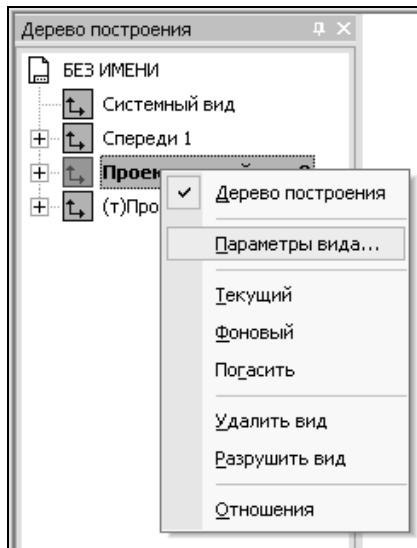


Рис. 10.36. Выбор параметров вида

На Панели свойств появятся элементы управления, которые позволяют настроить вид. Активизируйте переключатель **Проекционная связь** на вкладке **Параметры** (рис. 10.37). После этого становится возможным произвольное перемещение вида.

Чтобы изменить положение вида, не выходя из режима его редактирования, расфиксируйте координаты его базовой точки (рис. 10.38). Для этого щелкните кнопкой мыши на переключателе с перекрестием, справа от названия параметра **Точка привязки** на вкладке **Параметры**.

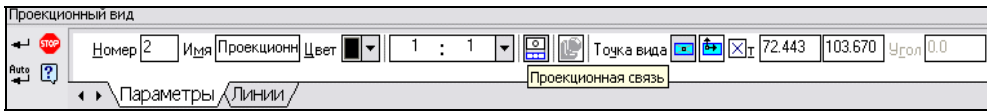


Рис. 10.37. Активизация переключателя **Проекционная связь**

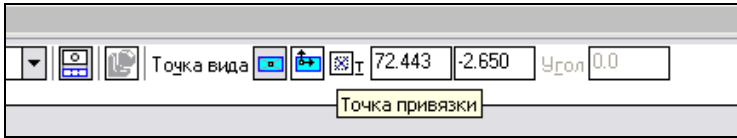


Рис. 10.38. Подготовка к изменению положения вида

Перекрестие сменится "галочкой". Перемещайте курсор в поле чертежа. Вы увидите, что габаритная рамка вида будет следовать за курсором, а в полях **Точка привязки** будут отображаться текущие координаты базовой точки вида. Когда вид окажется в нужном месте, щелкните левой кнопкой мыши для фиксации положения вида.

Если требуемые координаты базовой точки вида известны, можно сразу ввести их в соответствующие поля. Если необходимо, задайте угол поворота вида в поле **Угол**.

Нажмите кнопку **Создать объект** на **Панели специального управления** для подтверждения внесенных изменений (рис. 10.39).

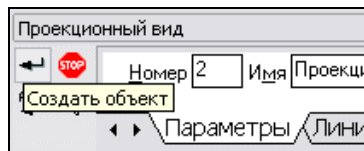


Рис. 10.39. Подтверждения внесенных изменений

Можно задать положение вида и после завершения его редактирования. Для этого выделите необходимый вид, указав его в Дереве построения чертежа (рис. 10.40).

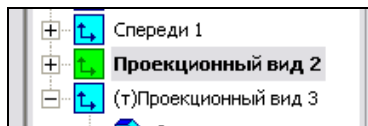
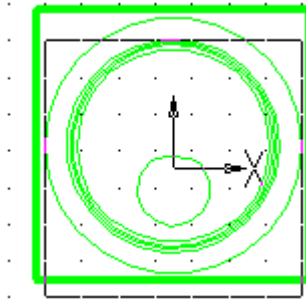


Рис. 10.40. Подготовка к заданию положения вида

Признаком выделения вида является наличие вокруг него подсвеченной габаритной рамки (рис. 10.41). Поместите курсор внутрь рамки, нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская кнопку, перемещайте курсор.



**Рис. 10.41.** Перемещение объекта вместе с подсвеченной рамкой

Когда нужное положение вида будет достигнуто, отпустите кнопку мыши.

При перемещении вида мышью невозможно задать угол его поворота. Это можно сделать только при настройке параметров вида.

Чтобы включить проекционную связь, снова вызовите команду настройки вида и отключите переключатель **Проекционная связь**. Положение вида изменится таким образом, чтобы его проекционная связь с базовым видом не нарушалась.



## Глава 11

# Практикум по трехмерному моделированию деталей

В этой главе приведены материалы, позволяющие ускорить освоение особенностей трехмерного редактора КОМПАС-3D. Представлены описания создания трехмерных моделей 8 деталей, показанных на рис. 11.1.

В начальных упражнениях требуемые действия начинающего пользователя трехмерного редактора расписаны более подробно. Отдельные примеры раскрывают выполнение характерных команд, которые не используются в других упражнениях. В последнем примере рассмотрен порядок выполнения плоского чертежа по трехмерной модели.

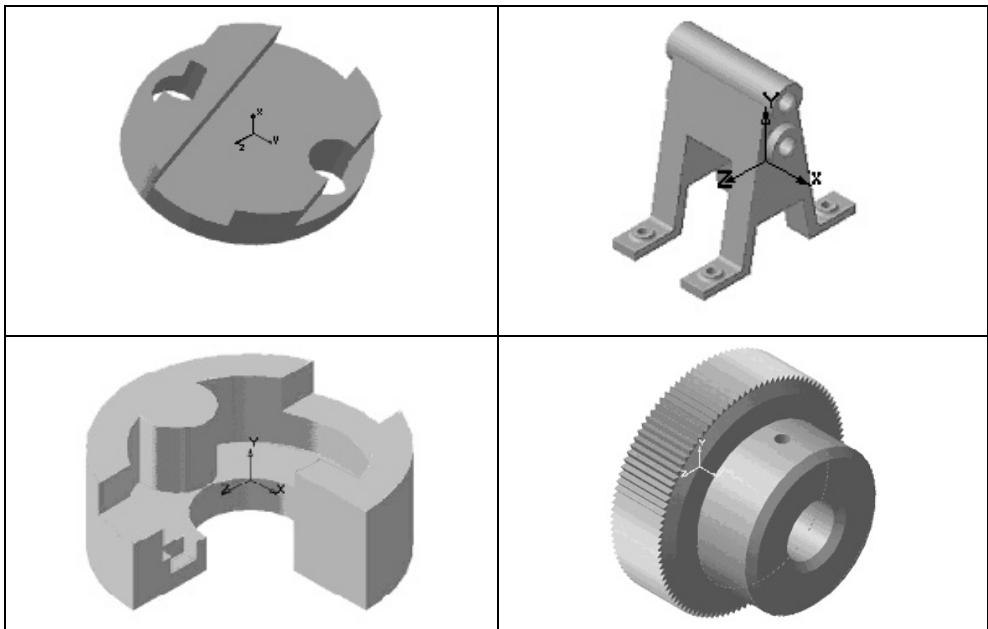


Рис. 11.1. Примеры создаваемых моделей (начало)

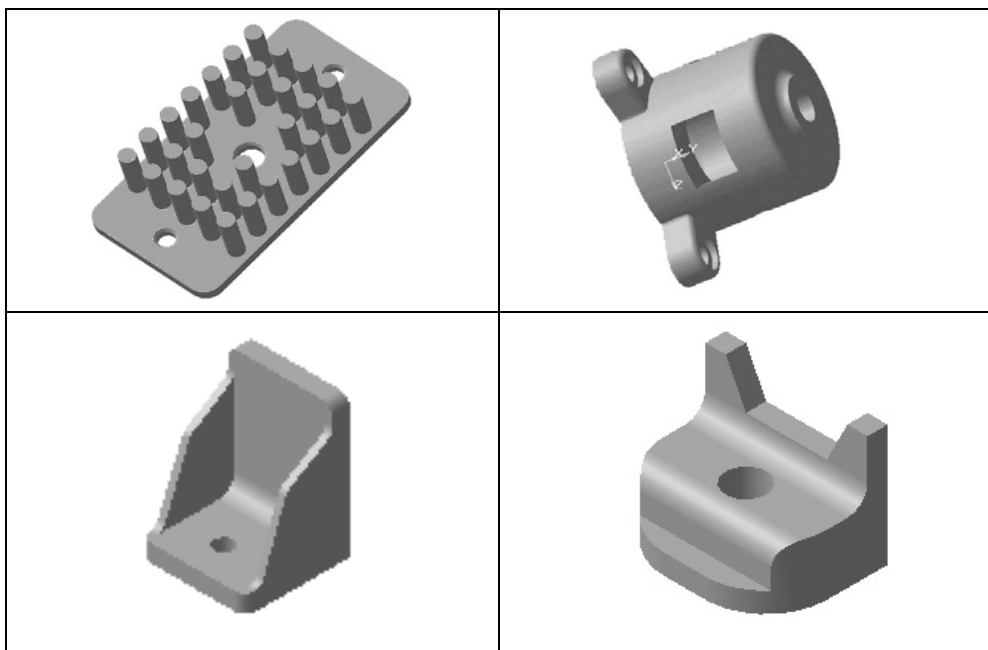


Рис. 11.1. Примеры создаваемых моделей (окончание)

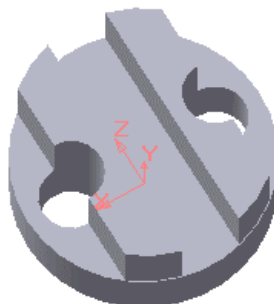
Самостоятельное выполнение приведенных примеров направлено на формирование навыков геометрического моделирования. Эти навыки позволят, в частности, изящно и на современном уровне решать задачи подготовки конструкторских документов, с которыми ранее справлялись средствами двумерной графики, но используя значительно больше времени.

## 11.1. Основание

### Требуемые действия и комментарии

Создать трехмерную модель детали ОСНОВАНИЕ согласно приведенной иллюстрации.

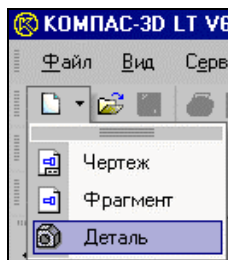
### Иллюстрации



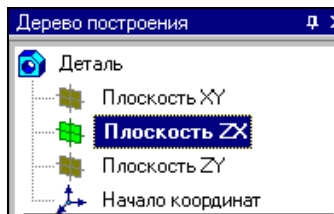
(продолжение)

**Требуемые действия  
и комментарии****Иллюстрации**

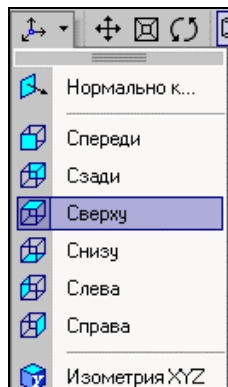
Нажмите кнопку **Создать** на **Стандартной панели**. В открывшемся окне выберите тип нового документа **Деталь**.



В окне **Дерево построения** выберите **Плоскость ZX**.



На панели **Вид** нажмите кнопку **Ориентация** и в **Меню выбора стандартных ориентаций** выберите вид **Сверху**.



Нажмите кнопку **Эскиз** на **Панели текущего состояния**.



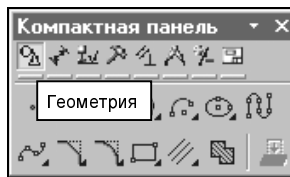


(продолжение)

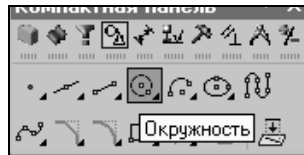
### Требуемые действия и комментарии

### Иллюстрации

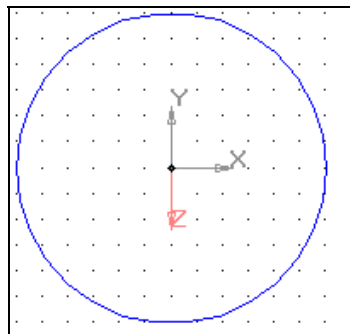
В появившейся **Компактной панели** нажмите кнопку переключения **Геометрия** для вызова соответствующей **Инструментальной панели**.



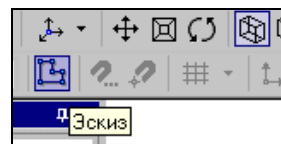
В появившейся **Инструментальной панели** в режиме **Геометрия** выберите команду **Окружность**, с помощью которой будет нарисовано основание детали.



В рабочей области отметьте мышкой первую точку — центр и вторую точку — на окружности требуемого радиуса. При вводе параметров можно воспользоваться кнопками **Панели специального управления**, которая входит в состав **Панели свойств**.



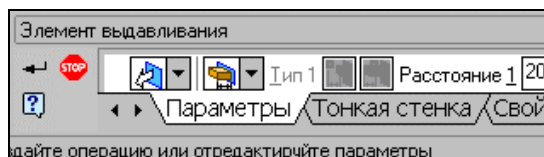
Заканчивается эскиз повторным нажатием кнопки **Эскиз**.



Для придания контуру объема нажмите кнопку **Выдавливание** на **Инструментальной панели редактирования детали**.



Внизу экрана появляется **Панель свойств**, с помощью которой выбираем **Тип**, **Направление** и **Расстояние** выдавливания. Ввод параметров заканчивается нажатием кнопки **Создать объект**

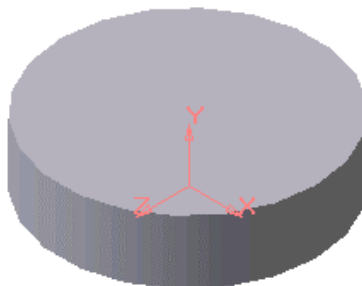


(продолжение)

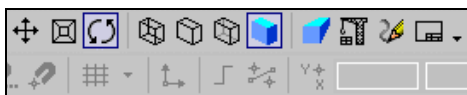
### Требуемые действия и комментарии

### Иллюстрации

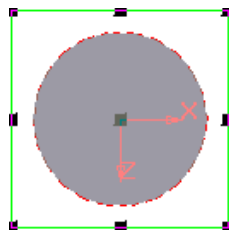
После включения команды **Полутоновое изображение** на панели **Вид** получится следующее объемное изображение детали.



С помощью кнопок панели **Вид** можно выполнить операции: вращение, увеличение, уменьшение, перемещение или изменение внешнего вида детали.

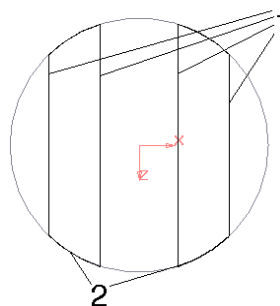


Для добавления следующей части к основанию выделяется верхняя плоскость основания указанием на него курсором мыши.

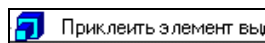


В выбранной плоскости создается новый **Эскиз**. Для вычерчивания контура детали необходимо:

- нарисовать четыре линии 1;
- создать четыре дуги 2.
- Завершите эскиз, повторно нажав на кнопку **Эскиз**.



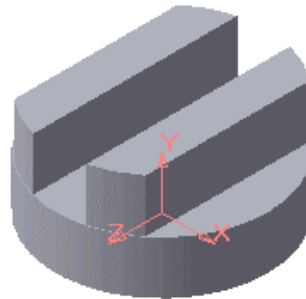
Чтобы сделать контур объемным, нажмите на **Инструментальной панели** кнопку **Приклеить выдавливанием**.



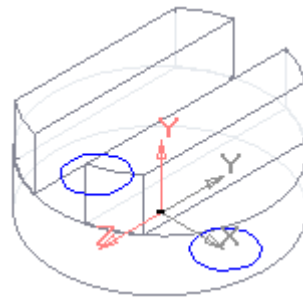
(окончание)

**Требуемые действия  
и комментарии****Иллюстрации**

Внизу экрана появляется **Панель свойств**, с помощью которой выбираем **Тип**, **Направление** и **Расстояние** выдавливания. Ввод параметров заканчивается нажатием кнопки **Создать объект**.



Для создания отверстий вначале необходимо выделить нижнюю плоскость. Далее на ней изобразить отверстия нужного размера.



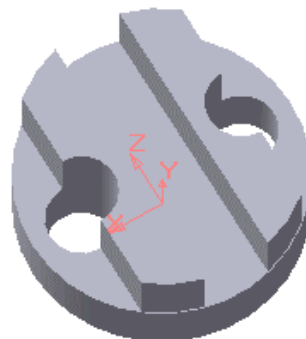
Затем нажимается кнопка **Вырезать выдавливанием**



Вырезать выдавливанием

В **Панели свойств**, появившейся внизу экрана, необходимо указать **Направление** выдавливания и ввести требуемое **Расстояние**.

В результате получается требуемое изображение



## 11.2. Вкладыш

### Требуемые действия и комментарии

Создать трехмерную модель детали ВКЛАДЫШ согласно представленной иллюстрации.

Нажмите кнопку **Создать** на **Стандартной панели**. В открывшемся окне выберите тип нового документа **Деталь**.

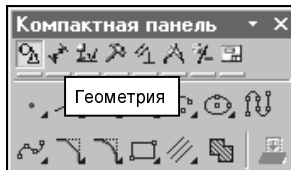
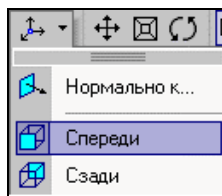
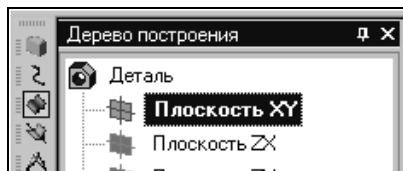
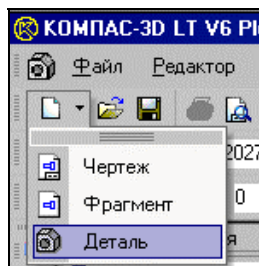
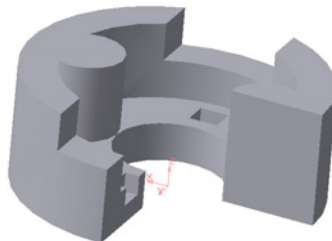
В окне **Дерево построения** выберите **Плоскость XY**.

На панели **Вид** нажмите кнопку **Ориентация** и в **Меню выбора стандартных ориентаций** выберите вид **Спереди**.

Нажмите кнопку **Эскиз** на **Панели текущего состояния**.

В появившейся **Компактной панели** нажмите кнопку переключения **Геометрия** для вызова соответствующей **Инструментальной панели**.


### Иллюстрации




(продолжение)

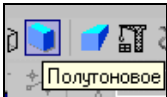
**Требуемые действия и комментарии****Иллюстрации**

В рабочей области создайте показанный эскиз. Заканчивается его создание повторным нажатием кнопки **Эскиз** (радиусы соответственно 40 и 15). Для придания контуру объема воспользуйтесь кнопкой

**Выдавливание**  на **Инструментальной панели**.

На **Панели свойств** выбираются **Направление** (прямое) и **Расстояние** (20) выдавливания. Ввод параметров заканчивается нажатием кнопки **Создать** .

После нажатия кнопки **Полутоновое**

 **изображение** на **Панели управления** получится следующее объемное изображение создаваемой модели.

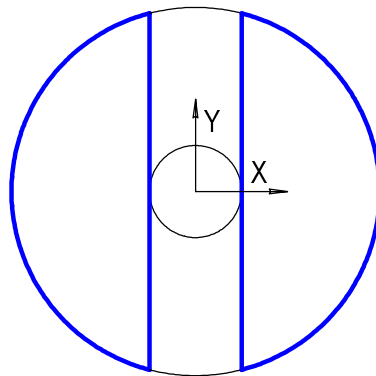
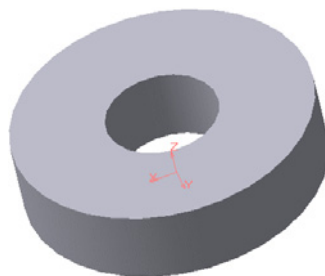
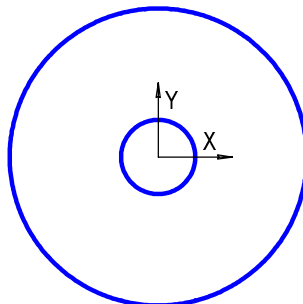
Для формирования выступов, выберите **Плоскость XY**, ориентацию **Спереди**. Нажмите **Эскиз** и нарисуйте две **Вспомогательных вертикальных прямых** (параллельно друг другу). Затем нарисуйте окружность того же радиуса, что и первая. Обведите вспомогательные линии. Удалите лишние линии окружности с помощью команды Главного меню **Редактор | Удалить | Удалить часть кривой** между двумя точками.

Нажмите повторно кнопку **Эскиз**.

Для того, чтобы сделать контур объемным, нажмите на **Инструментальной панели** кнопку **Приклеить выдавливанием**

.

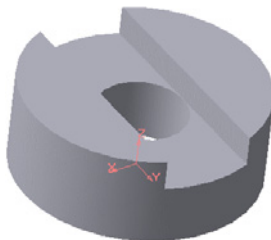
В появившемся диалоговом окне выбираются **Прямое направление** и **На расстоянии** 10.




(продолжение)

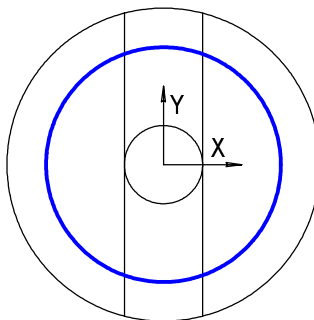
**Требуемые действия и комментарии****Иллюстрации**

После проделанных операций получится следующее объемное изображение.

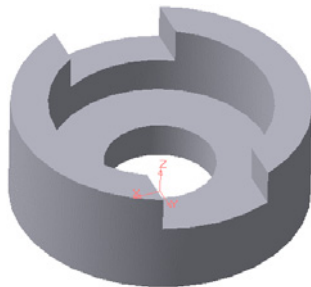


Выберите **Плоскость XY**, ориентацию **Спереди**. Создайте эскиз окружности с радиусом 30.

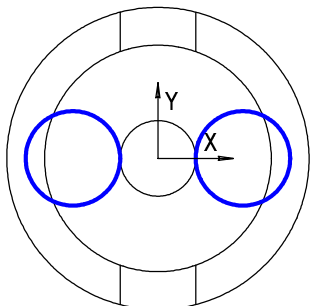
Затем выберите  (**Вырезать выдавливанием**). Параметры в **Панели свойств** будут таковы: **Прямое направление**, **На расстояние 20**.



Получится изображение.



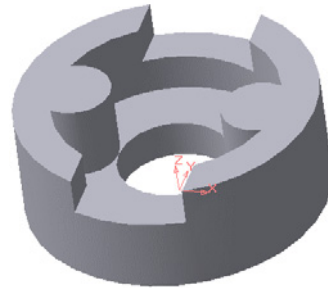
Теперь создайте эскизы двух окружностей радиусом 10 и приклейте их выдавливанием. В **Прямом направлении**, **На расстояние 20**.



(окончание)

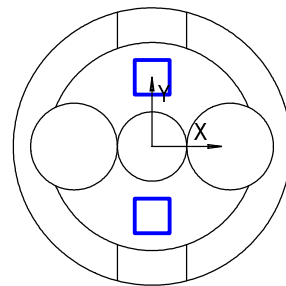
**Требуемые действия и комментарии****Иллюстрации**

Получится изображение.

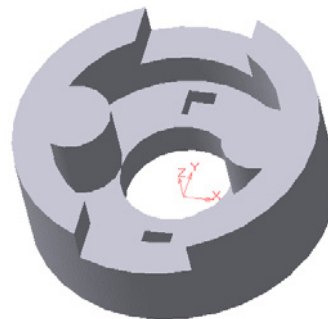


Создайте новый **Эскиз**. Нарисуйте два квадрата.

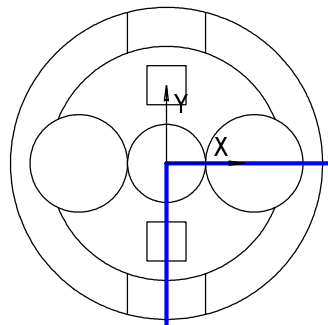
Затем **Вырежьте выдавливанием**, в **Прямом направлении**, **На расстояние 5**.



Получите показанное изображение.



Теперь создайте новый **Эскиз**. Два отрезка вдоль осей X и Y. Закончите **Эскиз** повторным нажатием кнопки. В меню **Операции** выберите команду **Сечение – По эскизу**. И получите искомое изображение.



## 11.3. Радиатор игольчатый

### Требуемые действия и комментарии

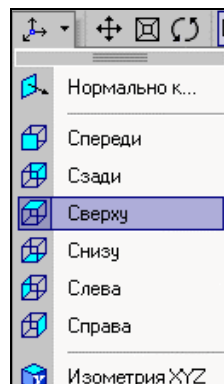
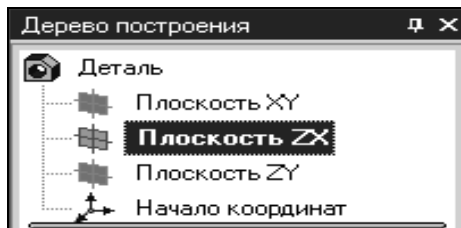
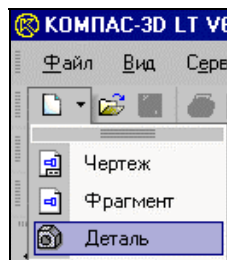
Создать трехмерную модель детали РАДИАТОР ИГОЛЬЧАТЫЙ согласно приведенной иллюстрации.

Нажмите кнопку **Создать** на **Стандартной панели**. В открывшемся окне выберите тип нового документа **Деталь**.

В окне **Дерево построения** выберите **Плоскость ZX**.

На панели **Вид** нажмите кнопку **Ориентация** и в **Меню выбора стандартных ориентаций** выберите вид **Сверху**.

### Иллюстрации





(продолжение)

**Требуемые действия и комментарии**

Нажмите кнопку **Эскиз** на **Панели текущего состояния**.


В появившейся **Компактной панели** нажмите кнопку переключения **Геометрия** для вызова соответствующей **Инструментальной панели**.

На **Инструментальной панели** нажмите кнопку **Непрерывный ввод объекта**. Нарисуйте прямоугольник с координатами противоположных вершин (0, 0), (25, 50).

Нажмите кнопку **Скругление**, установите значение радиуса 3 мм и скруглите углы прямоугольника.

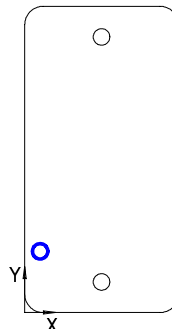
Создайте на вертикальной оси симметрии две окружности диаметром 2,7 мм с межцентровым расстоянием 40 мм.

Для закрытия эскиза нажмите кнопку **Эскиз**.

Для придания эскизу объема нажмите кнопку **Выдавливание**  на **Панели редактирования детали** и на **Панели свойств** установите **Направление** (прямое) и **Расстояние** выдавливания, равное 3 мм.


Создайте новый эскиз, на котором изобразите окружность диаметром 3 мм на расстоянии по оси X равном 2,5 мм и по оси Y = 10 мм от нижнего левого угла основания.

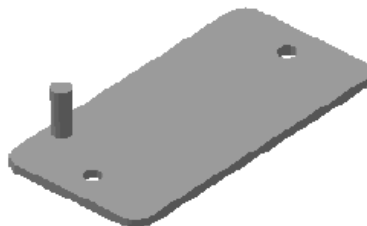
Закройте эскиз.

**Иллюстрации**

(окончание)

**Требуемые действия и комментарии****Иллюстрации**

Нажмите кнопку **Приклеить выдавливанием** ; установите **Прямое направление**, **Расстояние** 15 мм и нажмите кнопку **Создать**.

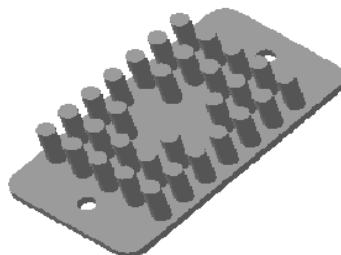


Нажмите кнопку **Массив по сетке** .

Установите для первой оси шаг 5, количество 5; для второй оси (угол 90°) — шаг 5, количество 7 и нажмите кнопку **OK**.




Удалите пять иголок в центре радиатора, как это показано на рисунке.

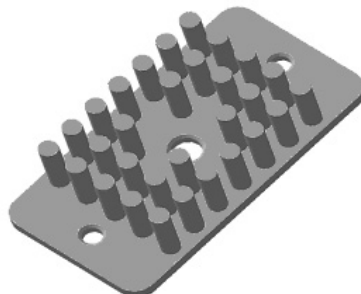


Создайте новый эскиз, на котором изобразите центральное отверстие диаметром 4,5 мм.

Используя команду **Вырезать выдавливанием**, создайте отверстие.

Отметьте все ребра отверстий (их 6) и нажмите кнопку **Фаска** .

Установите параметры фаски 0,5×45°.



## 11.4. Уголок

### Требуемые действия и комментарии

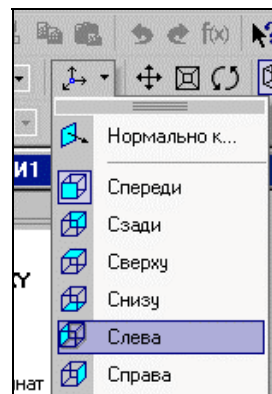
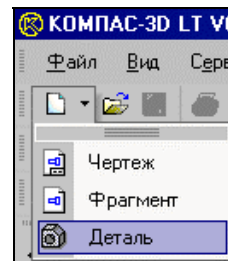
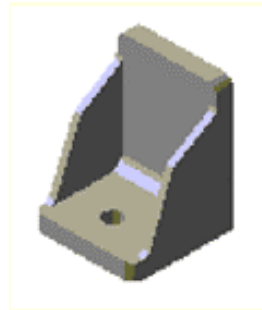
Создать трехмерную модель детали УГОЛОК согласно приведенной иллюстрации.

Нажмите кнопку **Создать** на **Стандартной панели**. В открывшемся окне выберите тип нового документа **Деталь**.

В окне **Дерево построений** выберите **Плоскость ZY**.

Нажимаем на стрелку у кнопки ориентации и выбираем нужный нам пункт (например, **Слева**).

### Иллюстрации



(продолжение)

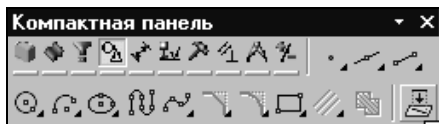
### Требуемые действия и комментарии

### Иллюстрации

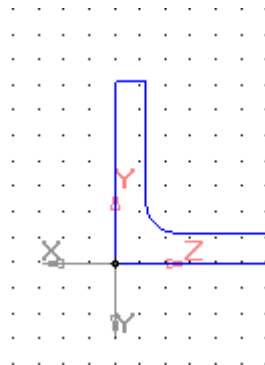
Далее нажимаем кнопку **Эскиз**




... и в панели инструментов выбираем пиктограмму ломаной прямой, с помощью которой мы изобразим профиль боковой стенки уголка.



В рабочей области создайте показанный эскиз. Заканчивается эскиз нажатием кнопки **Закончить редактирование**.



Для придания контуру объема воспользуйтесь кнопкой **Выдавливание** на **Инструментальной панели** .



В открывшемся диалоговом окне **Элемент выдавливания** (внизу экрана) выбираются **Тип**, **Направление** и **Расстояние** выдавливания. Ввод параметров выдавливания. Ввод параметров заканчивается нажатием кнопки

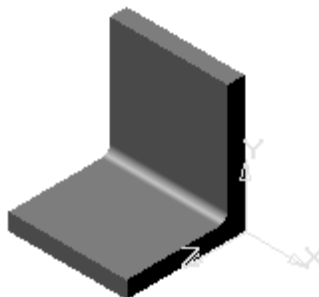
**Создать** .

(продолжение)

### Требуемые действия и комментарии


### Иллюстрации

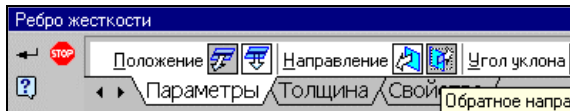
После нажатия кнопки **Полуторное изображение** на **Панели управления** получится следующее объёмное изображение создаваемой модели.



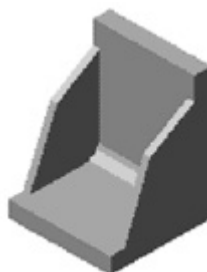
Далее устанавливаем вид **Справа**, отметьте курсором мыши плоскость детали и создайте новый эскиз. Нарисуйте ломаную линию с использованием текущей привязки **Точка на кривой**. После завершения закроем эскиз.



Выбираем кнопку **Ребро жёсткости**  на **Инструментальной панели**. В диалоговом окне (внизу экрана) выбираем необходимые параметры, в нашем случае: **Обратное**, **Внутрь** и некую толщину (меньше параметра выдавливания более чем в 2 раза).



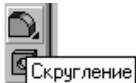
Переходим в вид слева и повторяем создание ребра жёсткости для вида слева. В конце концов получится вот такая деталь.



(окончание)


### Требуемые действия и комментарии

Теперь выделяем все горизонтальные рёбра рёбер жёсткости, два вертикальных ребра основания и два горизонтальных ребра стенки уголка. Нажимаем

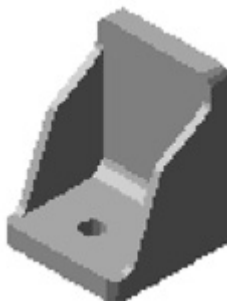


кнопку **Скругление** и в параметрах устанавливаем значение радиуса 3 мм.

Создайте новый эскиз, на котором на оси симметрии основания изобразите окружность диаметром 5,5 мм. После закрытия эскиза нажмите кнопку

**Выдавливание** . Установите необходимые параметры и нажмите **Создать**.

### Иллюстрации

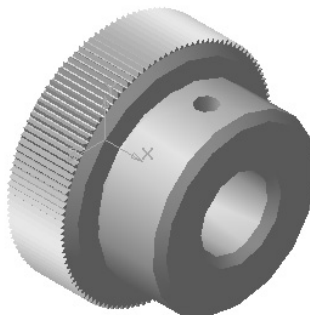


## 11.5. Втулка

### Требуемые действия и комментарии

Создать трехмерную модель детали ВТУЛКА согласно приведенной иллюстрации.

### Иллюстрации



(продолжение)

**Требуемые действия и комментарии**

Нажмите кнопку **Создать** на **Стандартной панели**. В открывшемся окне выберите тип нового документа **Деталь** и нажмите **ОК**.

В окне **Дерево построения** выберите **Плоскость XY** (фронтальную плоскость)...

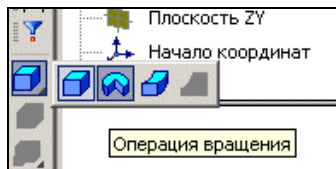
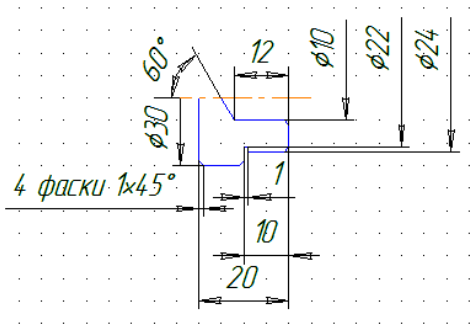
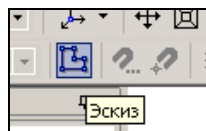
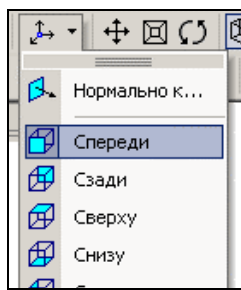
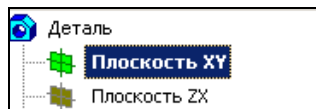
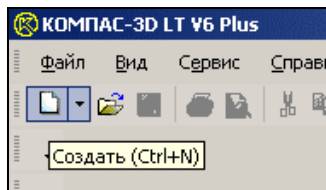
...и убедитесь, что выбран вид **Спереди** в **Меню выбора стандартных ориентаций**.

Нажмите кнопку **Эскиз** на **Панели текущего состояния**.

В рабочей области отметьте курсором мыши первую точку в начале координат и начертите эскиз по приведенному рисунку. Наличие осевой линии обязательно.

Завершите эскиз, нажав повторно кнопку **Эскиз**.

На панели **Построение детали** выберите в раскрывающемся меню **Операции** тип выполняемого действия **Операция вращения**.

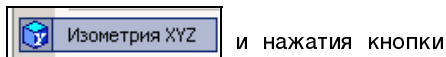
**Иллюстрации**

(продолжение)

**Требуемые действия и комментарии****Иллюстрации**

На **Панели свойств** выбрать объект **Сфероид**, задать **Прямое направление**, **Угол** равный  $360^\circ$ , а в параметрах тонкой стенки выбрать **Нет**. Нажмите **Создать объект**.

После выбора вида **Изометрия XYZ**



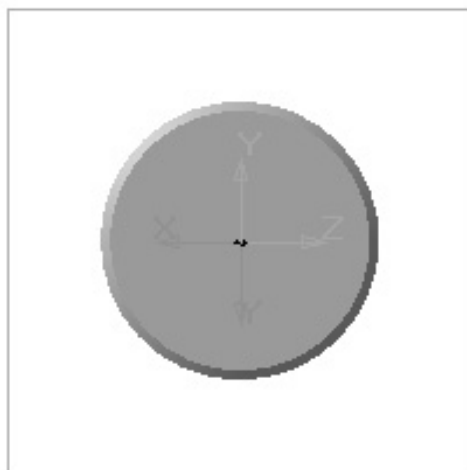
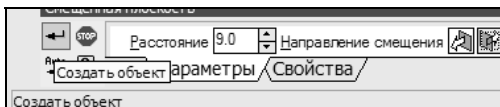
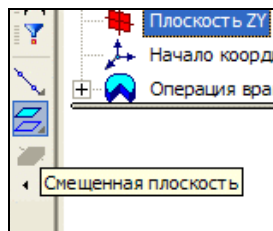
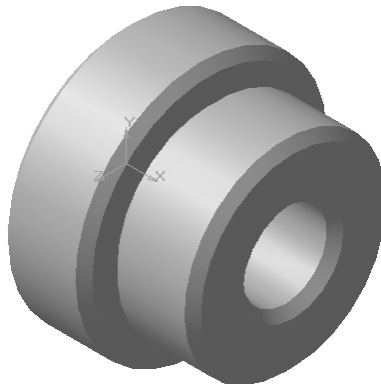
и нажатия кнопки

**Полутоновое**  деталь примет следующий вид.

Выберите **Профильную плоскость** проекций (**Плоскость ZY**). Затем перейдите на панель **Вспомогательная геометрия** и выберите команду **Смещенная плоскость**.

Установите **Расстояние** 9 мм и укажите **Обратное направление**. После этого нажмите **Создать объект**.

Отметьте курсором мыши созданную дополнительную плоскость, установите вид **Слева**, создайте эскиз.

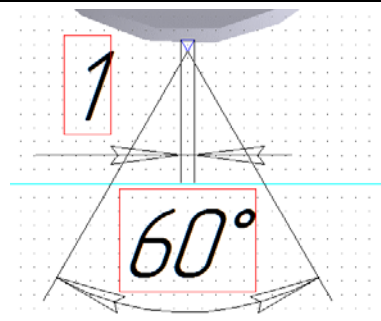




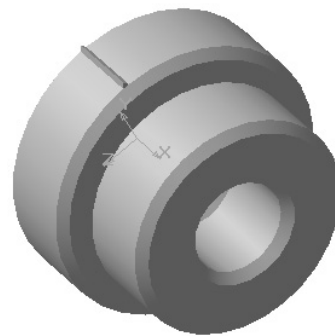
(продолжение)

**Требуемые действия и комментарии**

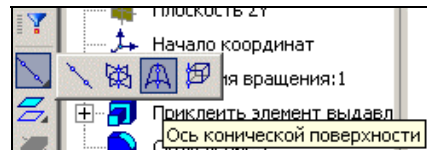
Выполните следующий эскиз. Эскиз и деталь должны пересекаться.



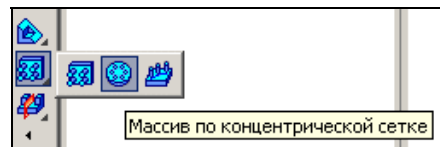
Выполните операцию **Приклеить выдавливанием**, указав **Прямое направление** и **Расстояние**, равное 8.



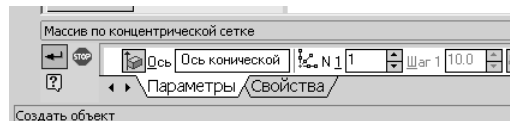
На **Компактной панели** в разделе **Вспомогательная геометрия** выбирается **Ось конической поверхности**. После этого необходимо щелкнуть на внешней грани детали. При этом должна появиться ось.



В **Дереве построения** выделяется предыдущий элемент и созданная **Ось конической поверхности**. Затем на **Компактной панели** среди возможных команд копирования надо указать **Массив по концентрической сетке**.



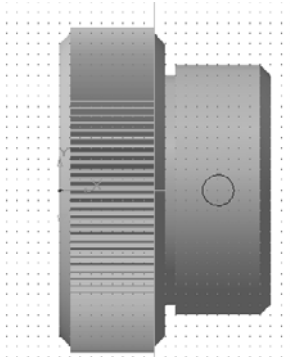
В диалоговой строке в нижней части экрана задайте число копий равным 120 в **Кольцевом направлении**, **Шаг в кольцевом направлении** выберите равным 360°. Согласно ГОСТу, для данного диаметра втулки необходимо создавать рифление с шагом 1. Поэтому выбрано 120 копий. Завершив ввод, нажмите **Создать объект**.



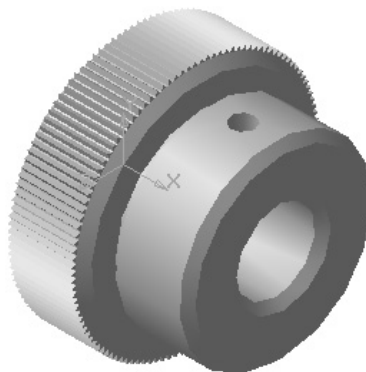
(окончание)

**Требуемые действия и комментарии**

Создайте в **Плоскости ZX** новый эскиз отверстия, закончите эскиз.

**Иллюстрации**

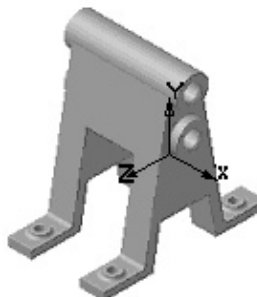
Выберите операцию **Вырезать выдавливанием**, укажите **Обратное направление** выдавливания **Через все**.



## 11.6. Кронштейн

**Требуемые действия**

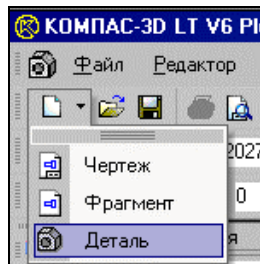
Создать трехмерную модель детали КРОНШТЕЙН согласно представленной иллюстрации.

**Иллюстрации**

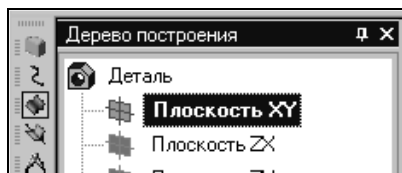
(продолжение)

**Требуемые действия и комментарии**

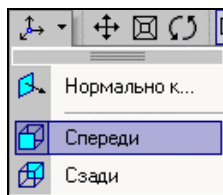
Нажмите кнопку **Создать** на **Стандартной панели**. В открывшемся окне выберите тип нового документа **Деталь**.

**Иллюстрации**

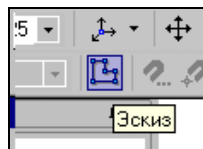
В окне **Дерево построения** выберите **Плоскость XY**.



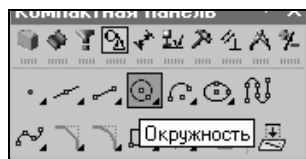
На панели **Вид** нажмите кнопку **Ориентация** и в **Меню выбора стандартных ориентаций** выберите вид **Спереди**.



Нажмите кнопку **Эскиз** на **Панели текущего состояния**.





В появившейся **Компактной панели** нажмите кнопку переключения **Геометрия** для вызова соответствующей **Инструментальной панели**.

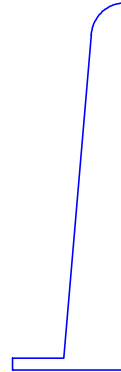



(продолжение)

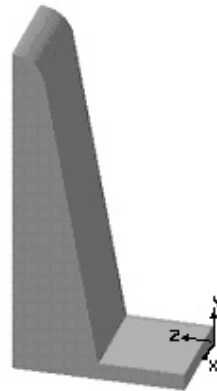
**Требуемые действия и комментарии****Иллюстрации**

В рабочей области создайте показанный эскиз. Заканчивается эскиз повторным нажатием кнопки **Эскиз**. Для придания контуру объема нажмите кнопку **Выдавливание**  на **Инструментальной панели**.

На **Панели свойств** выбираются **Направление** и **Расстояние** выдавливания. Ввод параметров заканчивается нажатием кнопки **Создать** .




После нажатия кнопки **Полутоновое изображение**  на **Панели управления** получится следующее объемное изображение создаваемой модели.

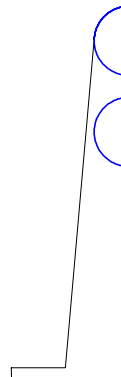


Для формирования выступов выберите **Плоскость XY**, ориентацию **Спереди**. Нажмите **Эскиз** и нарисуйте две замкнутых дуги.

Нажмите повторно **Эскиз**.

Для того чтобы сделать контур объемным, нажмите на **Инструментальной панели** кнопку **Приклеить выдавливанием** .


В появившемся диалоговом окне выбираются направление и расстояние выдавливания.

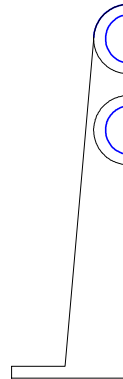


(продолжение)

**Требуемые действия и комментарии****Иллюстрации**

Теперь создайте эскиз для сквозных отверстий (две замкнутых дуги меньшего радиуса).

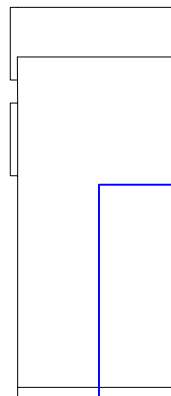
Затем выберите  **Вырезать Выдавливанием**. Параметры в **Панели свойств** будут таковы: **Два направления**, **Через все**.



Выберите **Плоскость XY**, вид **Спереди** и создайте эскиз в виде трапеции, затем выдавите его **Через все**.



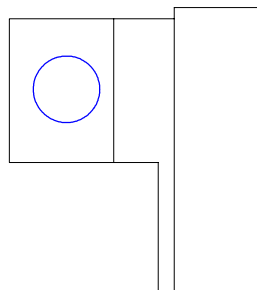
Выберите **Плоскость ZY**, вид **Слева**. Выполните эскиз в виде прямоугольника и выдавите его **Через все**.



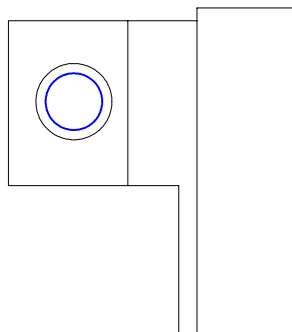
(продолжение)

**Требуемые действия и комментарии**

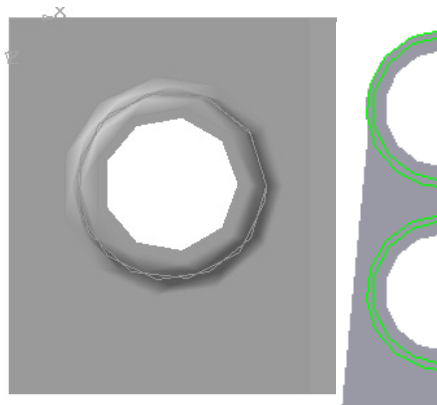
Выберите **Плоскость ZX**, вид **Сверху** и выполните эскиз, состоящий из окружности, а затем командой **Приклеить выдавливанием** создайте бобышку.



Создайте эскиз, состоящий из окружности меньшего диаметра, и выдавите его **Через все**.



Для создания скруглений выделите соответствующие элементы и задайте параметры. Затем сформируйте фаски в 2 верхних отверстиях.

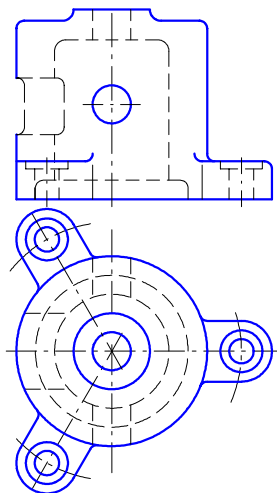


## 11.7. Корпус

### Требуемые действия и комментарии

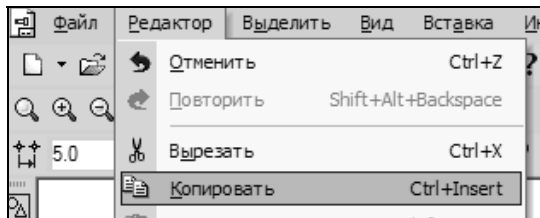
Создать трехмерную модель детали КОРПУС по размерам из представленных 2 видов корпуса.

### Иллюстрации

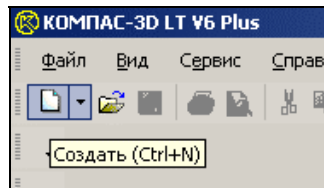


Откройте файл, содержащий чертеж детали, и выделите главный вид. Выберите из **Главного меню** команду **Редактор | Копировать**.

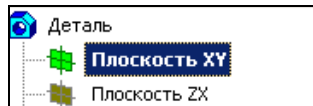
В качестве точки привязки при выполнении копирования укажите точку пересечения осевой линии с нижней линией основания детали.



Нажмите кнопку **Создать** на **Стандартной панели**. В открывшемся окне выберите тип нового документа **Деталь** и нажмите **ОК**.



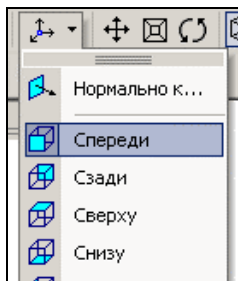
В окне **Дерево построения** выберите **Плоскость XY** (фронтальную плоскость)...



(продолжение)

**Требуемые действия  
и комментарии**

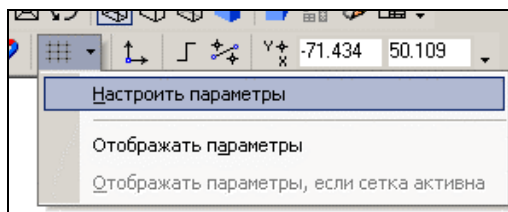
...и убедитесь, что выбран вид **Спереди** в **Меню выбора стандартных ориентаций**.

**Иллюстрации**

Нажмите кнопку **Эскиз** на **Панели текущего состояния**.



Включите режим **Сетка** и установите шаг сетки равным 2,5.

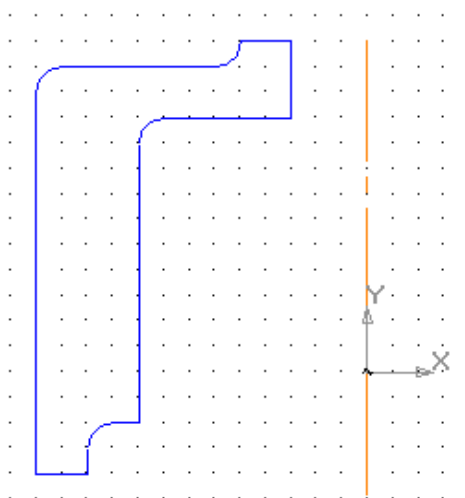


В **Главном меню** выберите **Редактор | Вставить**. Расположите вставленный фрагмент так, чтобы точка привязки совпала с началом координат.

Отредактируйте эскиз, оставив на нем только контуры половины детали, удалив также изображение боковых креплений.

Через начало координат проведите линию, выбрав стиль изображения **Осевая**.

Завершите эскиз, нажав повторно кнопку **Эскиз**.





(продолжение)

### Требуемые действия и комментарии

На инструментальной панели **Редактирование детали** выберите в раскрывающемся меню **Операции** тип выполняемого действия **Операция вращения**.

На **Панели свойств** задайте **Прямое направление** и **Угол**, равный  $360^\circ$ . Нажмите **Создать объект**. В результате выполнения данной операции будет получена цилиндрическая часть создаваемой детали с необходимыми отверстиями.

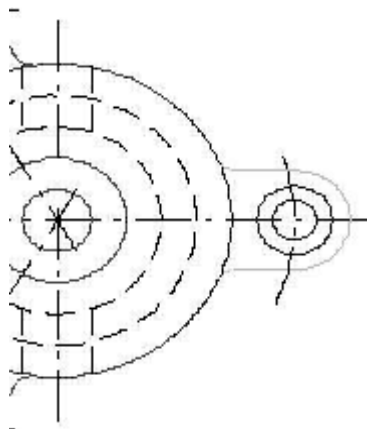
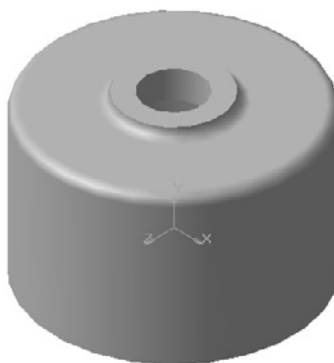
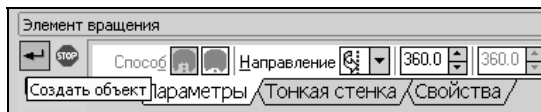
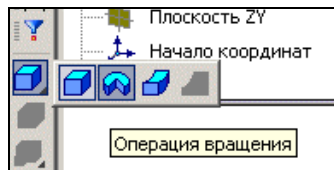
После выбора вида **Изометрия**

**XYZ** и нажатия

кнопки **Полутоновое** изображение детали примет следующий вид.

Сохранив созданную деталь, откройте снова исходный чертеж. Выделите на виде сверху контуры одного из боковых креплений с отверстием и скопируйте фрагмент чертежа в буфер обмена способом, аналогичным описанному выше (для удобства при копировании точку привязки располагайте так, чтобы она совпадала с центром окружности в основании цилиндрической части детали).

### Иллюстрации

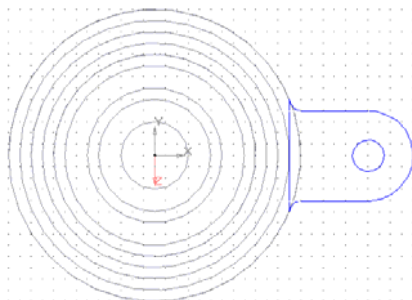


(продолжение)


### Требуемые действия и комментарии

### Иллюстрации

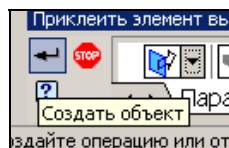
Перейдите к файлу с сохраненной деталию. Создав новый эскиз, вставьте скопированный фрагмент и отредактируйте его.




Закончив редактирование, к данному эскизу примените команду

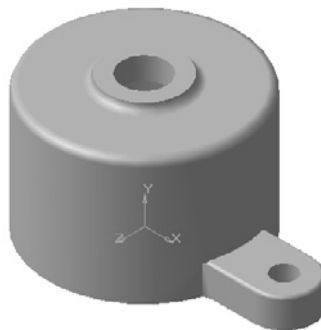
приклеить выдавливанием .

На Панели свойств в нижней части экрана установите **Прямое направление** и **Расстояние**, равное 10. После этого нажмите кнопку **Создать объект**.



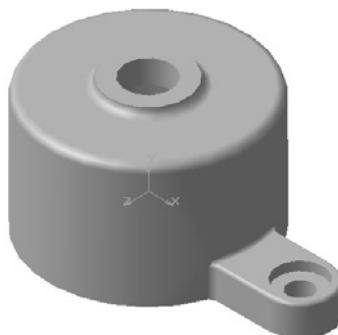
Выбрав вид **Изометрия XYZ** и выделив верхнюю грань крепления, примените команду **Скругление**

 для ребер этой грани.



В файле чертежа, используя команду **Редактор | Скопировать**, скопируйте окружность цилиндрического углубления, имеющегося в креплении. Перейдя к файлу модели, создайте эскиз на верхней грани крепления. Вставьте из буфера обмена окружность оси. Используя команду **Вырезать**

**выдавливанием** , создайте отверстие.



(продолжение)

### Требуемые действия и комментарии

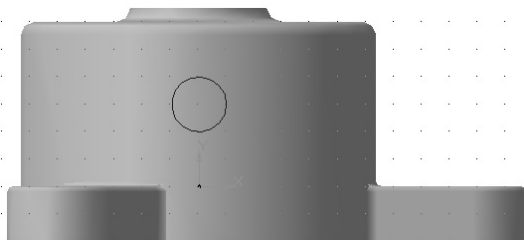
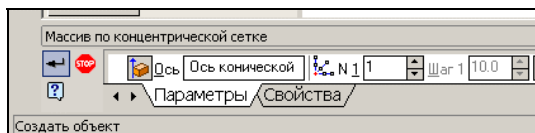
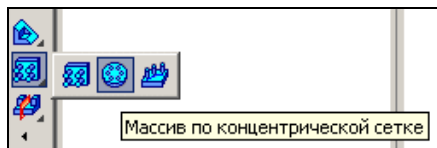
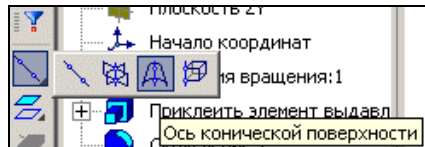
Далее создаются копии крепления, располагающиеся под углом  $120^\circ$  к исходному образцу. На **Компактной панели** в разделе **Вспомогательная геометрия** выбирается **Ось конической поверхности**. После этого необходимо щелкнуть на внутренней цилиндрической поверхности детали. При этом должна появиться ось.

В **Дереве построения** выделяются все элементы, относящиеся к построению крепления, и созданная **Ось конической поверхности**. Затем на **Компактной панели** среди возможных команд копирования надо указать **Массив по концентрической сетке**.

На **Панели свойств** задайте число копий равным 3 в **Кольцевом направлении**, **Шаг в кольцевом направлении** выберите равным  $360^\circ$  (копии располагаются под углом равным частному от деления  $360^\circ$  на количество копий). В радиальном направлении число копий должно быть равно 1, т. к. все копируемые объекты располагаются на одной окружности. Завершив ввод, нажмите кнопку **Создать объект**.

Перейдите к файлу с чертежом детали. Скопируйте в буфер обмена окружность сквозного отверстия в цилиндрической части детали. В файле детали, выбрав **Плоскость XY** в **Дереве построения**, создайте новый эскиз, на который поместите скопированную окружность так, чтобы она располагалась на 25 мм выше **Горизонтальной плоскости проекций**. К созданному эскизу примените команду **Вырезать выдавливанием**, **Два направления**, указав для каждого направления опцию **Через все**.

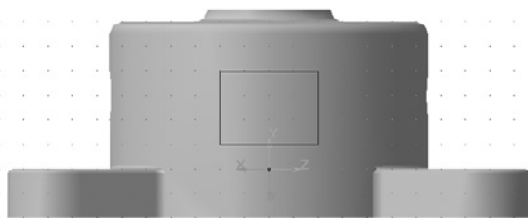
### Иллюстрации



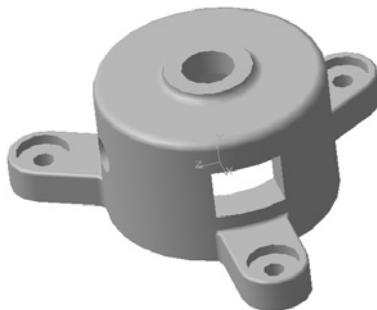
(окончание)

**Требуемые действия  
и комментарии**

На **Плоскости ZY** создайте эскиз прямоугольного отверстия в стенке цилиндрической части детали. Нижняя сторона прямоугольника должна располагаться на расстоянии 17 мм от **Горизонтальной плоскости проекций**, высота равна 15 мм, ширина — 20 мм. Снова примените к завершеному эскизу команду **Вырезать выдавливанием**, указав **Прямое направление Через все**.

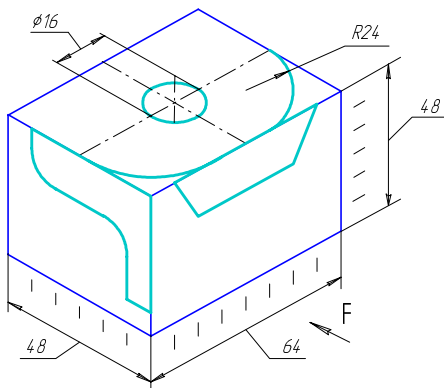
**Иллюстрации**

В результате получаем показанную модель корпуса.

**11.8. Опора****Требуемые действия**

1. Создать трехмерную модель детали ОПОРА согласно приведенной иллюстрации. Радиусы скруглений на боковых стенках принять равными 8 мм. Радиус скруглений в основании — 24 мм. Стрелкой F указано направление для выбора главного вида.

2. Выполнить ассоциативный чертеж детали.

**Иллюстрации**

(окончание)

**Требуемые действия****Иллюстрации**

Для создания эскиза основания детали ( $X = 64$ ,  $Y = 48$ ) задайте в окне **Дерево построения** **Плоскость ZX** и установите вид **Сверху**. Откройте **Эскиз** и выполните эскиз согласно приведенному рисунку. Для удобства построений установите шаг сетки и шаг курсора 8 мм, привязку — **По сетке**.

Расположите начала координат в плоскости симметрии опоры.

Используя команду **Выдавливание**




, постройте объект высотой 48 мм.

При выполнении на вкладке **Параметры** установите **Прямое направление** и необходимое расстояние.

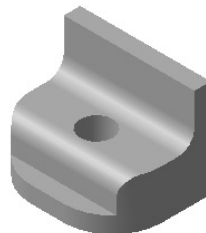
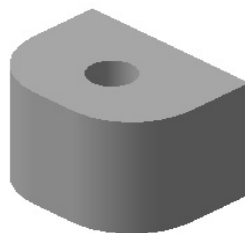
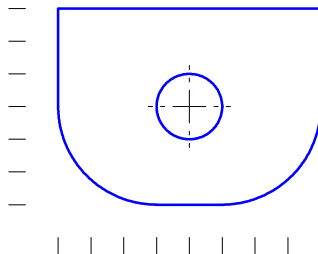
Установите **Плоскость ZY** и вид **Справа**.

Создайте новый эскиз, на котором нарисуйте согласно заданию замкнутый контур, по которому будет проведено удаление лишнего материала. После закрытия эскиза нажмите кнопку **Вырезать выдавливанием**

иконкой , установите требуемые параметры и нажмите кнопку **Создать**.

Создайте новый эскиз на виде **Сзади** и выполните действия согласно предыдущему пункту.

После выполнения всех операций получится следующее изображение детали.



Перед выполнением ассоциативного чертежа необходимо определить его содержание и на первом этапе повторить действия по созданию чертежа, описанные в разделе 10.7. После нанесения размеров и заполнения основной надписи получим чертеж, показанный на рис. 11.2.

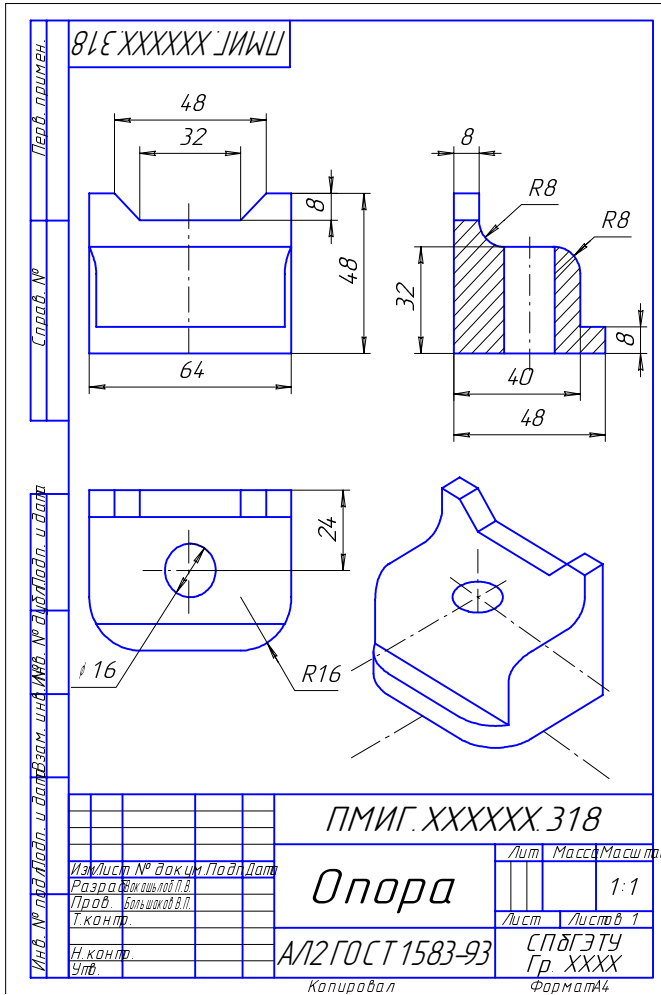


Рис. 11.2. Чертеж опоры



## Глава 12

# От трехмерной модели к плоскому чертежу

Как уже отмечалось, после создания трехмерной модели изделия можно получить его чертеж без рутинного создания видов средствами плоского черчения. Для этого необходимо лишь указать необходимые виды, провести линии разрезов или сечений. Плоский чертеж будет создан автоматически, на этом чертеже с помощью двумерного редактора можно проставить все необходимые размеры и обозначения позиций, заполнить основную надпись и т. д.

В данной главе рассмотрены особенности выполнения учебных заданий, в которых плоские чертежи создаются на основе предварительного построения трехмерных моделей деталей.

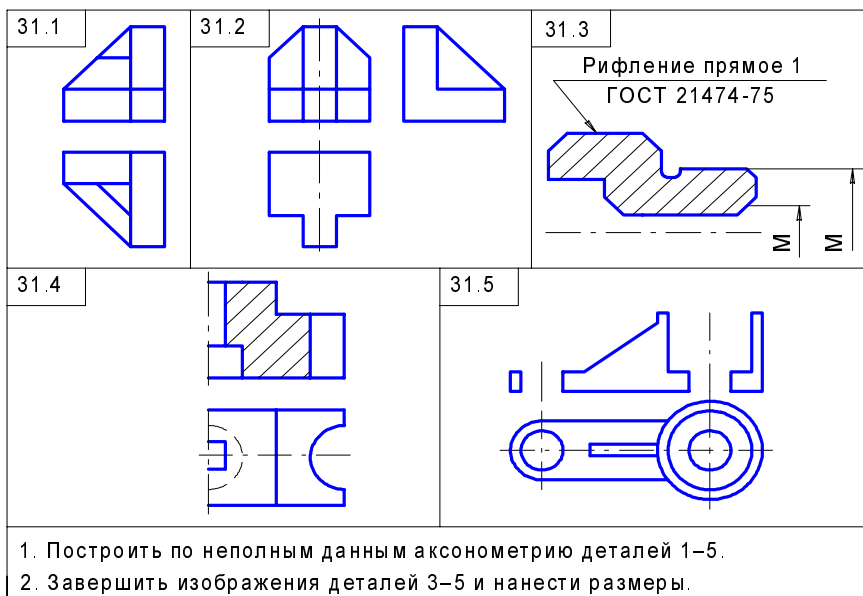
### 12.1. Внедрение трехмерного моделирования для модификации учебных заданий

Из-за простоты решения задачи построения трехмерных моделей несложных деталей могут формулироваться и на ранних этапах изучения инженерной и компьютерной графики. В этом разделе показаны примеры дополнения заданий, рассмотренных в *части 1* данного Практикума.

На рис. 12.1 представлены исходные данные и формулировки заданий для выполнения изображений и чертежей пяти деталей варианта 31. Исходные изображения взяты из заданий по темам "Проекционные задачи" и "Разрезы".

Неполнота исходных данных предполагает дополнение недостающими линиями видов сверху и слева для детали 2 и представление половины вида для осесимметричной детали 3, заданной половиной сечения.

В табл. 12.1 раскрыты этапы построения трехмерных моделей пяти деталей с указанием используемых команд.



**Рис. 12.1.** Исходные данные для построения трехмерных моделей деталей

**Таблица 12.1.** Этапы построения моделей пяти деталей

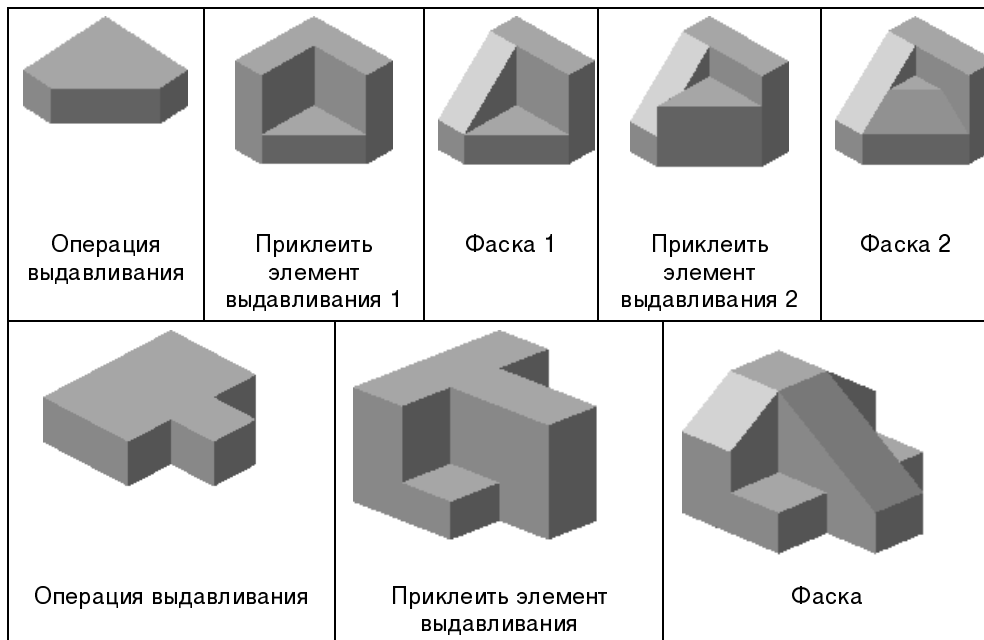
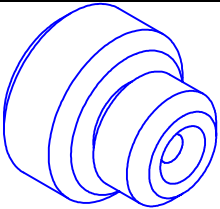
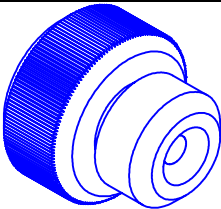
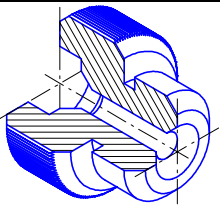
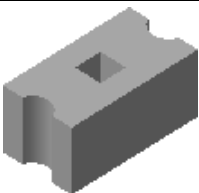
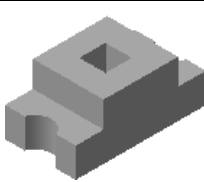


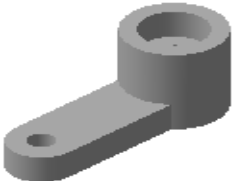
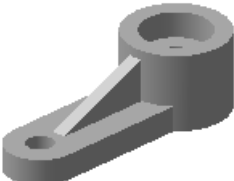




Таблица 12.1 (окончание)

 <p>Операция вращения</p>	 <p>Вырезать элемент выдавливания 1</p>	 <p>Вырезать элемент выдавливания 2</p>
 <p>Операция выдавливания</p>	 <p>Вырезать элемент выдавливания 1</p>	 <p>Вырезать элемент выдавливания 2 и 3</p>
 <p>Операция выдавливания</p>	 <p>Приклеить элемент выдавливания 1 и 2</p>	 <p>Ребро жесткости</p>




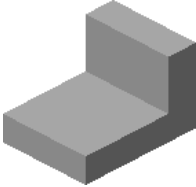
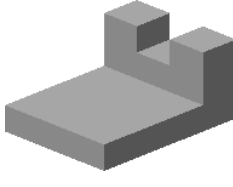
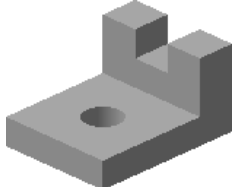
На рис. 12.2 показан чертеж втулки, для заготовки которого создавалась трехмерная модель, показанная в табл. 12.1.

Табл. 12.2 также показывает простоту этапов построения моделей деталей, для которых в *части I* Практикума чертежи выполнялись средствами двумерной графики.

Таблица 12.2. Этапы построения моделей трех деталей

 <p>Операция выдавливания</p>	 <p>Вырезать элемент выдавливания 1</p>	 <p>Вырезать элемент выдавливания 2</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Таблица 12.2 (окончание)

 <p>Операция выдавливания</p>	 <p>Приклеить элемент выдавливания 1</p>	 <p>Вырезать элемент выдавливания 2</p>
 <p>Операция выдавливания</p>	 <p>Вырезать элемент выдавливания 1</p>	 <p>Вырезать элемент выдавливания 2</p>

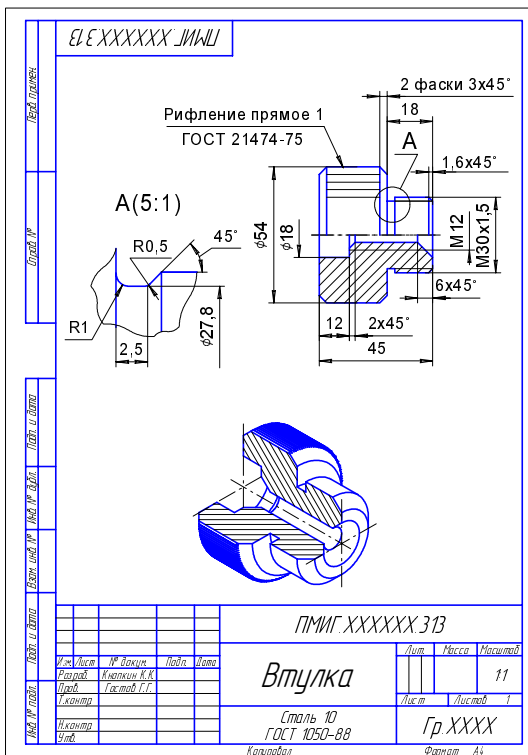


Рис. 12.2. Чертеж втулки

Очевидно, что после самостоятельного выполнения твердотельных моделей несложных деталей можно переходить к более серьезным задачам трехмерного моделирования.

## 12.2. Построение трехмерных моделей для создания чертежей деталей

Трехмерные модели достаточно часто создаются с целью получения конструкторской документации (например, рабочих чертежей деталей) или прочих плоских изображений (например, каталога изделия).

В данном разделе приведено 3 примера моделей, созданных для получения чертежей. Исходные данные для построения моделей представлены в табл. В7.

Моделируемые объекты имеют формы, характерные для деталей, изготавливаемых из отливок с последующей механической обработкой отдельных поверхностей.

Литье является одним из наиболее простых и дешевых способов получения деталей сложной конфигурации. Литые детали имеют характерные признаки, отражающие способ их изготовления. Такими признаками являются плавные переходы (скругления) между необработанными поверхностями, наличие приливов, бобышек, ребер жесткости и т. п. Кроме того, поверхности литых деталей выполняются с уклонами, необходимыми для облегчения выемки из литейной формы. Толщина литых стенок должна быть по возможности одинаковой. На чертежах плавные переходы от одной поверхности к другой показывают условно тонкими линиями. На тех изображениях, где уклон или конусность отчетливо не выявляются, проводят только одну линию, соответствующую меньшему размеру элемента с уклоном или меньшему основанию конуса. Технические требования, помещаемые на учебных чертежах литых деталей, обычно ограничивают двумя пунктами, как это показано на рис. 12.4.

Отливки широко применяются в качестве заготовок деталей с последующей механической обработкой отдельных поверхностей. Перед нанесением размеров на чертежах таких деталей выбирают основные конструкторские и литейные базы. Литейной базой называют необработанную поверхность (или соответствующую ось), конструкторской базой — механически обработанную поверхность. На чертеже детали можно выделить две группы размеров: первая — для необработанных поверхностей (от литейных баз), вторая — для обработанных поверхностей (от конструкторских баз). При выполнении рабочих чертежей деталей, изготавливаемых отливкой с последующей механической обработкой части поверхности детали, указывают не более одного размера по каждому координатному направлению, связывающего механически обработанные поверхности с поверхностями, не подвергаемыми механической обработке (ГОСТ 2.307-68). Для литейного производства применяют специальные литейные марки материалов, что отражается в обозначении марки (буква "Л"), например, "Сталь 15Л ГОСТ 977-88".

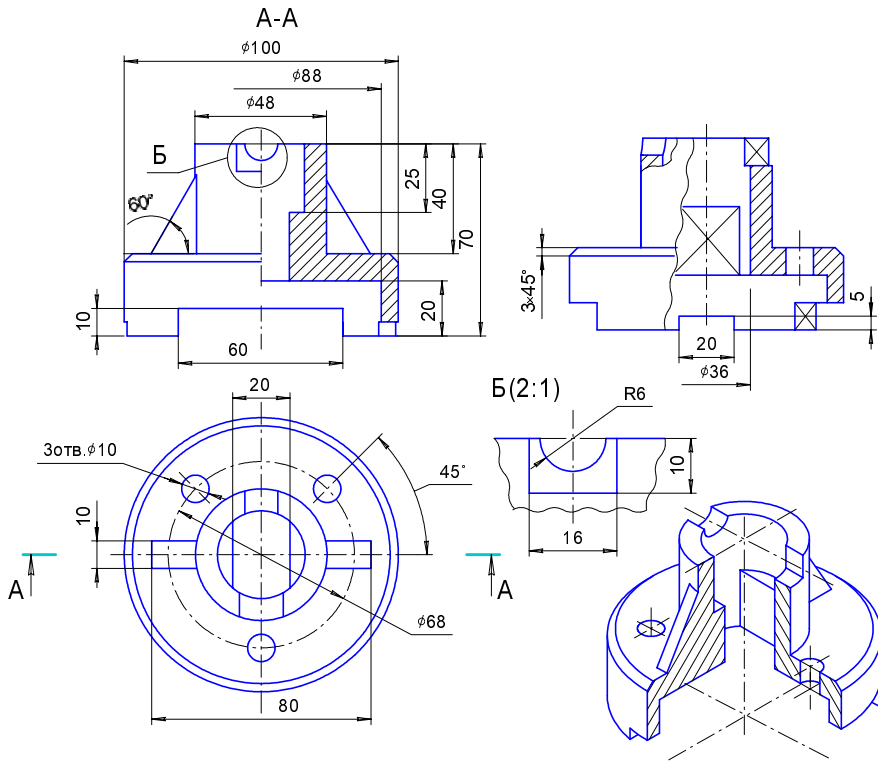


Рис. 12.3. Фрагмент чертежа крышки

В табл. 12.3 раскрыты этапы построения трехмерной модели детали "Крышка" с указанием используемых команд.

На рис. 12.3 показан фрагмент чертежа крышки.

Таблица 12.3. Этапы построения модели крышки

 <p>1 Операция вращения</p>	 <p>2 Вырезать элемент выдавливания 1</p>	 <p>3 Вырезать элемент выдавливания 2</p>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

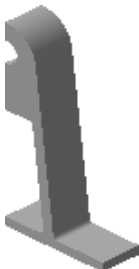

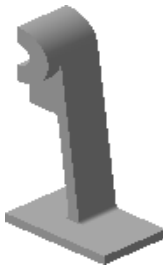
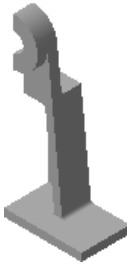
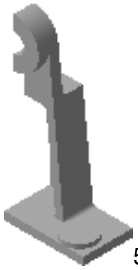
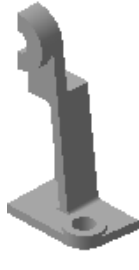
Таблица 12.3 (окончание)

 <p>4</p> <p>Вырезать элемент выдавливания 3 и 4</p>	 <p>5</p> <p>Ребро жесткости 1 и 2. Приклеить элемент выдавливания 1</p>	 <p>6</p> <p>Вырезать элемент выдавливания 5</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

В табл. 12.4 раскрыты этапы построения трехмерной модели детали "Кронштейн" с указанием используемых команд

На рис. 12.4 показан фрагмент чертежа кронштейна, а на рис. 12.5 — опоры.

Таблица 12.4. Этапы построения модели кронштейна

 <p>1</p> <p>Операция выдавливания</p>	 <p>2</p> <p>Приклеить элемент выдавливания 1</p>	 <p>3</p> <p>Приклеить элемент выдавливания 2</p>
 <p>4</p> <p>Приклеить элемент выдавливания 3. Вырезать элемент выдавливания 1</p>	 <p>5</p> <p>Приклеить элемент выдавливания 4</p>	 <p>6</p> <p>Вырезать элемент выдавливания 2</p>



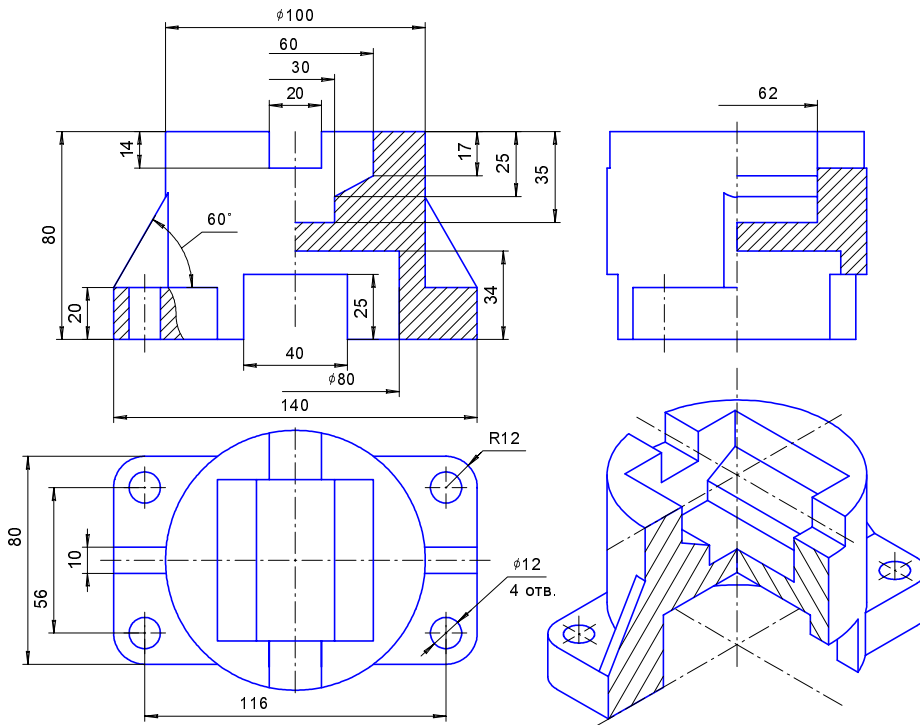


Рис. 12.5. Фрагмент чертежа опоры

## 12.3. Детализирование сборочного чертежа

Выполнение чертежей деталей по чертежу общего вида (реже по сборочному чертежу) называется детализированием.

В общем случае рекомендуется следующий порядок детализирования.

1. Чтение чертежа общего вида. На этом этапе необходимо получить представление о назначении, взаимодействии и способах соединения составных частей. Целесообразно понять порядок разборки и сборки изделия.
2. Уяснение формы и выявление габаритов деталей и сборочных единиц. Главный вид детали выбирается исходя из общих требований, а не из расположения ее на заданном чертеже. Назначается необходимое (минимальное) число изображений детали.
3. Выполнение изображений деталей. На чертеже детали изображают и те элементы, которые на сборочном чертеже не показаны или показаны уп-

рошенно, например: фаски, отверстия под концы установочных винтов, проточки и др. Размеры этих конструктивных элементов определяют не по сборочному чертежу, а по соответствующим стандартам на эти элементы (см. табл. П2.1, П2.3, П2.4, П2.5, П2.6, П2.7, П2.9).

4. Нанесение размеров. Копии чертежей общего вида, размноженные для учебных целей, могут иметь масштаб, не соответствующий номинальному. Поэтому необходимо по габаритному размеру и соответствующей длине на копии определить масштаб изображения на копии и пользоваться этим масштабом для назначения размерных величин. Особое внимание при назначении размеров обращают на сопряженные размеры, т. е. на те размеры соединяемых деталей, номинальные значения которых являются одинаковыми. Назначаемые размеры целесообразно также согласовывать с рекомендуемыми ГОСТ 636-69. Этот стандарт устанавливает четыре ряда чисел для выбора линейных размеров в машиностроении в пределах 0,001 200 0 мм, причем числа первого ряда следует предпочитать числам второго, числа второго ряда — числам третьего и т. д. Значения нормальных линейных размеров в пределах 11 000 мм представлены в табл. П2.10.
5. Оформление чертежа. Наименование детали и ее обозначение определяется по спецификации.

*Групповые конструкторские документы (КД).* Составные части изделия могут быть одинаковой формы, но разных размеров, изготовлены из разных материалов и с различными покрытиями, отличаться точностью изготовления и другими параметрами.

Для сокращения количества КД ГОСТ 2.113-75 допускает составление группового КД, содержащего информацию о двух и более исполнениях детали или сборочной единицы.

Одно из исполнений условно принимают за основное и на его изображении указывают общие для всех исполнений размеры и другие параметры, а переменные размеры обозначают буквами латинского алфавита, указывая их на изображении основного исполнения. Конкретные номинальные значения этих размеров следует указывать в таблице исполнений. Каждому исполнению (кроме основного) присваивают порядковый номер -01, -02 и т. д., приписываемый через дефис к основному обозначению, указанному в основной надписи групповой КД. В спецификации изделия записывают полные обозначения всех исполнений в порядке возрастания их номеров. На рис. 12.6 показан пример группового чертежа прокладки.

Исходные данные для рассматриваемого детализирования содержит сборочный чертеж (см. рис. 7.18) и спецификация, завершённые по заданию раздела 7.5. Детализирование выполняется на основе трехмерного твердотель-



ного моделирования, когда вначале выполняется твердотельная модель каждой детали.

Для создания модели в эскизы копируются соответствующие графические фрагменты из файла с исходными данными. Далее по модели создается заготовка чертежа, для чего выполняются команды **Файл | Создать заготовку для чертежа**. После выполнения команды на экране появляется Панель с диалогом задания параметров чертежа. В этом диалоге нужно задать виды, сечения и разрезы, которые необходимо получить на чертеже.

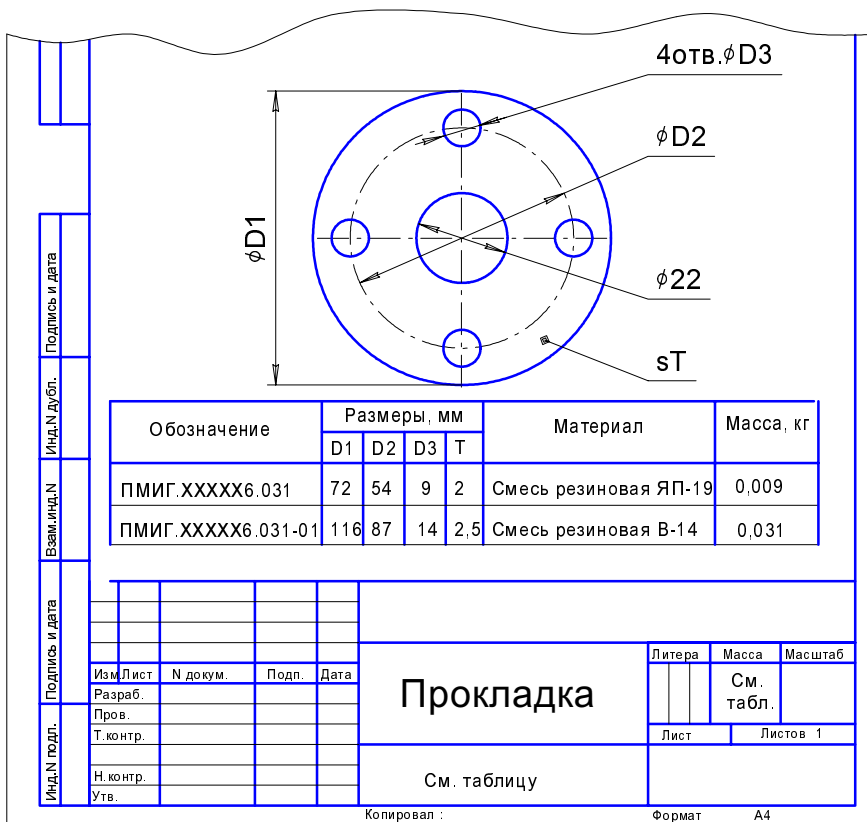
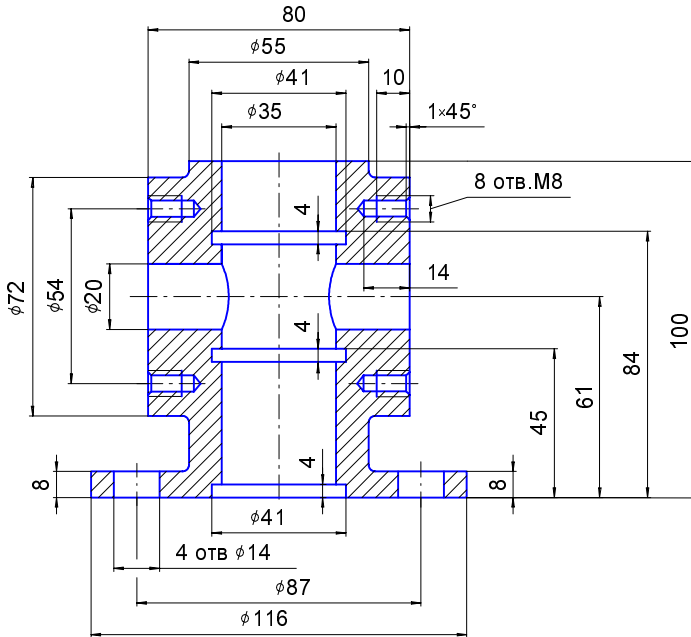


Рис. 12.6. Пример группового чертежа прокладки



Неуказанные радиусы 1 ... 2 мм

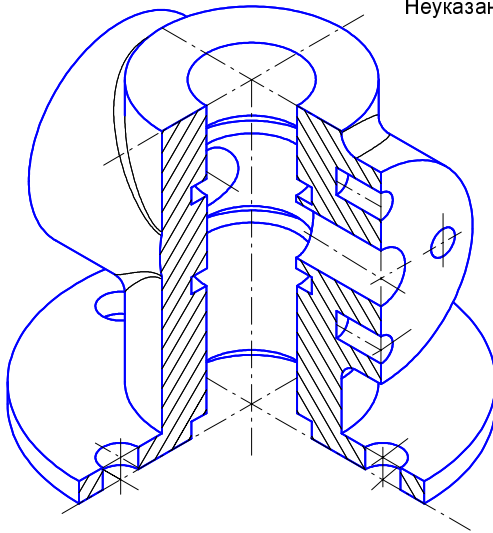


Рис. 12.7. Фрагмент чертежа корпуса

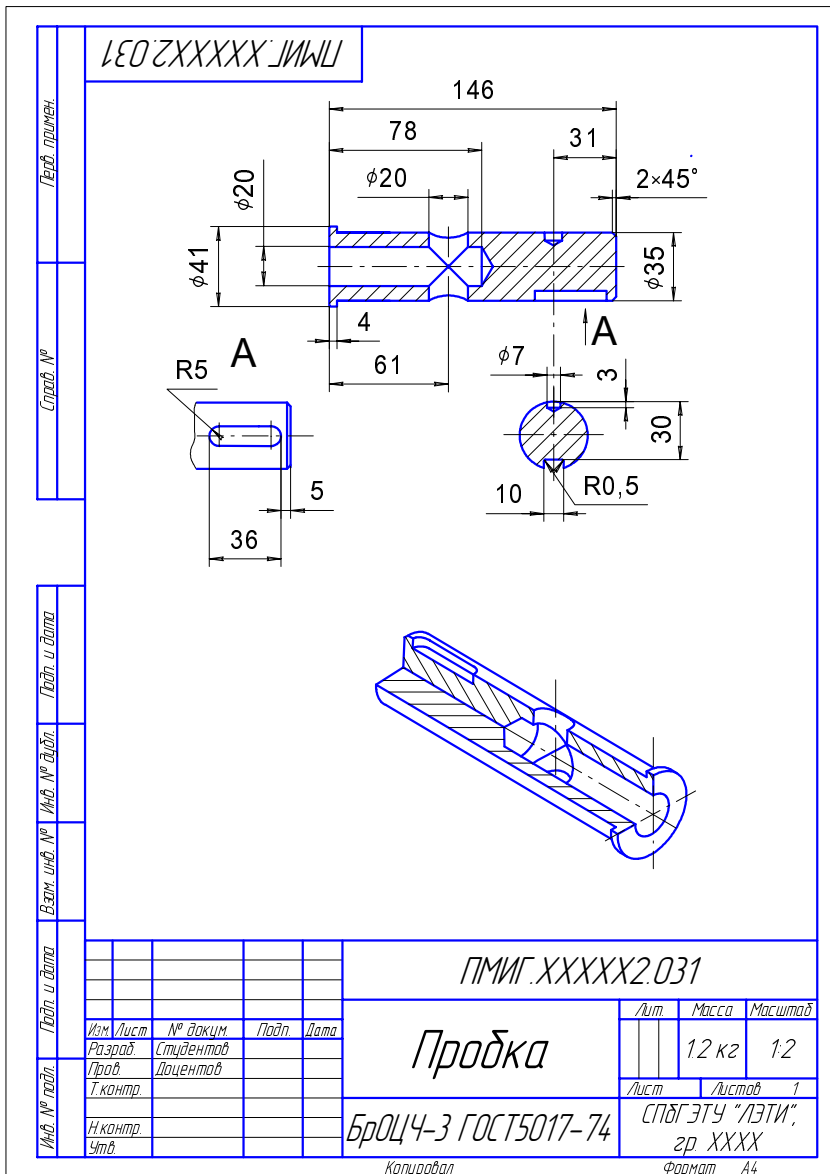


Рис. 12.8. Чертеж пробки

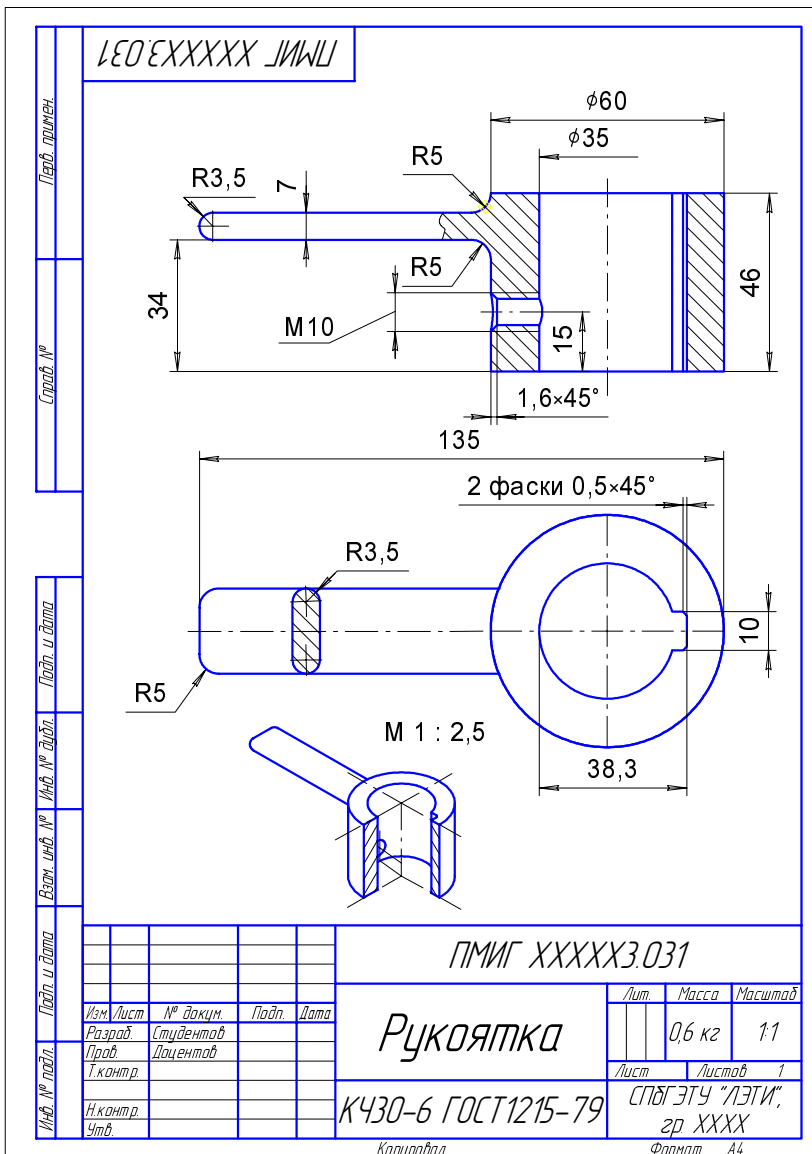


Рис. 12.9. Чертеж рукоятки

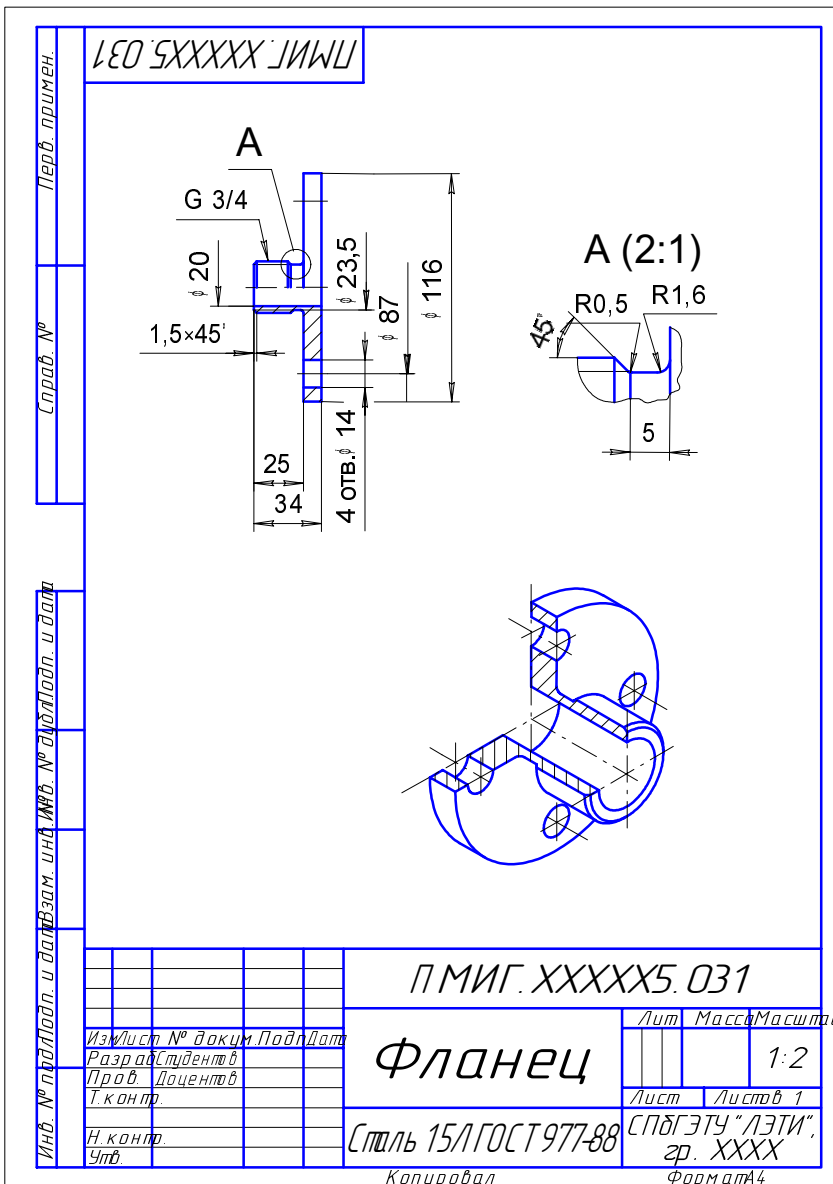


Рис. 12.10. Чертеж фланца



## Глава 13

# Введение в создание параметризованных чертежей

Типизация и классификация проектируемых объектов, как правило, являются начальными этапами автоматизированного конструирования. На этих этапах определяется целесообразность моделирования комплексных изделий и составления для них параметризованных чертежей.

### 13.1. Основные понятия параметризации чертежей

Под параметризацией чертежей понимается такое представление множества чертежей, обладающих рядом общих свойств, которое позволяет получить конкретный экземпляр чертежа путем задания значений параметров.

Параметризованным чертежом будем считать чертеж, на котором размеры обозначены символами, называемыми параметрами.

Параметры — это независимые величины, предназначенные для выделения элемента либо подмножества из множества.

Различают параметры, определяющие форму геометрического элемента, и параметры, задающие взаимное расположение этих элементов.

На основе параметров формы осуществляется внутренняя параметризация — процесс выбора и подсчета параметров, выделяющих фигуру из множества фигур, соответствующих одному и тому же определению. Например, внутренняя параметризация позволяет из семейств "цилиндрическое отверстие" выбрать нужные фигуры (D4, D5) для любой из четырех деталей, изображенных на рис. 13.1.

На основе параметров положения осуществляется внешняя параметризация — процесс выбора и подсчета параметров, необходимых для выделения определенного положения фигуры из данного множества конгруэнтных фигур в пространстве. Например, параметр D3 задает положение семейств "цилиндрическое отверстие" (D4, D5) (рис. 13.1).

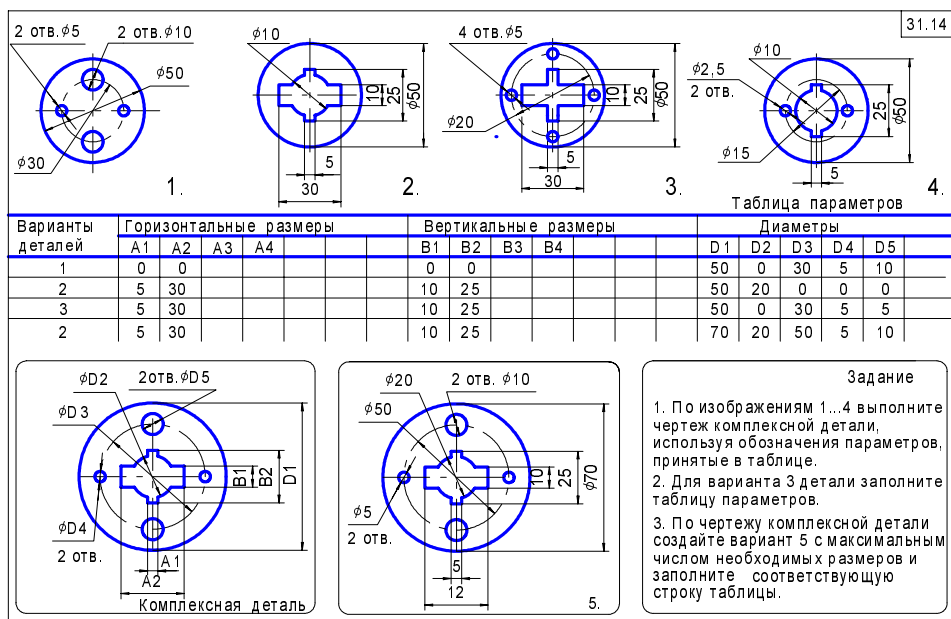


Рис. 13.1. Параметризация плоских деталей

Геометрические элементы могут связываться геометрическими отношениями (параллельность, перпендикулярность, пересечение, принадлежность и др.), которые обуславливают геометрические свойства, определяющие и заменяющие соответствующие параметры геометрических элементов (например, для ромба надо учесть, что это четырехугольник с параллельными сторонами, а для квадрата — что стороны еще и перпендикулярны друг к другу).

Кроме того, отдельные параметры детали могут накладывать ограничения на изменение значений некоторых других параметров этой же детали. В этом случае параметры детали могут быть определены описывающей их соотношения формулой или найдены по представленной на чертеже таблице. С этой точки зрения параметры можно разделить на независимые и зависимые. Для зависимых параметров следует записать формулы параметризации, которые могут содержать числа, параметры, функции и связывающие их математические и логические знаки, определяющие геометрические условия и соотношения параметров.

Еще один вид образуют параметры, которые имеют значения, установленные различными стандартами.

Следует отметить, что способ параметризации, то есть принцип выбора параметров, значения которых могут конкретизировать чертеж, определяется прикладной задачей, решаемой в той или иной системе автоматизированного конструирования.

## 13.2. Основные сведения о чертеже комплексной детали

Наиболее важным, то есть точным и стабильным признаком любой детали является форма и геометрия, учитывающая количество составных элементов.

Комплексная деталь — это обобщенная деталь, в большинстве случаев реально не существующая, имеющая геометрическую форму, присущую некоторому типу деталей, отнесенных к одной условной группе, и учитывающая возможные вариации формы и размеров отдельных геометрических элементов деталей этой группы.

Концептуальную модель комплексной детали можно рассмотреть на простейшем примере этой детали, положенной в основу команды **Ввод многоугольника** в графическом редакторе двумерного моделирования КОМПАС-ГРАФИК.

Эта команда обеспечивает обращение к иерархической древовидной структуре множеств многоугольников (геометрических типов), получаемых путем задания конкретных значений некоторых параметров, ограничений на значения параметров, зависимостей между ними (рис. 13.2).

В вершине этой иерархии лежит тип "абстрактный многоугольник" (т. е. комплексная деталь), все параметры которого свободны (т. е. их значения не заданы) и какие-либо зависимости между ними отсутствуют. Параметрами этого многоугольника являются: <количество углов> —  $n$ , <точка центра> —  $O$ , <радиус> —  $R$  описанной или вписанной окружности и <вершина> —  $A$  многоугольника. Из "абстрактного многоугольника" путем задания конкретных значений параметра <количество углов> ( $n$ ) можно получить различные типы многоугольников (равносторонний треугольник, квадрат, прямоугольник, равносторонний  $n$ -угольник). Далее путем конкретизации части параметров можно определить множество подтипов для каждого типа многоугольников. Конкретный же экземпляр многоугольника создается за конечное число шагов путем задания значений всех параметров.

Таким образом, комплексную деталь можно рассматривать как модель геометрического объекта (ГО), представляющего собой экземпляр некоторого геометрического типа данных. Этот тип включает: параметризованную процедуру построения экземпляра объекта, а также связанную с ней систему ограничений на параметры; внешнее графическое представление геометрического типа, которое может интерпретироваться как эскиз изделия; набор конкретных значений параметров, которые определяют выбранный конструктором экземпляр геометрической модели.

Чертеж комплексной детали должен быть параметризованным чертежом, с помощью которого создаются чертежи конкретных деталей, принадлежащих определенной группе (рис. 13.1).

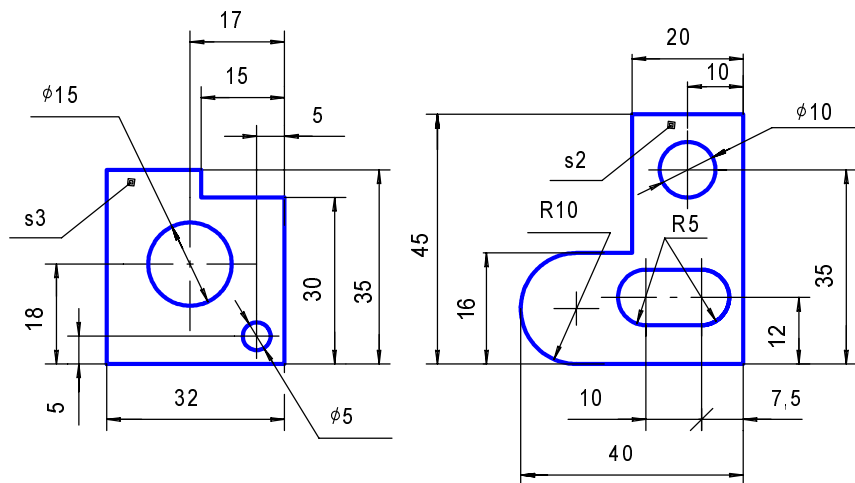




### 13.3. Пример синтеза и параметризации модели комплексной детали

Рассмотрим этапы создания модели комплексной детали для семейства плоских деталей, изображенных на рис. 13.3.

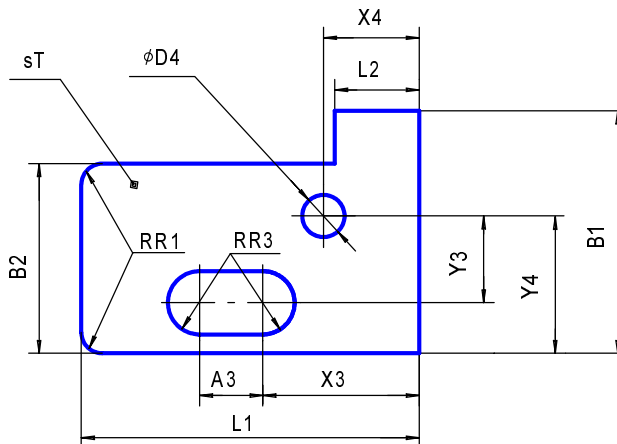
1. *Анализ деталей с целью объединения их в параметризованные семейства.* Изображенные на рис. 13.3 детали могут быть объединены в параметризованное семейство, т. к. обе плоские детали близки по форме. За конструкторскую базу (начало координат) удобно выбрать правый нижний угол. Каждая деталь содержит по два цилиндрических отверстия, расположение которых на поверхности деталей задается координатным способом. Отверстие с двумя параллельными поверхностями легко трансформируется в круглое цилиндрическое отверстие.



**Рис. 13.3.** Изображение деталей одного семейства

2. *Эскизная прорисовка (компоновка) комплексной детали.* На рис. 13.4 изображена комплексная деталь семейства деталей, представленных на рис. 13.3. На изображении комплексной детали показаны и объединены все элементы деталей данного семейства, а именно: "круглые" и "некруглые" отверстия; радиусы, скругления; внешний контур (форма) деталей.

Из сравнения комплексной детали с любой из семейства видно, что учтена вся совокупность возможных вариантов изменения формы и геометрии отдельных элементов.



**Рис. 13.4.** Изображение комплексной детали

Теперь рассмотрим последовательность параметризации полученной комплексной детали.

1. *Выбор схемы простановки размеров.* В нашем случае естественным является координатный способ задания геометрических элементов для всех деталей семейства. За базовые поверхности отсчета принимается правый нижний угол (рис. 13.4).
2. *Нанесение размерных линий.* Размерные линии проставляются в соответствии с общими правилами (ГОСТ 2.307-68) обозначения размеров на рабочих чертежах. Однако имеется некоторая специфика, которая связана с геометрией детали и возможностью ее трансформации в конкретные детали.
3. *Простановка обозначений параметров.* На чертеже комплексной детали над размерными линиями вместо размерных чисел наносятся параметры в виде символов (букв). Для обозначения параметров целесообразно применять стандартные (ГОСТ 2.321-84) или договорные символы. Например, длина —  $L, l$ ; ширина —  $B, b$ ; высота, глубина —  $H, h$ ; толщина (листов, стенок, ребер и др.) —  $s$ ; диаметр —  $D, d$ ; радиус —  $R, r$ ; координаты —  $X, Y, Z$ ; угловые размеры —  $U$ ; размеры фасок —  $c$ . Для удобства чтения и контроля чертежа комплексной детали следует последовательно индексировать параметры, причем так, чтобы всем размерам, определяющим какой-то элемент детали, присваивать одинаковый индекс последовательности. Например, всем параметрам, определяющим "некруглое" отверстие, присвоен индекс 3 ( $A3, R3$ ).
4. *Определение границ изменения некоторых параметров* в виде равенств и/или неравенств, например: для обеих деталей  $X3 < L1$ .
5. *Оформление таблицы параметров.* На рис. 13.5 все параметры комплексной детали сведены в таблицу.

N варианта на рис. 13.1	Параметры												
	Контур детали					Некруглое отв.				Круглое отв.			
	L1	L2	B1	B2	R1	A3	R3	X3	Y3	D4	X4	Y4	T
слева	32	15	30	35	0	0	2,5	5	5	15	17	18	3
справа	40	20	45	20	10	10	5	7,5	12	10	10	35	2

**Рис. 13.5.** Параметры комплексной детали для создания семейства вариантов

Обозначения параметров располагают, группируя их по определенному признаку, исходя из удобства их задания.

## 13.4. Особенности выполнения учебного задания

Особенности выполнения конкретных заданий рассмотрим на примере варианта 31 (см. рис. 13.1):

- в таблице параметры расположены в порядке возрастания индексов. Необходимо проанализировать геометрию всех четырех деталей и установить соответствие между параметрами и конкретными размерами каждой детали. Например, габаритный размер всех деталей определяется параметром D1, размеры отверстия второй детали определяют параметры A1, A2, B1, B2, D2 и т. д.;
- изображение комплексной детали можно получить, используя простейшую технологию. Необходимо последовательно совмещать кальки с изображением каждой отдельной детали до получения изображения, содержащего все геометрические элементы, которые имеются в отдельности у каждой из четырех деталей;
- конкретные размеры чертежа комплексной детали определяются площадью выделенного для него поля;
- пятый вариант детали — это комплексная деталь, у которой параметры заменены на конкретные размерные числа.

## 13.5. Создание параметризованных чертежей в системе КОМПАС-ГРАФИК

В разделе приводятся краткие сведения, необходимые для создания параметрических моделей, и пример, раскрывающий технологию создания такой модели в системе КОМПАС-ГРАФИК, версия 5.xx.

### 13.5.1. Локальные и глобальные привязки

Для создания параметрических моделей необходимо использование как локальных (ЛП), так и глобальных (ГП) привязок.


*Привязка* — это механизм, позволяющий точно задать положение курсора, выбрав условие его позиционирования (например, в узлах сетки, или в ближайшей характерной точке, или на пересечении объектов и т. д.).

Когда в процессе создания или редактирования объектов используется меню привязок или клавиатурные комбинации для того, чтобы точно установить курсор в нужную точку, применяется так называемая локальная привязка. Однако после того как был выбран вариант ЛП из меню привязок, система не запоминает, какой именно это был вариант. Если потребуется сделать точно такую же привязку к другой точке объекта, придется вызвать меню привязок и снова выбрать нужную команду. Это неудобно в том случае, если требуется выполнить несколько однотипных привязок подряд.

Для установки привязок необходимо установить курсор так, чтобы характерная точка объекта, которую нужно захватить, находилась внутри ловушки курсора. После этого положение курсора фиксируется нажатием левой кнопки мыши или клавиши <Enter>. Чтобы изменить размер ловушки курсора, используется команда **Настройка системы** (меню **Настройка**).

В отличие от локальной, ГП (если она установлена) всегда действует по умолчанию при выполнении операций ввода и редактирования. Например, если выбран вариант ГП к пересечениям, то при вводе точки система автоматически будет выполнять поиск ближайшего пересечения в пределах ловушки курсора. В том случае, если пересечение будет найдено, точка будет зафиксирована именно в этом месте.

Можно включать несколько различных ГП к объектам, и все они будут работать одновременно. При этом расчет точки выполняется "на лету", на экране отображается фантом, соответствующий этой точке, и текст с именем действующей в данный момент привязки. Цвет отображения фантома и текста соответствует цвету, установленному для увеличенного курсора.

Для вызова диалога настройки ГП служит кнопка **Привязки**, расположенная в **Строке текущего состояния**. Для того, чтобы установить нужную комбинацию ГП, включаются или отключаются флажки нужных пунктов в диалоговом окне. Можно также отключить действие всех глобальных привязок, а затем включить их в прежнем составе, воспользовавшись кнопкой **Запретить/разрешить** действие глобальных привязок  в **Строке текущего состояния**.

Эта кнопка служит индикатором действия глобальных привязок: нажатая кнопка означает, что ГП отключены, отжатая — включены.

Для переключения кнопки при помощи клавиатуры используется комбинация клавиш <Ctrl>+<d>. Для включения или выключения ГП служит также опция **Запретить** привязки диалога настройки.

ЛП является более приоритетной, чем глобальная, то есть при вызове какой-либо команды локальной привязки она подавляет установленную глобальную на время своего действия (до ввода точки или отказа).

Команда **Привязка по сетке**. Можно установить режим глобальной привязки по сетке в активном окне. В этом случае перемещение курсора мышью выполняется дискретно по точкам сетки.

На время действия глобальной привязки по сетке поле управления шагом курсора в **Строке текущего состояния** будет закрыто для доступа. ГП по сетке (как и любая другая ГП) действует только в том окне, в котором она была установлена. Изображение самой сетки на экране может быть при этом отключено.

Для включения режима необходимо щелкнуть левой кнопкой мыши на кнопке **Привязки**, расположенной в **Строке текущего состояния**, и затем в появившемся списке установить флажок на варианте **По сетке**.

Возможен и другой вариант, когда постоянная привязка по сетке не нужна, но в некоторые моменты работы требуется выполнить привязку к точкам сетки. В этом случае ГП по сетке отключается и выбирается в меню ГП другой вариант привязки или вариант **Не определена**.

Для того чтобы выполнить однократную привязку по сетке, выбирается нужный вариант (**По сетке**) в меню ЛП, вызвав его на экран щелчком правой кнопки мыши.

Команда **Ближайшая точка** позволяет выполнить привязку к ближайшей характерной точке объекта (например, к начальной точке отрезка) или к угловым точкам таблицы основной надписи.

Команда **Пересечение** позволяет выполнить привязку к ближайшей к ловушке курсора точке пересечения объектов.

Команда **Середина** позволяет выполнить привязку к середине объекта или к середине стороны внутренней рамки листа чертежа.

Команда **Центр** позволяет выполнить привязку к центральной точке окружности, дуги или эллипса.

Команда **Угловая привязка**. При выборе данного способа привязки курсор будет перемещаться относительно последней зафиксированной точки под углами, кратными указанному при настройке привязок значению.

Команда **Выравнивание**. При выборе данного способа привязки будет выполняться выравнивание вводимой точки объекта по другим характерным точкам, а также по последней зафиксированной точке. Последней зафиксированной точкой считается не только точка, указанная при выполнении какой-либо команды, но и точка, в которую курсор был установлен при помощи клавиатурной привязки.

Команда **Точка на кривой** позволяет выполнить привязку к ближайшей точке указанной кривой. Ближайшая точка будет определяться как пересечение

кривой с нормалью к ней, проведенной из зафиксированной точки. Для привязки курсор устанавливается так, чтобы его ловушка захватывала нужную кривую. Положение курсора фиксируется нажатием левой кнопки мыши или клавиши <Enter>.

### 13.5.2. Включение и настройка параметрического режима

Параметрический режим можно включить либо для всех открываемых или создаваемых вновь документов, либо для каждого конкретного документа в отдельности. Для того чтобы включить параметрический режим как действующий по умолчанию для всех вновь создаваемых графических документов, необходимо выполнить следующее:

1. Выбрать в меню **Настройка** команду **Настройка новых документов**. В появившемся диалоге выбрать пункт **Графический документ/Параметризация**.
2. Включить нужные опции в диалоге настройки параметризации.
3. Нажать кнопку **ОК** для выхода из диалога с сохранением сделанных настроек, которые теперь будут действовать для всех открываемых и новых чертежей и фрагментов.

Если параметрический режим по умолчанию не включен или необходимо изменить настройки только для активного документа, необходимо сделать следующее:


1. Выбрать в меню **Настройка** команду **Параметры текущего документа (фрагмента)**, далее выбрать пункт **Параметризация** и установить нужные опции параметрического режима.
2. Нажать кнопку **ОК** для выхода из диалога с сохранением сделанных настроек, которые теперь будут действовать для активного графического документа.

**Инструментальная панель параметризации.** Эта панель вызывается нажатием кнопки **П** панели переключения. На этой панели расположены кнопки вызова команд создания и редактирования параметрических связей и ограничений графических объектов.

### 13.5.3. Присвоение размеру имени переменной

Любому ассоциативному размеру можно присвоить имя переменной, т. е. создать связанную переменную. Это имя используется для того, чтобы в аналитической форме задать зависимость значения размера от других параметров, также представленных именами переменных. Чтобы присвоить ассоциативному размеру имя переменной, нужно выполнить следующие действия:

1. Дважды щелкнуть левой кнопкой мыши на тексте размерной надписи параметрического размера. На экране появится диалог ввода значения

размера и имени переменной. Другим способом является вызов команды **Изменить значение размера** кнопкой  на инструментальной панели параметризации и указание того размера, которому требуется присвоить имя переменной.

2. Ввести имя переменной в соответствующее поле появившегося диалога.
3. При присвоении размеру имени переменной допускается использование букв латинского алфавита (различаются символы верхнего и нижнего регистра), арабских цифр и символа подчеркивания. Длина имени переменной не более 16 символов. Первый символ в имени переменной — буква или подчеркивание. Одновременно можно отредактировать и значение размера.

После выхода из диалога имя переменной показывается в скобках под соответствующей ей размерной надписью (рис. 13.6).

Для визуализации имени переменной применяется подсветка (по умолчанию — красная). Имя переменной выводится на экран, но не выводится при печати.

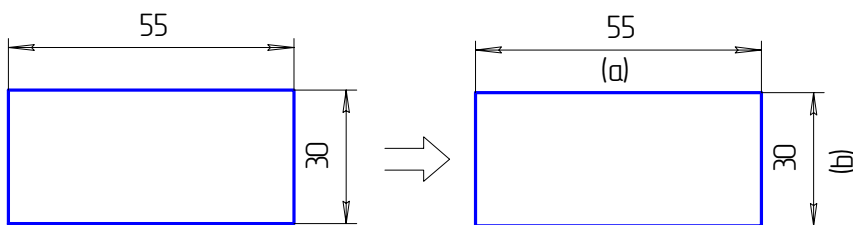


Рис. 13.6. Присвоение имен переменным


Размер, которому присвоено имя переменной, может быть только нефиксированным. Для того чтобы сделать постоянным значение размера, которому присвоено имя переменной, вызывается команда **Уравнения и неравенства** и вводится зависимость, однозначно определяющая значение переменной (например,  $a = 58$ ).

### 13.5.4. Преобразование обычной модели в параметрическую

Для преобразования обычного чертежа или фрагмента в параметрический необходимо выполнить следующие действия:

1. Наложить связи и ограничения, которые можно сформировать в полуавтоматическом режиме. К ним относятся: совпадение точек, горизонтальность, вертикальность, параллельность и перпендикулярность. Для этого выделяются любым удобным способом объекты, которые требуется пара-



метризовать. Далее необходимо перейти на **Инструментальную панель параметризации** и нажать кнопку **Параметризовать объекты** . В диалоге, появившемся на экране после вызова команды, выбираются названия ограничений и связей, которые требуется наложить на выделенные объекты, и задаются допуски для совпадения точек и отклонений углов наклона.

После нажатия кнопки **ОК** диалога выбора типа ограничений система автоматически наложит на выделенные объекты указанные ограничения.


2. Для того чтобы сделать размеры, штриховки, обозначения центра, шероховатости и обозначения баз ассоциированными с геометрическими объектами, можно в режиме редактирования каждого из этих объектов указать заново базовые кривые.

Другим способом является удаление старых непараметрических объектов и простановка их заново при включенном режиме создания ассоциативных объектов оформления (особенно рекомендуется для штриховок в случае сложной конфигурации штрихуемых областей).

3. Если требуется сформировать дополнительные связи и ограничения, то воспользуйтесь командами **Инструментальной панели параметризации**.

### 13.5.5. Преобразование параметрической модели в обычную

Для того чтобы полностью преобразовать параметрический чертеж или фрагмент в обычный, нужно выполнить следующие действия.

1. Выделить все объекты любым удобным способом (например, выполнив команду **Выделить | Все** или нажав клавиши <Ctrl>+<A>).
2. Перейти на **Инструментальную панель параметризации** и нажать кнопку **Удалить все ограничения** . После того как все ограничения с объектов будут сняты, рекомендуется закрыть чертеж или фрагмент (сохранив все сделанные изменения) и затем снова загрузить его в КОМПАС-ГРАФИК.

### 13.5.6. Редактирование перемещением точек

Можно редактировать объекты параметрической модели мышью, перемещая характерные точки объектов. Для такого редактирования необходимо сделать следующее:


1. Щелкнуть левой кнопкой мыши на объекте, который требуется изменить. Объект будет выделен как селектированный (обрисован установленным цветом по умолчанию — зеленым) и его характерные точки станут доступны.

2. Переместить нужную точку объекта в новое положение, при этом все связанные с ним объекты также будут перестроены.

Если на объект наложены ограничения, полностью определяющие его положение (например, проставлены все необходимые размеры, связывающие геометрию детали), будет выполнено простое перемещение связанных объектов в новое положение без перестроения геометрии. Если же объект при этом связан с зафиксированной точкой, то не будет выполнено вообще никаких действий.

### 13.5.7. Управление значениями размеров


Для того чтобы изменить значение ассоциативного размера (и, соответственно, конфигурацию управляемой им геометрии), необходимо выполнить следующее:

1. Дважды щелкнуть левой кнопкой мыши на тексте надписи параметрического размера. На экране появится диалог ввода значения размера и имени переменной. Другим способом является вызов команды **Установить значение размера** кнопкой  на **инструментальной панели параметризации** и указанием того размера, значение которого требуется изменить.
2. Ввести новое значение размера в поле появившегося диалога и нажать кнопку **ОК**. Значение размера изменится, причем размер будет зафиксирован.

В том случае, если значение размера невозможно изменить вследствие избыточности наложенных ограничений, будет выдано соответствующее сообщение.

Если требуется запустить стандартный процесс редактирования параметров размера, то надо дважды щелкнуть кнопкой мыши на любой его части размера за пределами размерной надписи.


Ассоциативный размер может быть фиксированным или свободным. Фиксированный размер обозначается рамкой вокруг размерной надписи, отображаемой цветом подсвечивания (по умолчанию — красным). Назначение фиксированного размера состоит в том, что задаваемая им длина (угол, радиус) при любом редактировании объектов должна сохранять свое значение неизменным.

Фиксацию размера можно снять (команда **Показать/удалить ограничения**) или установить (команда **Зафиксировать размер**) в любое время с помощью соответствующих кнопок **Показать/удалить ограничения**  и кнопкой

**Зафиксировать размер** .

### 13.5.8. Ввод и редактирование зависимостей между переменными.

Один из способов наложения параметрических связей и ограничений — определение зависимостей между параметрами в аналитической форме (задание уравнений и неравенств, связывающих параметры).

Уравнения и неравенства вводятся и редактируются в специальном диалоге, что дает возможность одновременного просмотра всех введенных зависимостей. Для вызова диалога работы с параметрическими уравнениями и неравенствами необходимо нажать кнопку **Уравнения и неравенства**  на **Инструментальной панели параметризации**.

В окне просмотра диалога отражаются существующие в текущем графическом документе параметрические уравнения и неравенства. В нижней части диалога находится строка для ввода и редактирования уравнений и неравенств. В этой строке находится уравнение или неравенство, выделенное цветом в окне просмотра.

Не следует опасаться, что при вводе новой зависимости "поверх" старой строки первоначальное выражение исчезнет. Для фиксации изменения выражения или нового выражения требуется воспользоваться кнопками **Заменить** и **Добавить** соответственно.

Для удаления выражения, выделенного в окне просмотра, служит кнопка **Удалить**.

Кнопка **Переменные** вызывает на экран диалог просмотра переменных текущего графического документа.

Завершение ввода новых и редактирования старых зависимостей производится кнопкой **Выход**.

### 13.5.9. Синтаксис уравнений и неравенств

В строку редактирования уравнений и неравенств можно вводить выражения вида:

$$a = b, a < b, a \leq b, a > b, a \geq b,$$

где  $a, b$  могут быть переменными, числами, арифметическими и логическими выражениями.

В выражении (как в уравнении, так и в неравенстве) обязательно должна присутствовать хотя бы одна переменная. В выражение (но не в имя переменной и не в числовое значение) может быть включено любое количество пробелов. При интерпретации выражения они не учитываются.

В калькуляторе, который обслуживает ввод и редактирование уравнений и неравенств, доступны арифметические и логические операции, некоторые

элементарные функции. Оперативную справку по арифметическим операциям и функциям можно получить в соответствующих разделах помощи системы КОМПАС. Ниже приводится перечень только логических операций:

==	тождественно;
!=	не тождественно;
>	больше;
<	меньше;
>=	больше или равно;
<=	меньше или равно;
!	логическое отрицание;
&&	логическое И;
	логическое ИЛИ;
?:	логическое выражение вида $a ? b : c$ (если $a$ — истина (не равно 0), то $b$ , иначе $c$ (где $a$ , $b$ и $c$ могут быть выражениями)).

В любом выражении обязательно должен присутствовать знак "=", "<", ">", "<=", ">=", что характеризует выражение как уравнение или неравенство.

Если в выражении присутствует знак "=", то выражение считается уравнением, а входящие в него знаки "<", ">", "<=" или ">=" считаются логическими операциями. При этом знак "=" должен находиться перед знаками логических операций.

Следует помнить, что знак "=" всегда является признаком уравнения, а в логическом равенстве (тождестве) используется знак "==".

В выражении не может присутствовать больше одного знака "=".

Если в выражении нет знака "=" и присутствует больше одного знака "<", ">", "<=" или ">=", то первый из них считается признаком неравенства, а следующие — знаками логических операций.

Предусмотрена возможность при вводе и редактировании уравнений и неравенств использовать predefined константы.


### 13.5.10. Наложение и снятие ограничений

Различные взаимосвязи и ограничения можно назначить объектам в любой момент, когда это потребуется. Нужные команды находятся на **Инструментальной панели параметризации**. Для того чтобы наложить какое-либо ограничение на объект (или несколько объектов), нужно выполнить следующие действия:


1. Перейти на **Инструментальную панель параметризации**, нажав кнопку **П** на панели переключения.

2. Вызвать нужную команду установки ограничения с помощью соответствующей кнопки на инструментальной панели.
3. Последовательно указать объекты, на которые нужно наложить ограничения (естественно, тип объекта должен соответствовать типу ограничения).

Для того чтобы просмотреть ограничения или снять их с объекта, выполняется следующее:

1. Указывается объект, ограничения которого требуется просмотреть.
2. Нажимается кнопка **Показать/удалить ограничения**  на **Инструментальной панели параметризации**. Ограничения объекта будут отображены на экране в соответствующем диалоге.
3. Если необходимо удалить какое-либо ограничение, то оно выделяется в диалоговом окне и нажимается кнопка **Удалить**.

Для того чтобы удалить все ограничения с одного или нескольких объектов, выполняется следующее:

1. Любым способом выделяются объекты, ограничения которых требуется удалить.
2. Нажатие кнопки **Удалить все ограничения**  на **Инструментальной панели параметризации** приводит к снятию ограничений для выделенных объектов.

Вместе с ограничениями геометрических объектов удаляются ограничения всех ассоциированных с ними объектов оформления.

### 13.5.11. Нанесение и скрытие дополнительных размеров

В ряде случаев при построении параметризованных моделей некоторые из примитивов должны сохранять свое положение относительно других элементов модели. Это, прежде всего, относится к стандартному выходу за пределы габаритного изображения осевых линий.

Для обеспечения необходимого выхода осевой линии в данной версии КОМПАС-ГРАФИК приходится наносить вспомогательный дополнительный фиксированный линейный размер. Хотя это и противоречит ГОСТу, тем не менее такой прием обеспечит правильную работу параметрической модели.

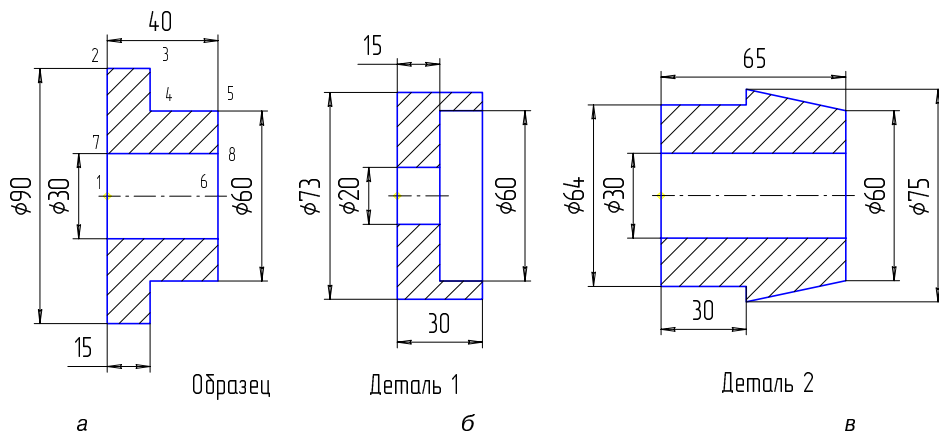
Простановка дополнительных линейных размеров обычно производится после прорисовки контура детали, поэтому они, как правило, располагаются на текущем слое 0. Так как проставленные размеры носят вспомогательный

характер, то на рабочих чертежах они должны быть невидимы. Чтобы скрыть проставленные дополнительные размеры, их необходимо перенести на другой слой, например на слой 1. Для такого переноса необходимо выделить размеры (последовательные щелчки кнопкой мыши при нажатой клавише <Shift>) и щелкнуть правой кнопкой мыши на любом из выделенных размеров. Из появившегося меню выбирается команда **Изменить слой**. В списке диалогового окна **Выберите слой** делается текущим слой 1 (или следующий не занятый) и нажимается кнопка **ОК**. После этого выделенные размеры переместятся на слой 1.

Теперь слой 1 необходимо отключить. Для этого нужно щелкнуть на кнопке **Слой**  в **Строке текущих параметров**. В появившемся окне **Состояние слоев** делается текущей строка 1 и включается флажок "Погасить". После нажатия кнопки **ОК** диалоговое окно будет закрыто, а отмеченные дополнительные размеры исчезнут с экрана.




### 13.5.12. Пример построения параметрической модели



Выполним следующее задание: построить параметрическую модель втулки, вид которой изображен на рис. 13.7, *а* в виде фрагмента чертежа. На основании построенной модели создать параметризованные чертежи, показанные на рис. 13.7, *б* и 13.7, *в*. Для одной из деталей ввести функциональную зависимость между внутренним и одним из внешних диаметров.






**Рис. 13.7.** Создание параметризованных чертежей: *а* — исходные данные; *б* — параметризованный чертеж детали 1; *в* — детали 2

Для решения задачи необходимо проделать следующее:

1. В режиме **Настройка | Параметры текущего фрагмента | Параметризация** установить флажки с именем "Все". В глобальных привязках должны быть установлены привязки: **Ближайшая точка, Пересечение, Точка на кривой**.
2. Включить сетку.
3. В порядке, приведенном на образце, нарисовать верхний внешний контур детали 16 и линию внутреннего отверстия 7—8. Рекомендуется проводить отрисовку детали с помощью клавиатуры. При необходимости горизонтальность и вертикальность отрезков устанавливается с помощью кнопок **Горизонталь**  и **Вертикаль** .
4. Проверить работоспособность модели, перемещая отрезок 5—6. При этом отрезок 7—8 должен перемещаться синхронно. С помощью клавиши **Undo**  вернуть чертеж в исходное состояние.
5. При отрисовке осевой линии рекомендуется установить шаг 1 мм, запретить глобальные привязки, а вычерчивание осевой линии проводить с помощью клавиши <5> цифровой клавиатуры для обеспечения привязки к концу отрезка. Осевая линия должна выступать за пределы контура детали согласно ГОСТу.
6. Нанести размеры на выступающие части осевой линии и в режиме параметризации зафиксировать их значения. Удерживая клавишу <Ctrl>, разделить оба размера.
7. С помощью кнопки **Слой** в **Строке текущего состояния** открыть новый слой и нажать кнопку **ОК**. Правой кнопкой мыши отметить один из выделенных размеров и в появившемся меню выбрать пункт **Изменить слой**. В следующем меню отметить открытый ранее слой и нажать **ОК**. Далее с помощью кнопки **Слой** открыть спецификацию слоев, выбрать последний слой и опцию **Погасить**. После нажатия кнопки **ОК** размеры с экрана монитора исчезнут.
8. Выделить текущей рамкой изображение, кроме осевой линии.

В редакторе с помощью кнопки **Симметрия**  построить полное изображение модели. В строке состояния необходимо уточнить требуемый вид симметрии кнопкой .

1. По полученной модели построить изображение деталей 1 и 2. При построении изображения детали 2 (рис. 13.7, в) необходимо снять ограничение горизонтальности с отрезка 4—5 (рис. 13.7, а).

2. Для установки ограничений размеров диаметров, например, детали 1 (рис. 13.7, б), кнопкой **Установить значение размера**  присвоить размеру "20" имя переменной "a", а размеру "73" — "b".
3. Для ввода уравнения, связывающего переменные a и b, необходимо нажать кнопку **Уравнения и неравенства** .
4. В появившемся диалоговом окне вводится зависимость  $b=2 \times a$ , которая фиксируется кнопкой **Добавить**.
5. Для проверки работоспособности полученной модели с помощью кнопки  изменяется значение одного из диаметров.
6. При необходимости можно вводить на переменные ограничения в виде неравенств.





## **Часть III**

# **КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИЗУЧЕНИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ И ГРАФИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН**

**Глава 14. Информатизация преподавания  
геометрических и графических дисциплин**

**Глава 15. Олимпиады  
по дисциплинам графического цикла**

## Глава 14

# Информатизация преподавания геометрических и графических дисциплин

Инженерная компьютерная графика является одной из наиболее интенсивно развивающихся отраслей технических знаний. Современные CAD-подсистемы, входящие в состав интегрированных CAD/CAM/CAE-систем (Computer Aided Manufacturing/Engineering — поддержанное компьютером конструирование/изготовление/инженерная деятельность) и системы твердотельного параметрического моделирования механических объектов, отражающие последние достижения инженерной компьютерной графики, представляют собой наиболее важные разработки в области новых технологий по автоматизации деятельности инженеров, конструкторов и технологов [12]. Эта оценка была сделана еще в конце 80-х годов прошлого века, и в последние годы системы инженерной компьютерной графики продолжали совершенствоваться, становясь все более доступными для широкого круга пользователей. Пользователи таких систем должны иметь основательную компьютерную геометрическую и графическую подготовку. Фундамент этой подготовки начинает закладываться в рамках учебных дисциплин "Инженерная и компьютерная графика", "Инженерная графика" и др. Бурное развитие инженерной компьютерной графики находит отражение в школьных и вузовских образовательных программах геометрических и графических дисциплин.

### 14.1. Информатизация преподавания черчения в школе

"Черчение с элементами компьютерной графики" является курсом, предназначенным для учащихся всех типов учреждений среднего образования (профильных и непрофильных). Его содержание соответствует базовому уровню графической подготовки школьников и представляет собой интеграцию основ графического языка, изучаемого в курсе "Черчение", и элементов компьютерной графики, осваиваемых на уровне пользователя системы AutoCAD.

Курс для учащихся 7—9-х классов рассчитан на 204 часа (по 2 часа в неделю; 5 часов — резервное время). По согласованию с администрацией школы возможно увеличение продолжительности изучения курса за счет школьного и регионального компонентов.

Учебная программа предполагает равное количество часов на освоение ручного и машинного способов выполнения чертежей.

Приведенные фразы взяты из пояснительной записки к соответствующей программе, авторами которой являются д-р пед. наук, академик Международной педагогической академии, проф. В. В. Степакова, д-р пед. наук, проф. Л. Н. Анисимова, И. И. Демидова и др.[7]. Указанная программа была еще в 1997 г. рекомендована Управлением развития общего среднего образования Минобразования России и издана тиражом около 100 000 экз.

Табл. 14.1 позволяет сопоставить тематику графических работ из обязательного минимума школьной программы и большинства учебных заданий настоящего Практикума.

**Таблица 14.1.** Темы графических работ, выполняемых на компьютере

Программа "Черчение с элементами компьютерной графики"	Практикум
1 Вычерчивание средствами AutoCAD плоской детали, содержащей элементы сопряжения	Изображение плоской детали с элементами сопряжений
2 Выполнение проекционного чертежа предмета (модели детали) в системе двух плоскостей проекций	Построение горизонтальной проекции детали. Выполнение двухпроекционного изображения детали
3 Выполнение проекционного чертежа предмета (модели детали) в системе трех плоскостей проекций	Построение видов сверху и слева детали. Выполнение трехпроекционного чертежа детали
4 Построение изометрической проекции на экране дисплея	Построение прямоугольной изометрической проекции детали
5 Моделирование трехмерной модели на ПК с использованием библиотеки трехмерных элементов	Построение аксонометрии на основе использования изображений базовых объемных элементов
6 Выполнение рамки чертежа и основной надписи в графическом редакторе	
7 Графическая работа по созданию многослойного чертежа детали	Построение аксонометрии и развертки многогранника

Таблица 14.1 (окончание)

Программа "Черчение с элементами компьютерной графики"	Практикум
8 Выполнение разрезов и сечений на компьютерном чертеже	Выполнение разрезов. Дополнение главного вида детали сечениями и разрезом. Построение главного вида детали по заданным сечениям и разрезу
9 Выполнение чертежа втулки. Вырез четверти втулки на аксонометрической проекции	Выполнение чертежа детали, содержащего необходимое количество изображений
10 Выполнение чертежа детали, заданной на наглядном изображении, с использованием средств машинного проектирования	Чертеж преобразованного вырезами объекта. Чертеж преобразованного сдвигом объекта
11 Выполнение чертежей резьбовых соединений	Изображение резьбы. Изображение резьбовых соединений. Изображение соединений с крепежными деталями
12 Выполнение чертежа общего вида несложного изделия (сборочной единицы)	Сборочный чертеж паяного соединения
13 Детализирование чертежей общего вида в системе AutoCAD	Детализирование на основе трехмерного моделирования
14 Создание сборочного чертежа на основе редактирования существующих изображений деталей с помощью команд CHANGE и CHPROP	Изображение изделия по описанию его сборки
15 Заполнение спецификации в системе AutoCAD (с использованием команд TEXT, DTEXT, STYLE)	Завершение выполнения сборочного чертежа и спецификации
16 Выполнение сборочного чертежа изделия, содержащего повторяющиеся изображения (элементы детали, детали, группы деталей)	
17 Создание сборочного чертежа с помощью компьютерной графики (запись блока в файл, вставка его в другой чертеж, разбиение его на примитивы и редактирование его в новом чертеже)	

Сопоставление перечисленных в табл. 14.1 тем графических работ показывает, что учебные задания Практикума являются реальным информационно-методическим обеспечением школьных программ курса "Черчение", по которым школьники знакомятся с основами разработки компьютерных чертежей.

Несмотря на то, что упомянутая учебная программа была разработана давно и издана тиражом около 100 000 экземпляров, школ, где что-то реально сделано по информатизации курса "Черчение", ничтожно мало. На несколько порядков больше школ, в которых школьники вообще не изучают черчение. Причин этому много, одна из главных — директорам школ позволительно нарушать действующие государственные образовательные стандарты (ГОС). На примере Санкт-Петербурга можно заметить, что в этих нарушениях особенно преуспевают директора физико-математических школ и так называемых "продвинутых" гимназий.

Неблагополучно положение с подготовкой будущих учителей по черчению в области применения информационных технологий. В ГОС высшего профессионального образования по специальности 030500.04 "Профессиональное обучение (дизайн)" в разделе "Дисциплины отраслевой подготовки" представлены всего 2 дисциплины: "Инженерная графика с основами проектирования" (150 час.) и "Компьютерная графика" (250 час.), в рамках которых студентов учат, как преподавать в школе черчение, в том числе с использованием графических редакторов. В эти дисциплины включены следующие дидактические единицы.

*Инженерная графика с основами проектирования.* Основы начертательной геометрии; правила оформления чертежей. Построение геометрических предметов в ракурсах, построение сечений, тел вращения. Общая методология и логика решения графических задач; средства инженерной графики; методы и приемы выполнения чертежей. Воссоздание формы предмета по чертежу (в трех проекциях), изображения ее в рисунке. Построение перспективного сокращения геометрических тел, архитектурных элементов и предметов дизайна в чертежах; законы линейной перспективы и основные методы построения пространства на плоскости; картинная плоскость, горизонт, главная точка схода, перспектива прямых линий, углов, геометрических фигур и тел; построение теней.

*Компьютерная графика.* Технология практической работы с компьютером; разработка педагогических программных средств. Виды компьютерной графики; основы работы в графическом редакторе PaintBrush; основы векторной графики, работа в CorelDRAW. Решение общих и композиционных задач проектирования.

Очевидно, что отраслевая подготовка по двум дисциплинам с рассмотренным содержанием явно не достаточна будущим молодым учителям для результативной работы с учениками в компьютерных классах. В педагогических вузах практически нет преподавателей, которые могли бы научить

будущих учителей тому, как внедрять информационные технологии в преподавание школьного черчения. К счастью, есть исключения в лице отдельных энтузиастов и целых педагогических коллективов. В первую очередь, следует упомянуть о многолетних усилиях профессора Коломенского педагогического института А. А. Богуславского по внедрению редактора КОМПАС-ГРАФИК в преподавание школьного черчения [13]. В некоторых технических университетах начата обстоятельная подготовка по специальности 030500.04. Значительные успехи достигнуты под руководством заведующего кафедрой инженерной и компьютерной графики В. Т. Тозика в Санкт-Петербургском государственном университете информационных технологий механики и оптики ([www.kikg.ifmo.ru](http://www.kikg.ifmo.ru)). На этой кафедре студентов учат работать в графических средах в рамках еще нескольких дисциплин:

- компьютерный дизайн и анимация (представление результатов технического творчества с использованием пакетов Fotoshop, 3DS Max и др.);
- системы сквозного проектирования (изучение технологии CAD/CAM-систем с использованием пакетов SolidWorks, Unigraphics и др.);
- системы мультимедиа и виртуальной реальности.

В школах появляется все больше компьютерных классов, оснащенных самой современной техникой. Однако большинство учителей по информатике эти классы считают своей вотчиной и не очень приветствуют приход в них учителей-предметников, особенно со своими учениками. Хотя существует практика проведения так называемых бинарных уроков, когда классы делятся на подгруппы и учителя по информатике сотрудничают с учителями-предметниками.

## **14.2. Дидактические единицы геометрических и графических общепрофессиональных дисциплин**

В государственных образовательных стандартах высшего профессионального образования (ГОС ВПО) определено ядро из шести обязательных общепрофессиональных макродисциплин, одна из которых имеет название "Геометрия и графика". Эту макродисциплину образуют следующие общепрофессиональные дисциплины (ОПД):

- начертательная геометрия;
- инженерная графика;
- компьютерная графика;
- вычислительная геометрия;
- проекционная геометрия;
- геометрическое моделирование;
- инженерный дизайн.

ОПД формируются на основе соответствующей области научного знания с учетом необходимой профессионализации подготовки специалистов. Содержание каждой из дисциплин определено набором дидактических единиц (основных понятий). В первом поколении ГОС ВПО требования к обязательному минимуму содержания основных образовательных программ ОПД области знаний "Геометрия и графика" определялись наличием следующих дидактических единиц:

*Начертательная геометрия (НГ):* введение; предмет начертательной геометрии; задание точки, прямой и многогранников на комплексном чертеже Монжа; позиционные и метрические задачи; способы преобразования проекций; многогранники; кривые линии; поверхности; поверхности вращения; линейные, винтовые и циклические поверхности; обобщенные позиционные задачи; касательные линии и плоскости к поверхности; аксонометрические проекции.

*Инженерная графика (ИГ):* конструкторская документация; оформление чертежей; геометрические основы; элементы геометрии деталей; изображения, надписи, обозначения; изображения и обозначения элементов деталей; изображение и обозначение резьбы; рабочие чертежи деталей; изображения сборочных единиц; сборочный чертёж изделий.

*Компьютерная графика (КГ):* компьютерная графика, геометрическое моделирование и решаемые ими задачи; графические объекты, примитивы и их атрибуты; представление видеоинформации и ее машинная генерация; графические языки; метафайлы; архитектура графических терминалов и графических рабочих станций; реализация аппаратно-программных модулей графической системы; базовая графика; пространственная графика; современные стандарты компьютерной графики; графические диалоговые системы; применение интерактивных графических систем.

*Геометрическое моделирование:* геометрические основы моделирования; параметризация геометрических условий и свойств объекта моделирования; внешняя и внутренняя параметризация; параметрический принцип конструирования поверхностей и многообразий; параметрическая оценка объекта моделирования; дифференциальные характеристики объекта; геометрическое моделирование инженерных объектов, процессов, экспериментов; вычислительная основа моделирования; методы формирования одномерных и двумерных объектов; каркасно-параметрическое моделирование; формирование моделей геометрических тел; визуализация геометрических моделей; методы и алгоритмы решения прикладных задач

Общепрофессиональные дисциплины с указанным выше наполнением дидактическими единицами определим как  *типовые модули*. В новом поколении ГОС ВПО обращается внимание на возможность вариативного построения дисциплин ядра, когда макродисциплина формируется выбором дисциплин в соответствии с потребностями направлений. С другой стороны, одним из принципов формирования цикла ОПД является минимизация количества ОПД за счет формирования дисциплин, отражающих теоретические основы

или прикладные аспекты соответствующей области знаний. В результате в учебных планах появляются дисциплины, являющиеся макродисциплинами по существу и включающие в свой состав видоизмененные или нет типовые модули. Следует отметить, что, как правило, на изучение таких дисциплин предусматриваются объемы аудиторных занятий существенно ниже разумных.

На примере направлений подготовки бакалавров, направлений и специальностей подготовки дипломированных специалистов (инженеров) в СПбГЭТУ "ЛЭТИ" рассмотрим различия требований к содержанию геометрических и графических модулей.

В табл. 14.2 раскрыто содержание дисциплины "Инженерная и компьютерная графика", для которой СПбГЭТУ "ЛЭТИ" является головным в России.

**Таблица 14.2.** Дидактические единицы дисциплины "Инженерная и компьютерная графика" для направлений подготовки бакалавров и инженеров

Направления подготовки бакалавров	Направления и специальности подготовки дипломированных специалистов	Содержание основных разделов
550200 — Автоматизация и управление; 550400 — Телекоммуникации; 550700 — Электроника и микроэлектроника; 551100 — Проектирование и технология электронных средств; 552500 — Радиотехника; 553000 — Системный анализ и управление; 553100 — Техническая физика; 553400 — Биомедицинская инженерия	651900 — Автоматизация и управление: 210100, 210600; 654200 — Радиотехника: 200700, 201600; 654100 — Электроника и микроэлектроника: 071400, 200100, 20300, 201900; 653900 — Биомедицинская техника: 190500, 190600; 651900 — Автоматизация и управление: 210600	Элементы начертательной геометрии: задание точки, прямой и многогранников на комплексном чертеже Монжа, позиционные и метрические задачи, способы преобразования чертежа, многогранники, обобщенные позиционные задачи. Инженерная графика: конструкторская документация; оформление чертежей; изображения, надписи и обозначения элементов деталей; аксонометрические проекции деталей; изображения и обозначения элементов деталей; рабочие чертежи и эскизы деталей; изображения сборочных единиц; сборочные чертежи изделий. Понятие о компьютерной графике: геометрическое моделирование и его задачи; графические объекты, примитивы и их атрибуты, применение интерактивных графических систем для выполнения и редактирования изображений и чертежей, решение задач геометрического моделирования.



В табл. 14.3 показано, для каких направлений подготовки в типовые модули введены (или нет) дополнительные дидактические единицы.

**Таблица 14.3.** *Дополнительные дидактические единицы типовых модулей для направлений подготовки бакалавров и инженеров*

<b>Направления подготовки бакалавров</b>	<b>Направления и специальности подготовки дипломированных специалистов</b>	<b>Название дисциплины</b> <b>Дополнительные дидактические единицы</b>
551100 — Проектирование и технология электронных средств	654300 — Проектирование и технология электронных средств: 200800	Инженерная и компьютерная графика  Компьютерная графика; графические языки; базовая графика; пространственная графика; современные стандарты компьютерной графики; графические диалоговые системы; применение интерактивных графических систем
550200 — Автоматизация и управление	652300 — Системы управления движением и навигация: 210500	Начертательная геометрия. Инженерная графика  Компьютерная графика
551300 — Электротехника, электромеханика и электротехнологии	654500 — Электротехника, электромеханика и электротехнологии: 180100, 180400, 180500, 180900	Начертательная геометрия. Инженерная графика  Дополнения в типовых модулях НГ и ИГ отсутствуют
551500 — Приборостроение	653700 — Приборостроение: 190100, 190200, 190400, 190900  654000 — Оптотехника: 190700  654700 — Информационные системы: 071900  656600 — Защита окружающей среды: 330200  657000 — Управление качеством	Начертательная геометрия и инженерная графика  Инструментальные и программные средства компьютерной инженерной графики; работа с графическими редакторами и пакетами  Компьютерная геометрия и графика  Дополнения в типовом модуле КГ отсутствуют  Начертательная геометрия. Инженерная графика  Компьютерная графика  Инженерная графика  Дополнения в типовом модуле ИГ отсутствуют

Табл. 14.4 показывает пример нетрадиционного и расширительного выбора дидактических единиц для формирования содержания графических ОПД.

**Таблица 14.4.** Дидактические единицы графических ОПД для направлений подготовки бакалавров и инженеров

Направления подготовки бакалавров	Направления и специальности подготовки дипломированных специалистов	Название дисциплины Дидактические единицы
552800 — Информатика и вычислительная техника	654600 — Информатика и вычислительная техника: 220100, 220200, 220300, 220400, 075200	<p>Инженерная графика</p> <p>Задачи геометрического моделирования; отображение геометрической модели в чертеже; аппарат проецирования; комплексный чертеж; точка, прямая, плоскость, линия, поверхность, их пересечения, развертки; способ замены плоскостей проекций; метрические задачи; позиционные задачи; аксонометрические проекции</p> <p>Компьютерная графика</p> <p>Области применения компьютерной графики, тенденции построения современных графических систем: графическое ядро, приложения, инструментарий для написания приложений; стандарты в области разработки графических систем; технические средства компьютерной графики, графические адаптеры, плоттеры, принтеры, сканеры; графические процессоры, аппаратная реализация графических функций; понятие конвейеров ввода и вывода графической информации; форматы хранения графической информации; принципы построения "открытых" графических систем; 2D и 3D-моделирование в рамках графических систем; проблемы геометрического моделирования; виды геометрических моделей и их свойства, параметризация моделей; геометрические операции над моделями; алгоритмы визуализации: отсечения, развертки, удаление невидимых линий и поверхностей, закраски; способы создания фотореалистических изображений; основные функциональные возможности современных графических систем; организация диалога в графических системах; классификация и обзор современных графических систем</p>

Рассмотрение содержания основных разделов в табл. 14.2, дополнительных дидактических единиц в табл. 14.3 и дидактических единиц в табл. 14.4 указывает на понимание важности изучения студентами вопросов автоматизации подготовки конструкторских документов и решения задач геометрического моделирования. Повторим, что аудиторного времени на изучение этих сравнительно новых вопросов пока отводят чрезвычайно мало.

### **14.3. Некоторые аспекты использования информационных технологий при изучении чертежно-графических дисциплин**

В данном разделе на основании накопленного опыта отмечаются наиболее значимые аспекты внедрения информационных технологий, обеспечивающие повышение уровня геометрической, графической и компьютерной подготовки.

*Интенсификация обучения.* Утвержденная в 1994 г. Главным управлением образовательных профессиональных программ и технологий программа учебной дисциплины "Начертательная геометрия. Инженерная графика" рекомендует минимально допустимые объемы временных затрат на дисциплину для конструкторско-технологических специальностей (уровень 3) и специальностей по наладке, испытаниям и эксплуатации (уровень 4) для машиностроительных отраслей. Эти объемы при подготовке бакалавров составляют (в часах) для уровня 3 — 180, в том числе аудиторных — 136; для уровня 4 — 140 (70). Для инженерной подготовки эти объемы на 15—25% больше. При включении в учебный процесс самостоятельных модулей "Компьютерная графика", "Геометрическое моделирование" и др. рекомендовано выделение дополнительных часов по каждому модулю. В подавляющем большинстве вузов эти рекомендации не выполнялись, причем инициаторами нарушений не являлись коллективы соответствующих кафедр или их руководители. Возникло явное противоречие между трудоемкостью изучения отдельных тем, потребностью вывода графической подготовки на современный уровень, с одной стороны, и реально утвержденными объемами аудиторных занятий — с другой. Опыт показал, что разрешить это противоречие позволило внедрение в учебный процесс информационных технологий (ИТ). Было доказано, что при использовании ИТ в качестве инструмента можно повысить производительность труда и преподавателей, и студентов.

*Упорядоченность изучения материала* была достигнута за счет того, что исходные данные в заданиях подготавливались так, чтобы продуктивные графические построения на компьютере были ориентированы на заданные темы.

Альтернативой такому подходу при традиционном обучении явилось бы использование рабочих тетрадей с карточками заданий по черчению [2, 4].

Последовательность представления заданий может обеспечивать разные сценарии постепенного освоения двумерных редакторов. В основе одного сценария — выполнение заданий, наполненных дидактическими единицами школьных программ по черчению. Для студентов, получивших в школе подготовку по черчению, предлагаются задания, учитывающие полученные в школе знания.

Повышение с годами уровня подготовленности школьников и студентов по работе в средах конечных пользователей операционной системы Windows сделало возможным отказаться от применения на начальных этапах обучения тренировочных упражнений по формированию навыков работы с двумерными графическими редакторами. Однако опыт показывает целесообразность использования таких упражнений (см. главу 11) при первом знакомстве с трехмерными редакторами.

*Индивидуализация обучения.* Внедрение ИТ в обучение позволяет достаточно быстро разрабатывать и предлагать учащимся многообразие вариантов индивидуальных заданий по большому количеству тем с учетом уровня начальной геометрической, графической и компьютерной подготовленности обучаемых. Интеллектуальная нагруженность индивидуальных заданий должна быть максимальной, чтобы вызвать у обучаемого потребность до работы на компьютере осмыслить и оптимизировать отдельные этапы решения задачи, обратиться к справочной и учебной литературе и определить "траекторию" движения к конечному результату при максимальном использовании имеющихся в его распоряжении видов обеспечения. К сожалению, некоторые студенты пытаются повторить известные траектории, заказывая выполнение заданий или пытаясь выдать чужие результаты за свои, в том числе, используя ресурсы Интернета.

*Реализация элементов дистанционного обучения.* Внедрение информационных технологий в обучение должно учитывать и устойчивую тенденцию к увеличению персональных компьютеров, находящихся в личном пользовании у студентов. Методические разработки, позволяющие наиболее эффективно использовать эти средства, по существу являются внутренним наполнением дистанционного обучения, понимаемого до сих пор чаще как заочное обучение с применением ИТ и компьютерных средств телекоммуникаций. Использование в электронной форме разработанных и представленных в Практикуме учебных заданий — внедрение элементов дистанционного обучения в образование. Это внедрение позволяет учащимся выполнять учебные задания в более удобное для них время и зачастую на более совершенной технике, а также снижает напряженность, связанную с перегруженностью дисплейных классов, когда студентов вдвое больше, чем компьютеров.

Важным элементом реализации дистанционного обучения является оперативная проверка преподавателем правильности выполнения учебных заданий. Естественной формой представления результата компьютерного выполнения чертежа является его распечатка, которая удобна для проверки при очном обучении. Очевидна простота реализации off-line технологии, когда обучае-

мый может передавать по электронной почте файлы на проверку и получать проверенные, а преподаватель — оперативно проверять графические работы, отмечать недочеты, и в результате создавать для обучаемого условия для ускоренного получения конечного результата.

*Интенсификация развития образного мышления.* Как отмечается в [1], одна из болевых точек нашего образования исторически связана с преобладающим развитием вербально-логического, аналитического, т. е. левополушарного мышления человека. Это происходит в ущерб синтетическому, образному, интуитивному и ситуативному мышлению, т. е. правополушарному. Автору Практикума было приятно узнать, что развитие правополушарного мышления является одним из важнейших аспектов системной интеграции ИТ в высшей школе [1].

Появление в образовательных учреждениях и в личном пользовании учащихся средств трехмерного моделирования делает возможным пересмотреть традиционные взгляды на преподавание геометрических и графических дисциплин. Как известно [12], концепция построения современных САД/САМ/САЕ-систем основана на использовании идей трехмерного параметрического твердотельного моделирования. Уже отмечалось, что объектом проектирования в таких системах является изделие, а конструкторские документы выполняют лишь вспомогательные функции. Поэтому, не уменьшая важность обучения подготовке конструкторской документации, все большее внимание следует уделять изучению общих вопросов геометрического моделирования, таким как параметризация, методы геометрического синтеза в пространстве, модификации и оптимизации моделей и т. д. Представляется целесообразным показывать, как отдельные, достаточно сложные классические задачи начертательной геометрии решаются средствами трехмерного моделирования [9].

Поскольку геометрическое моделирование опирается на высший уровень интеллектуального умения по обработке графической информации, а основы геометрического моделирования могут не требовать специальных знаний, связанных, например, с технологией изготовления моделируемых изделий или правилами оформления чертежей, то именно задачи геометрического моделирования открывают максимальные возможности по развитию творческого образного мышления. И эти задачи надо начинать решать уже в школе.

*Реализация деятельностного подхода к инженерному образованию* — это использование таких форм обучения и подготовки, когда студент в той или иной мере включается в подлинную или очень близкую к ней инженерную или научную деятельность. Кроме деятельностного, дидактике известен еще один подход — информационно-иллюстративный, который преимущественно используется в традиционной школе, когда главенствует ориентация на усвоение основ наук. Наиболее существенные различия в этих подходах в том, что в традиционном обучении опираются главным образом на процессы внимания, восприятия и запоминания информации (школа памяти), а при деятельностном подходе во главе решение не абстрактных, а конкрет-

ных задач профессионального характера на уровне творческого мышления и социальной активности (школа мышления).

Обучение студентов решению задач автоматизации подготовки конструкторских документов и геометрического моделирования в графических средах САД-систем является убедительным примером реализации деятельностного подхода к инженерному образованию

*Доступность учебно-методических ресурсов.* В России до недавнего времени практически отсутствовал рынок образовательных продуктов, которые можно было бы приобрести для использования при преподавании чертежно-графических дисциплин. Благодаря усилиям АО "АСКОН" — разработчика системы КОМПАС-3D ([www.ascon.ru](http://www.ascon.ru)), положение дел начало меняться. В конце 2001 г. появился сайт "КОМПАС в образовании" ([www.kompas-edu.ru](http://www.kompas-edu.ru)). Цель создания сайта заключалась в том, чтобы у заинтересованных "всегда была своевременная и точная информация о грядущих событиях в образовательной среде — об олимпиадах, курсах, конференциях, семинарах, которые будут проводиться в учебных заведениях страны по черчению, инженерной и машинной графике и другим техническим дисциплинам с использованием систем КОМПАС". В одном из распространяемых по вузам документов АО "АСКОН" отмечено, что "главная особенность интернет-ресурса "КОМПАС в образовании" — каталог аннотированных ссылок на тщательно отобранные методические разработки преподавателей различных вузов страны, которые будут размещаться на сайте с соблюдением закона об авторском праве, т. е. только при официально оформленном разрешении автора на возможность такого размещения".

Сайт включает несколько разделов. В разделе **Библиотека** предлагаются:

- аннотации популярной литературы по инженерной и компьютерной графике, трехмерному моделированию, прикладному программированию для широкого круга читателей — преподавателей, студентов, специалистов (в апреле 2004 г. список открывался аннотацией выпущенной в 2004 г. издательством "БХВ-Петербург" книги [9] с компакт-диском, на котором приведены упражнения и задания для самостоятельного выполнения, большое количество примеров трехмерных моделей и демонстрационная версия системы КОМПАС-3D V6);
- методические пособия по применению систем КОМПАС в вузах, техникумах и школах (в апреле 2004 г. в списке было 11 наименований таких пособий);
- аннотации компакт-дисков — самоучитель по работе с КОМПАС-3D LT, библиотеки чертежей и трехмерных моделей, обучающие ролики и видеофильмы (в апреле 2004 г. в списке было 5 наименований таких дисков);
- статьи об использовании систем КОМПАС, опубликованные в образовательной и компьютерной прессе.

Информацию о доступных учебно-методических разработках можно найти и в разделе **Ссылки** сайта "КОМПАС в образовании".



## Глава 15

# Олимпиады по дисциплинам графического цикла

Представление о содержании заданий на Всероссийских олимпиадах по компьютерной графике дают приведенные в первых разделах главы примеры выполнения этих заданий. Автор Практикума готовил студентов к участию в этих олимпиадах. Более подробно в данной главе рассмотрено содержание разработанной автором графической базы для проведения городских олимпиад студентов вузов Санкт-Петербурга.

### 15.1. Всероссийская студенческая олимпиада по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике

В начале данного раздела приведены выдержки из Положения о проведении Всероссийской студенческой олимпиады (ВСО) по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике, утвержденного приказом № 1187 министра образования РФ от 25.03.03, а также из дополнения к этому Положению от 2004 г. ВСО последних шести лет проводятся под методическим руководством головного научно-методического совета по начертательной геометрии, инженерной и компьютерной графике Минобразования РФ и головного вуза по проведению олимпиад — МИТХТ им. М. В. Ломоносова. В 2001, 2003, 2004 гг. ВСО проводились в Брянском государственном техническом университете (БГТУ).

ВСО проводится в три-четыре тура: первый — вузовский, второй — городской, третий — региональный, четвертый — Всероссийский. В крупных мегаполисах, например в Москве и Санкт-Петербурге, городской тур является региональным. В каждом последующем туре участвуют победители предыдущих, т. е. во Всероссийской олимпиаде из регионов, где проводятся региональные олимпиады, участвуют команды вузов, занявших первые три места в каждой секции.

ВСО проводится по трем секциям: начертательной геометрии (НГ), инженерной графики (ИГ) и компьютерной графики (КГ).

*Состав команды.* Команда вуза-участника состоит из пяти студентов 13 курсов. Все члены команды участвуют и в командном, и в личном зачете олимпиады.

*Выполнение заданий.* Во всех секциях на решение задач отводится 4 часа (на ВСО-2000 отводилось 5 часов). При выполнении заданий допускается использование любых печатных изданий, взятых с собой участниками олимпиады. Работы сдаются и проверяются под шифром, обязательно применяется двойное шифрование студенческих работ. Шифры первого уровня раздаются студентам по жребию.

*Тематика задач* в секциях НГ и ИГ сходна и включает следующие разделы начертательной геометрии: решение позиционных и метрических задач; способы преобразования чертежа; изображение многогранников и кривых поверхностей; пересечение многогранников и кривых поверхностей плоскостью, пересечение прямой линии с поверхностью, пересечение поверхностей. Участие вуза в секции НГ или ИГ зависит от количества часов по образовательному стандарту в учебном плане вуза. Вузы, у которых 187—306 часов в учебном плане, участвуют в секции НГ, не более 170 часов — в секции ИГ.

В секции КГ участвуют все вузы без ограничений. В этой секции за сутки до начала ее работы производится жеребьевка компьютеров, параметры которых: быстродействие, объем оперативной памяти, размер и разрешающая способность экрана монитора соответствуют требованиям систем AutoCAD или КОМПАС. Со списками компьютеров с указанием вышеперечисленных параметров и расположения в компьютерных классах руководители команд могут ознакомиться перед проведением жеребьевки. Рабочие места студентов должны быть изолированы друг от друга.

Выполнение задания осуществляется в одной из указанных систем по выбору. В каждую из них организаторами олимпиады может быть загружен свой файл-прототип, содержание которого предлагается руководителями команд и утверждается жюри секции. При выполнении работ студентам не разрешается загружать в компьютер любую информацию или передавать ее другим. Допускается пользоваться собственным устройством ввода "мышь".

По окончании работы каждому студенту дежурным в аудитории выдается дискета, на которую студент в два каталога ("1" — основной и "2" — резервный) записывает результаты своей работы. После проверки качества записи студенты передают дискеты дежурному в аудитории, который, в свою очередь, передает их жюри.

В секции КГ проверяются твердые копии (под девизом) студенческих работ. Для выявления победителей при небольшой разнице в баллах (для команды — 3 балла, для студентов-участников — 1 балл) рассматриваются электронные копии работ.



Каждая из четырех задач (три чертежа деталей и аксонометрия) оценивается по 10-балльной системе. Итоговая оценка подсчитывается с учетом набранного количества баллов за каждую задачу и коэффициента ее сложности. Максимальное количество баллов равно 40. При выполнении эскиза вместо чертежа оценка уменьшается на 70%. В 2004 г. применялись следующие критерии оценки студенческих работ.

Критерии оценки правильности выполнения чертежа детали, аксонометрии.

□ Выявление формы детали.

- Наличие грубых ошибок в выявлении формы детали — 6 б*.
- Наличие мелких ошибок в выявлении формы детали — 2—3 б*.

□ Изображения детали.

- Правильность выбора главного вида, количества изображений (видов, разрезов**, сечений) — 13 б*.
- Правильность применения типов линий — до 1 б*.
- Правильность изображений резьбы — 2 б*.
- Наличие и правильность выполнения конструктивных элементов — 1 б*.
- Отсутствие фаски — 0,5 б*;

□ Правильность нанесения размеров — 0,5 б*.

□ правильность выполнения штриховки — 2 б*.

□ правильность заполнения основной надписи — 0,5 б*.

Критерии оценки качества выполнения чертежа по электронной копии детали (для выявления победителей):

□ использование объектной привязки — 0,5 б*;

□ отсутствие двойных линий (наложений) — 0,5 б*;

□ соответствие размерных чисел геометрическому параметру — 0,5 б*.

* — за каждую ошибку вычитается указанное количество баллов.

** — применение линий невидимого контура наряду с разрезами и сечениями считается нерациональным.

По положению 2004 г. предполагалось выполнение по чертежу общего вида с помощью различных графических пакетов чертежей трех-четырех деталей и аксонометрического изображения (с вырезом) одной из деталей. Детали должны требовать для выявления формы: самая легкая — одно-два изображения с 10—12 размерами; самая сложная — четыре-пять изображений. Чертежи можно выполнять как с помощью 2D, так и помощью 3D-графики.

В 2004 г. в секции КГ соревновались 15 команд, в том числе 4 заочно, на базе Военного инженерного технического университета в Санкт-Петербурге. Выполненные задания из Санкт-Петербурга по электронной почте были

направлены в Брянск. В отличие от планируемого задания, кроме аксонометрии вместо трех чертежей требовалось оформить два, а также завершить сборочный чертеж, изобразив на нем необходимые стандартные крепежные детали при правильном выполнении штриховок и применении нужных типов линий. Необходимость выполнения сборочного чертежа, по-видимому, не смутила наиболее подготовленных участников из команд, которые соревновались в Брянске, используя систему КОМПАС-3D LT. По данным двух протоколов проверки работ участников ВСО в командном зачете, вузы расположились, набрав указанные баллы, следующим образом: 1. БГТУ, Брянск — 105 б.; 2. МИТХТ, Москва — 101,7 б.; 3. СПбГУИТМО, Санкт-Петербург — 62,5 б.; 4. СПбГЭТУ, Санкт-Петербург — 61,1 б.; 5. ПГТУ, Пермь — 51,5 б.; 6. ТГУ, Тольятти — 50,1 б.; 7. ТГНГУ, Тюмень — 44 б.; 8. ПГУПС, Санкт-Петербург — 32,7 б.; 9. СмЭИ, Смоленск — 26,1 б.; 10. ВолГТУ, Волгоград — 20,5 б.; 11. СамГТУ, Самара — 16 б.; 12. МГТУ им. Н. Э. Баумана, Москва — 13,3 б.; 15. ИГЭУ, г. Иваново — 11,9 б.

Задание в этой секции в 2003 г. состояло в выполнении чертежей трех деталей (деталировка). Для выявления форм первой и второй деталей необходимо по два изображения с 10—12 размерами, третья — корпус, требующий для выявления формы большего количества изображений. В предварительной информации было указано, что возможно будет задание на выполнение твердотельной модели одной из трех деталей.

На ВСО-2002 было 2 задания.

*Задание 1.* По следующему описанию выполнить три вида модели с целесообразными разрезами. Проставить размеры и заполнить основную надпись.

Деталь изготовлена из стали (Сталь 20 ГОСТ 1050-88), ограничена гранными поверхностями и поверхностями вращения, имеет два продольных выреза и отверстие. Габаритные размеры детали: длина, ширина и высота 120 мм.

Условно делим наружную поверхность детали на два отсека.

Нижний отсек имеет форму правильной четырехгранной пирамиды высотой 70 мм, суживающейся кверху. Основания, содержащиеся в горизонтальных плоскостях, представляют собой квадраты со сторонами 120 и 70 мм. Две противоположные боковые грани пирамиды перпендикулярны фронтальной плоскости проекций.

Верхний отсек имеет форму цилиндра диаметром 70 мм, при этом ось цилиндра совпадает с прямой, соединяющей точки пересечения диагоналей основания пирамиды.

Вырезы пронизывают деталь насквозь и имеют призматическую форму, располагаются продольно (боковые грани перпендикулярны фронтальной плоскости проекций).

1-й вырез выполняется прямым прямоугольным параллелепипедом с основанием, ширина которого 40 мм, высота 30 мм. Расстояние от верхнего основания детали до верхней грани выреза 35 мм.

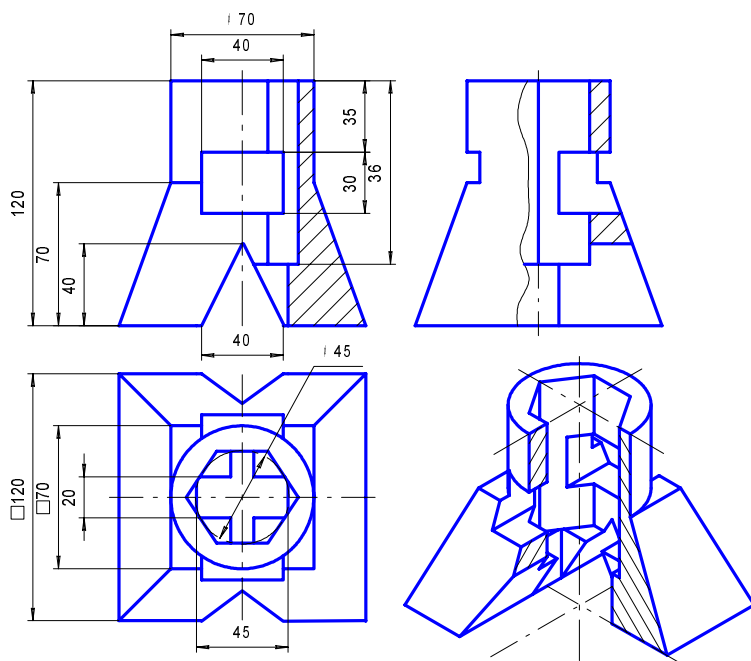
2-й вырез выполняется прямой призмой, поперечное сечение которой имеет форму равнобедренного треугольника с основанием и высотой 40 мм. Грань призмы, содержащая основание треугольника, совпадает с нижним основанием детали.

В детали прорезано сквозное двухступенчатое призматическое отверстие. Точки пересечения диагоналей оснований первой и второй ступеней лежат на одной прямой, которая совпадает с осью цилиндра.

Верхняя ступень сверху имеет форму правильной шестигранной призмы с диаметром вписанной окружности 45 мм, причем одна из пар противоположных боковых граней параллельна фронтальной плоскости проекций. Глубина ступени 90 мм.

Нижняя ступень имеет форму прямого прямоугольного параллелепипеда с основанием 45 на 20 мм. Боковые грани, содержащие меньшую сторону основания, параллельны фронтальной плоскости проекций.

На рис. 15.1 показан фрагмент чертежа, выполненный по заданию 1, дополнительно показана аксонометрия детали.



**Рис. 15.1.** Фрагмент чертежа, выполненный по словесному описанию

**Задание 2.** По чертежу общего вида выполнить чертеж детали № 5. Проставить размеры и заполнить основную надпись.

На чертеже общего вида патрона токарного станка показано 3 основных изображения (главное изображение, вид слева и вид справа), а также 5 дополнительных изображений. В спецификации патрона в разделе "Детали" позиционных обозначений 121, в разделе "Стандартные изделия" еще 6.

На рис. 15.2 показан чертеж, выполненный по заданию 2, дополнительно показана аксонометрия детали.

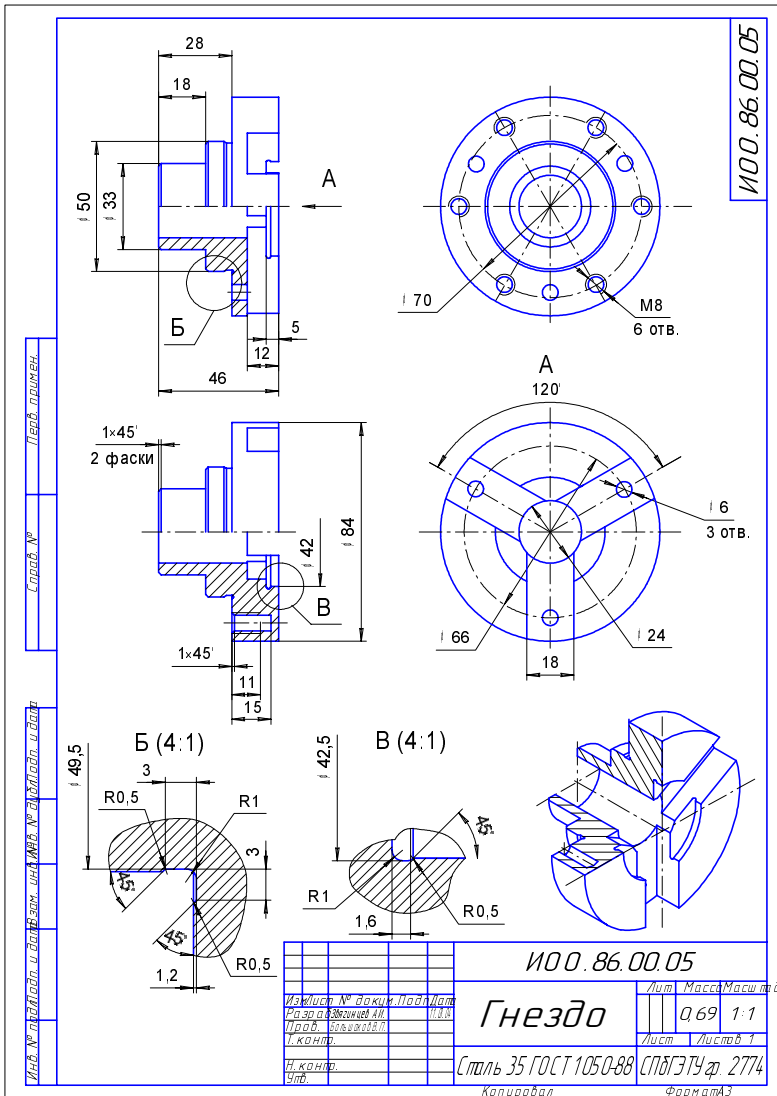


Рис. 15.2

## 15.2. Всероссийская дистанционная олимпиада по дисциплинам графического цикла

Всероссийская дистанционная олимпиада студенческой и учащейся молодежи по дисциплинам графического цикла была проведена 29 марта 2003 г. В этой олимпиаде могли принимать участие студенты младших (1-го и 2-го) курсов высших учебных заведений и учащиеся средних учебных заведений Российской Федерации, а также ближнего и дальнего зарубежья.

Были определены следующие разделы олимпиады:

- начертательная геометрия;
- геометрическое моделирование;
- конструирование и компьютерная графика;
- компьютерная живопись;
- компьютерная презентация;
- деловая компьютерная графика.

В 9 часов по московскому времени 29 марта 2003 г. конкурсные задания были размещены на сайте Рыбинской государственной авиационной технологической академии им. П. А. Соловьева. Ответы на задания дистанционной олимпиады принимались только по электронной почте до 15 часов по московскому времени 29 марта 2003 г.

*Рассмотрим задание по разделу "Конструирование и компьютерная графика".*

Выполнить трехмерное изображение конструкции, состоящей из основания, стойки и установленного на стойку шара.

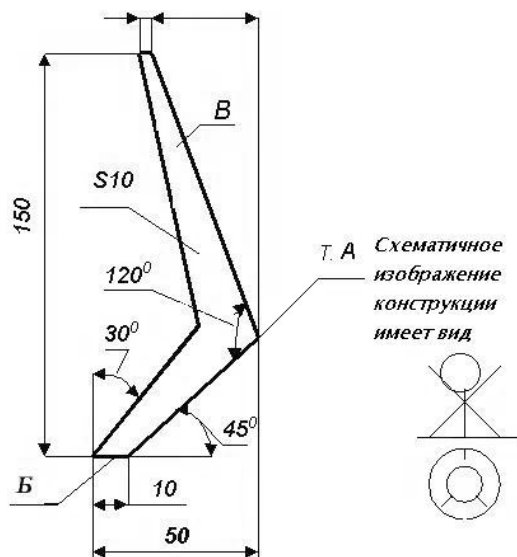
Основанием конструкции является круглый диск с центральным отверстием. Наружный диаметр  $D = 120$  мм, внутренний  $d = 60$  мм, толщина  $s = 10$  мм. Стойка представляет собой сочетание трех плоских ребер следующей конфигурации:

Ребра соединяются между собой в т. А под углом  $120^\circ$ . На основание (диск) устанавливаются поверхностями Б.

Шар диаметром  $D_1 = 60$  мм устанавливается в полость, образованную поверхностями В стойки.

Выполнить рабочий чертеж детали в соответствии с требованиями ЕСКД на основании выполненной "твердотельной модели" в формате А4 с простановкой размеров.

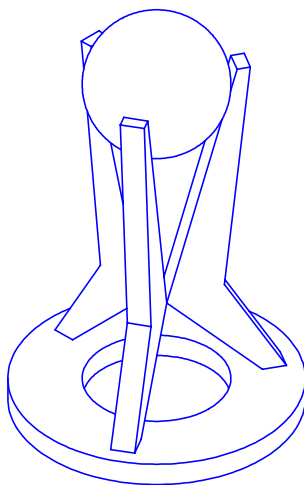
На рис. 15.3 показана копия представленных на сайте графических данных.



**Рис. 15.3.** Копия графического представления олимпиадного задания

Очевидна некоторая некорректность словесной и графической формулировки задания. Над верхними горизонтальными размерными линиями целесообразно было расположить размерные числа. Не вредно было бы корректно задать положение вершины тупого угла, расположенного левее угла  $120^\circ$ .

На рис. 15.4 показана твердотельная модель детали, названной КОЛПАКОМ, а на рис. 15.5 представлен чертеж этой детали.



**Рис. 15.4.** Твердотельная модель колпака

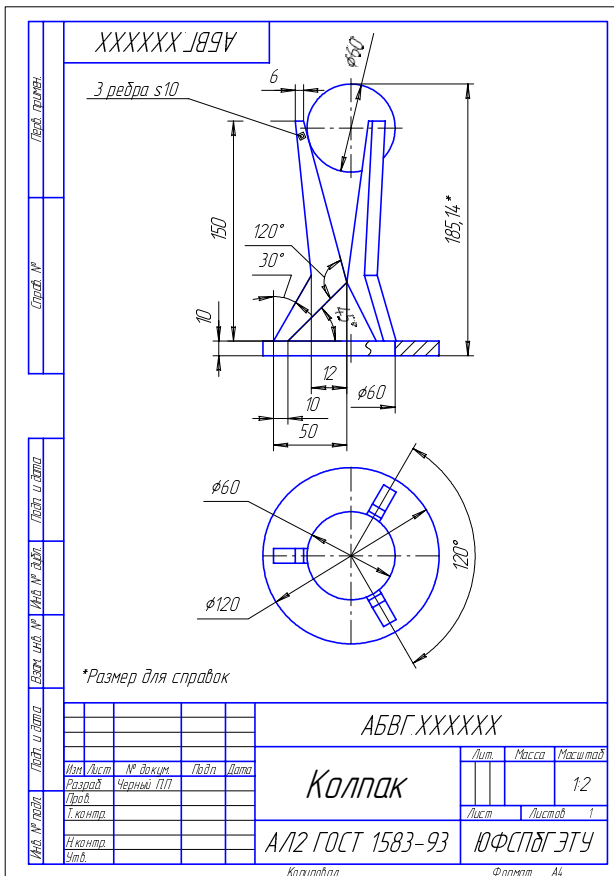


Рис. 15.5. Чертеж колпака

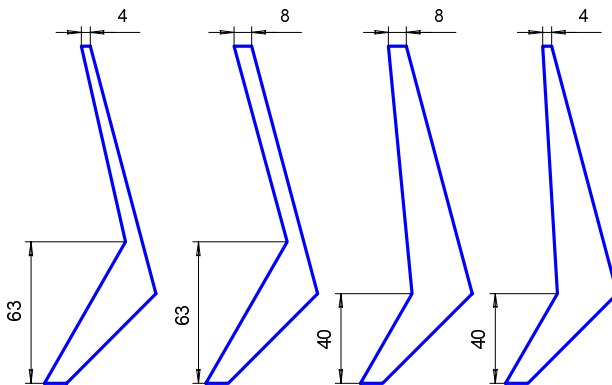


Рис. 15.6. Варианты видов ребра, полученные из параметрического эскиза

Отмеченная некорректность исходных графических данных сделала задание более содержательным. Так как времени на выполнение задания было более чем достаточно, то победителем олимпиады дополнительно была разработана параметрическая модель ребра, в которой неуказанные размеры стали изменяемыми параметрами. На рис. 15.6 показаны варианты видов ребра, полученные из параметрического эскиза при изменении двух размеров.

### 15.3. Городская олимпиада студентов вузов Санкт-Петербурга

С 2000 г. на базе Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета (СПбГЭТУ) "ЛЭТИ" проводятся городские олимпиады студентов вузов Санкт-Петербурга по инженерной и компьютерной графике, еще раньше стали проводиться университетские и межфакультетские олимпиады.

Городские олимпиады проводятся во второй половине апреля. Заявки вузов на участие в олимпиаде представляются заранее на имя Оргкомитета олимпиады при кафедре прикладной механики и инженерной графики. В заявке указываются четыре участника, включая запасного, и представитель, который войдет в состав жюри олимпиады. К жеребьевке и участию в олимпиаде члены команд допускаются после предъявления студенческого билета или зачетной книжки. Соревнования проводятся в компьютерных классах центра новых информационных технологий университета в личном и командном зачётах. На университетском сайте ([www.eltech.ru](http://www.eltech.ru)) размещена информация о порядке проведения предстоящих и прошедших олимпиад, об олимпиадных заданиях и итогах олимпиад.

На городской олимпиаде студентов 2000 г. (ГСО-2000) командам было предложено три задания, и каждый участник выполнял одно из них. Такая организация не позволяла выявлять абсолютных победителей в личном зачете. Поэтому с 2001 г. все участники выполняют по жребию одинаковые задания.

Содержание олимпиадных задач охватывает все дидактические единицы стандартного курса инженерной графики (см. разд. 14.2). Графическая база олимпиадных задач включает два раздела. В первый раздел входят задачи четырех типов по редактированию и выполнению чертежей деталей, во второй — задачи четырех типов по редактированию и выполнению сборочных чертежей и спецификаций.

Рис. 15.7 почти полностью раскрывает тематику заданий обоих разделов и показывает, какие задания выполнялись в разные годы.

*Редактирование чертежа ОПОРЫ.* На рис. 15.8 приведены исходные данные для решения одной из двух задач ВСО-2000 со следующей формулировкой: по заданным двум изображениям детали выполнить построение вида слева,



выполнить разрезы и рационально нанести размеры. Рисунок с исходными данными получал каждый участник, и начальный этап работы на компьютере заключался в перерисовке исходных данных.

Выполнение чертежа и аксонометрии преобразованного вырезами объекта. Сборочный чертеж изделия по описанию сборки.	2000	2002	Редактирование чертежа ОПОРЫ. Упрощенные изображения соединений на сборочном чертеже.
	Год проведения олимпиады		
Редактирование чертежа и построение аксонометрии ВТУЛКИ. Конструктивное изображение соединений крепежными деталями.	2001	2003	Редактирование чертежа и построение аксонометрии ОПОРЫ. Выполнение чертежа армированного изделия.
	Год проведения олимпиады		

Рис. 15.7. Тематика олимпиадных заданий разных лет

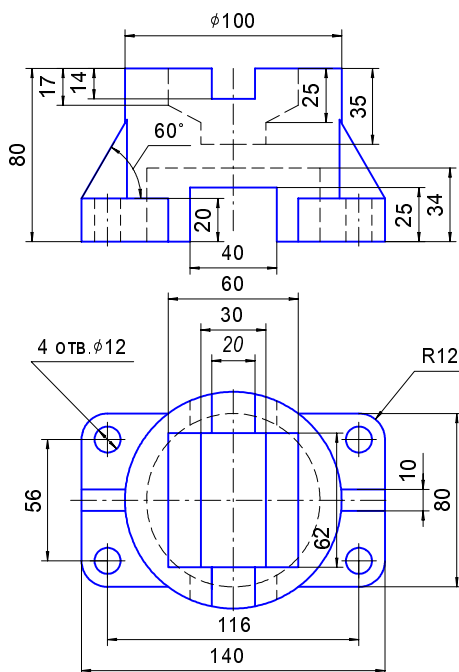
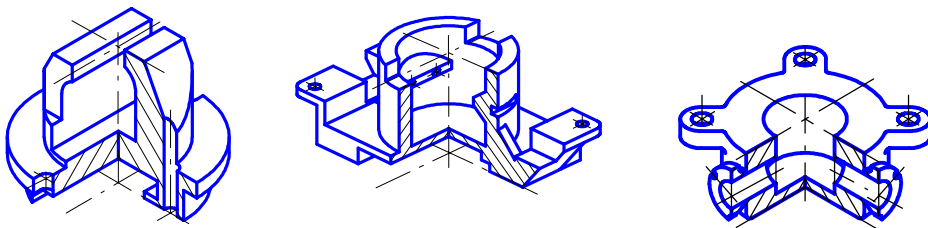


Рис. 15.8. Исходные данные задания Всероссийской олимпиады 2000 г.

Очевидно, что продуктивность работы при решении рассматриваемой задачи существенно повышается в результате представления исходных данных в электронной форме в виде двух изображений без нанесённых размеров.

Задание именно с таким представлением исходных данных вошло в раздел 1 графической базы данных. При этом первый этап выполнения работы — построение вида слева. На втором этапе редактируются и удаляются штриховые линии невидимых контуров и выполняются необходимые разрезы. Завершающий этап работы заключается в рациональном нанесении размеров, исходя из того, что исходные данные выполнены в масштабе 1 : 1. Рассматриваемое задание в 2002 г. было дополнено пунктом, согласно которому необходимо построить аксонометрию детали. На рис. 15.9 показано несколько изображений трехмерных моделей, выполненных по исходным данным рассматриваемого задания.



**Рис. 15.9.** Примеры трехмерных моделей, построенных по заданным двум проекциям

*Редактирование чертежа и аксонометрии ВТУЛКИ.* В данном задании по двум заданным изображениям строится трёхпроекционный чертёж, а на наглядном изображении втулки выполняется вырез четверти детали по координатным осям. Как и в предыдущем задании, две проекции с показанными линиями невидимых контуров однозначно определяют форму детали. Поэтому построение вида слева и необходимого профильного разреза позволяют наиболее наглядно показать несквозные боковые отверстия.

*Редактирование чертежа и построение аксонометрии ВТУЛКИ.* Как и в предыдущем задании, две проекции с показанными линиями невидимых контуров однозначно определяют форму детали. В задании требуется на месте главного изображения соединить половину вида и половину разреза, нанести размеры и построить аксонометрию с вырезом одной четверти втулки.

*Выполнение аксонометрии и чертежа преобразованного вырезами объекта.* В задании исходные данные представлены в виде наглядного изображения параллелепипеда с нанесёнными на его поверхность линиями разметки. Рассматриваемая задача (рис. 15.10) решалась на ГСО-2000. Основные ошибки были допущены на аксонометрической проекции при построении линии пересечения двух цилиндрических поверхностей с радиусом 8 мм и при построении двух эллиптических линий пересечения цилиндрической поверхности радиусом 16 мм с двумя наклонными гранями. Напомним, что в 2000 г. в составе системы КОМПАС-ГРАФИК еще не было трехмерного редактора.

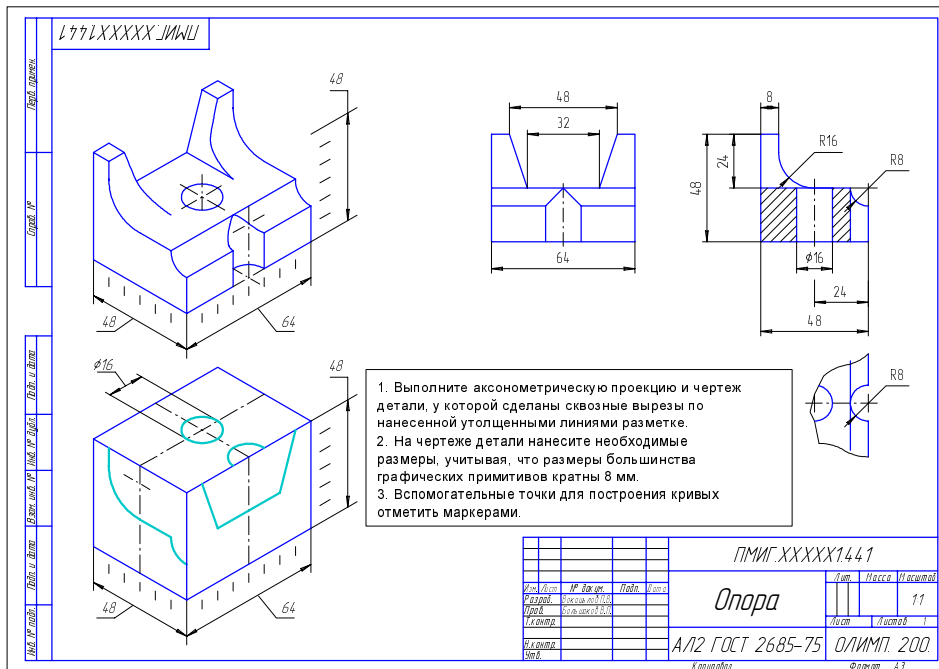


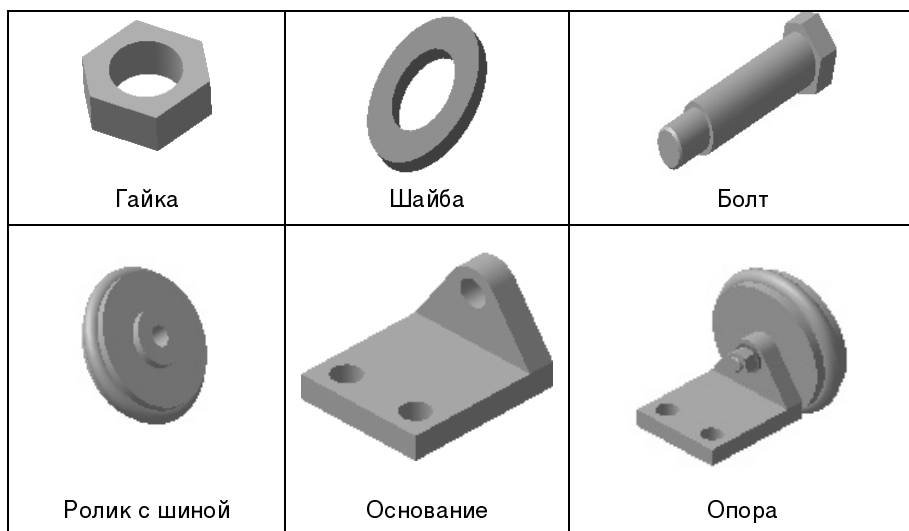
Рис. 15.10. Исходные данные и решение одного из заданий олимпиады 2000 г.

При построении видов никто из участников ГСО-2000 не показал вид сверху местным, поэтому требовались прорисовки эллиптических линий на виде сверху, которые для понимания формы детали являлись избыточными.

Задания по редактированию и выполнению сборочных чертежей и спецификаций, а также примеры их выполнения были рассмотрены ранее в главе 7.

На олимпиадах 2000—2003 гг. на выполнение двух заданий отводилось не более 90—100 минут.

В заданиях предстоящих олимпиад основной акцент будет сделан на создание трехмерных моделей деталей и сборок. Учитывая, что общее время на выполнение заданий не будет превышать 120—150 мин, количество деталей в моделируемой сборке предполагается не более 57. Исходные данные могут быть представлены в виде словесного описания сборки, как это было рассмотрено в разд. 7.3. Для рассмотренного в указанном разделе примера на рис. 15.11 показаны модели отдельных деталей и всей сборочной единицы.



**Рис. 5.11.** Модели деталей, входящих в изделие "Опора", и изделие в сборке

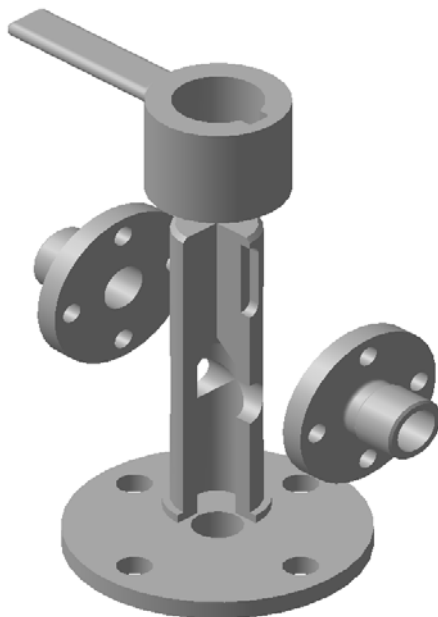
### 15.3.1. Олимпиада 2004 года

Задание олимпиады 2004 г., по существу, является расширением задания, рассмотренного в *разд. 7.6*.

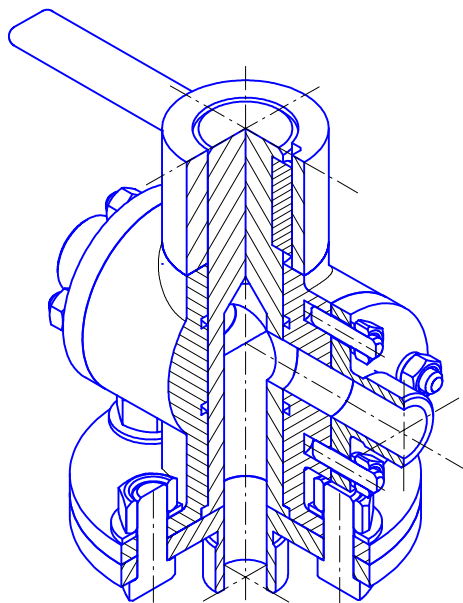
Для всех вариантов задание формулируется следующим образом.

1. Завершить сборочный чертеж, используя данные спецификации, следующие соединения, например:
  - А — болтовое — фланца 5 с корпусом 1;
  - Б — винтовое — рукоятки 3 с пробкой 2;
  - В — шпилечное — фланца 5 с корпусом 1;
  - Г — шпоночное — рукоятки 3 с пробкой 2.
2. Завершить заполнение и оформление спецификации.
3. Выполнить чертеж детали, например корпуса 1, выполнив на аксонометрии вырез одной четверти детали.
4. Завершить твердотельную модель изделия, например крана, используя созданную модель детали и готовые модели других деталей из папки, например 31.

Порядок выполнения пунктов 1 и 2 задания рассмотрен в *разд. 7.6*, фрагмент чертежа корпуса изображен на рис. 12.7. На рис. 15.12 показан пример представления моделей из папки 31, а на рис. 15.13 показана завершенная модель крана.



**Рис. 15.12.** Модели деталей, входящих в кран



**Рис. 15.13.** Модель крана

Следует заметить, что на заключительном этапе подготовки к олимпиаде задание по созданию модели сборки по многочисленным просьбам представителей команд-участниц было исключено из программы, и соревнующиеся выполняли 3 документа: спецификацию, сборочный чертеж и чертеж с аксонометрией наиболее сложной детали, входящей в состав изделия.

## 15.4. Система оценки компьютерного выполнения чертежей

Предлагаемая система оценки в основном учитывает типы и количество ошибок и недостатков компьютерного выполнения чертежа. Под ошибками понимается игнорирование правил выполнения и оформления чертежа, в результате которого информация о форме и геометрии изображаемого изделия существенно искажается или не приводится. К недостаткам относятся нарушения правил, не препятствующие правильному изготовлению или контролю изображенного изделия.

В основу системы оценки положены следующие принципы:

- задание, полностью и правильно выполненное за контрольное время  $t_k$ , оценивается высшей оценкой ВО (например, ВО = 100 баллов);
- выделяются наиболее значимые составляющие суммарной высшей оценки и устанавливаются их удельные веса  $S_i$ :

$$ВО = \sum_{i=1}^l S_i \quad (l - \text{число составляющих});$$

- величины составляющих  $S_i$  определяются с помощью таблиц (шкал) штрафных баллов  $b$  исходя из типов и количества ошибок и недостатков выполнения чертежа:

$$S_i = S_i - \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m b_{jk},$$

где  $n$  — общее число типов возможных ошибок и недостатков;  $m$  — число допущенных ошибок и недостатков определенного типа;

- время выполнения задания  $t_b$  учитывается умножением оценки на коэффициент  $K = t_k / t_b$ . Целесообразно установить предельное значение для коэффициента  $K$ , учитываемое при расчетах, например,  $K \leq 1,3$ .

Таким образом, с использованием введенных обозначений итоговая оценка ИО может быть определена соотношением

$$ИО = K \sum_{i=1}^n \left( S_i - \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m b_{jk} \right).$$

В приложение 3 включены таблицы для оценки выполненных заданий, когда на чертеже проставляются обозначения ошибок и недостатков, после чего подсчитывается сумма штрафных баллов и определяется ИО. Например, первое задание на ГСО-2001 выполняли 26 студентов. У победителя ИО — 97 баллов, у занявшего 25-е место ИО — 59 баллов.

В случаях, когда выполненные задания не содержали отдельных составляющих, их веса вычитались из ВО. Для этого использовались таблицы оценок, учитывающие специфику определенных типов задач. Примеры таких таблиц приведены ниже.

**Таблица 15.1.** Веса составляющих высшей оценки выполнения чертежа детали

Составляющие высшей оценки выполнения чертежа деталей				
1. Выполнение изображений		2. Оформление чертежа		3. Техника компьютерного исполнения чертежа
1.1. Аксонометрическая проекция	1.2. Прямоугольные проекции	2.1. Размеры	2.2. Типы линий, надписи и т. п.	
S1 = 30	S2 = 20	S3 = 26	S4 = 4	S5 = 20

**Таблица 15.2.** Веса составляющих высшей оценки выполнения сборочного чертежа и заполнения спецификации

Составляющие высшей оценки выполнения сборочного чертежа и заполнения спецификации						
Год проведения олимпиады	1. Выполнение изображений		2. Оформление чертежа		3. Заполнение спецификации	4. Техника компьютерного исполнения
	1.1. Главный вид	1.2. Вид слева (сверху)	2.1. Размеры	2.2. Типы линий, надписи и т. п.		
2000	S1 = 40	S2 = 8	S3 = 8	S4 = 4	S5 = 20	S6 = 20
2001	S1 = 48		S2 = 12		S3 = 25	S4 = 15
2002	S1 = 40		S2 = 15		S3 = 30	S4 = 15

Содержание представленных таблиц показывает, что оценка конкретного задания может требовать корректировок по количеству и удельным весам отдельных составляющих ВО. Отметим, что техника компьютерного испол-

нения чертежей участниками олимпиад из года в год возрастает. Можно предположить, что вес соответствующей составляющей будет снижаться, а сама составляющая останется фактором, ограничивающим откровенную топорливость и неаккуратность при работе.

Следует заметить, что на ГСО-2000, ГСО-2001, ГСО-2003, ГСО-2004 никто из участников не выполнил задание ранее установленного контрольного времени, а на ГСО-2002 таких участников оказалось только двое. Учитывая напряженность олимпиадных заданий и относительную сложность точного контроля времени их выполнения каждым участником, принято решение на ближайших олимпиадах не учитывать фактор досрочного выполнения заданий.

Рассматриваемая система оценки динамично развивается, при этом ее совершенствование, в первую очередь, направлено на поощрение успешности решения наиболее сложных задач, таких как твердотельное моделирование деталей и сборочных единиц.







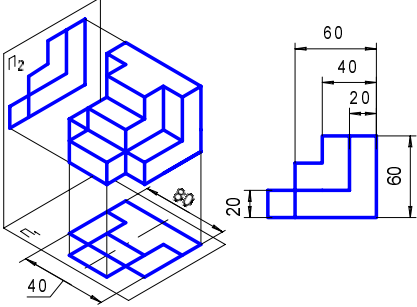
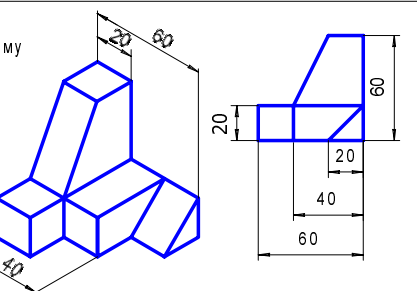
# ПРИЛОЖЕНИЯ

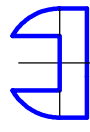
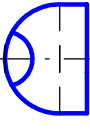
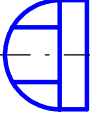
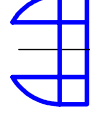
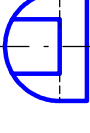
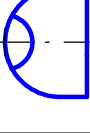
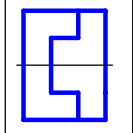
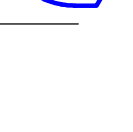

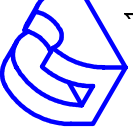
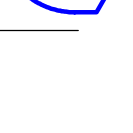
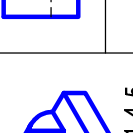
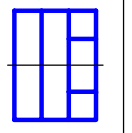
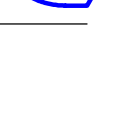
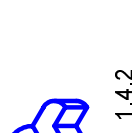
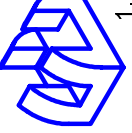
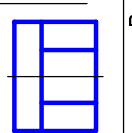
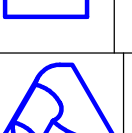


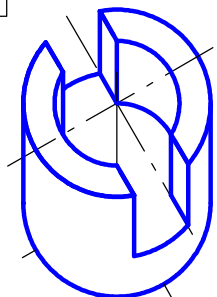
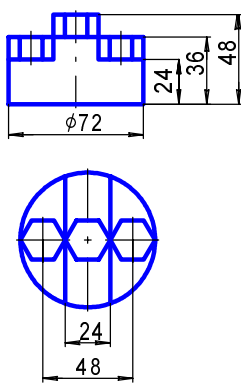
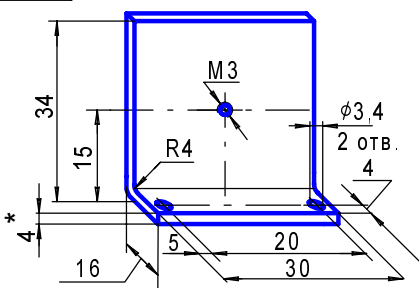
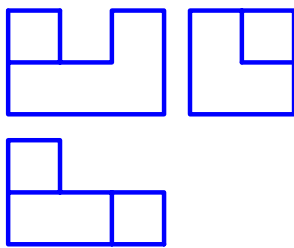
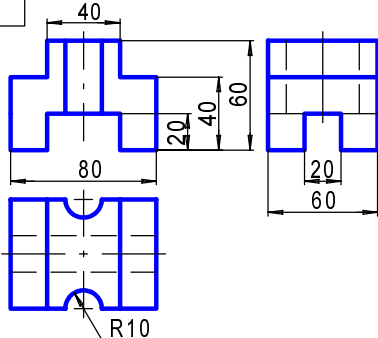
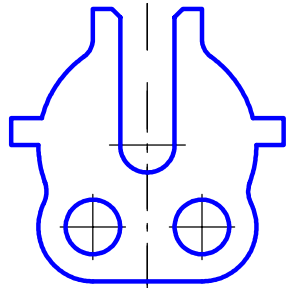
# Приложение 1

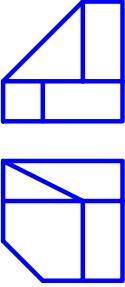
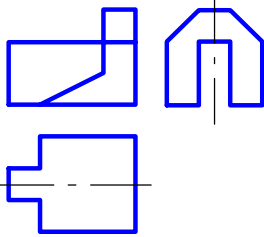
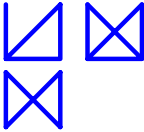
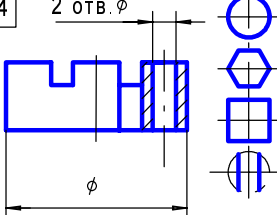
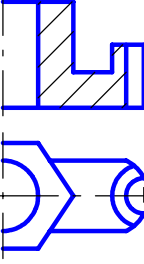
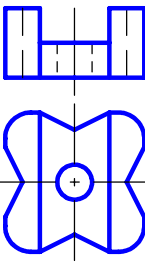
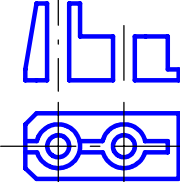

## Варианты учебных заданий

### Задания варианта 1

1.1	Вариант	Номер вопроса	Количество размеров	Ответ
Завершить изображения плоских деталей по представленным половинкам, ограниченным осью симметрии. Нанести размеры и указать в таблице их количество.	 1.1.1	1 2 3 4	Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов	
	 1.1.2	5 6 7 8	Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов	
	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p data-bbox="235 906 455 1214">По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху детали. Нанести необходимые размеры.</p> </div> <div style="flex: 2;">  </div> </div>			
	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p data-bbox="235 1220 455 1511">По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху и вид слева детали. Нанести необходимые размеры.</p> </div> <div style="flex: 2;">  </div> </div>			

						1.4 6
1	2	3	4	5	6	
Ж	З	И	К	Л	М	Н
						3 И К Л М Н
	1.4.1	1.4.3	1.4.4	1.4.5		
В	Г	Д	Е	Ж	З	И
						1.4.1 1.4.2 1.4.3 1.4.4 1.4.5
	1.4.1	1.4.2	1.4.3	1.4.4	1.4.5	
Б	Виды					Н
	Вариант 1					Ж
	Виды					И
	По наглядным изображениям деталей, используя представленный набор изображений, расположить в соответствующих местах виды спереди, сверху и слева, как это показано на примере.					Ж
	Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.					И
	1.4.1	1.4.2	1.4.3	1.4.4	1.4.5	

<p>1.5</p>  <p>По аксонометрическому изображению выполнить в глазомерном масштабе виды спереди и сверху втулки.</p>	<p>1.8</p> <p>По заданным прямоугольным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, построить прямоугольную изометрию детали.</p> 
<p>1.6</p>  <p>По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертеж.</p>	<p>1.9</p>  <p>По ортогональным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, изобразить трехмерную модель многогранника и его развертку.</p>
<p>1.7</p>  <p>По прямоугольным проекциям построить прямоугольную изометрию.</p>	<p>1.10</p>  <p>Выполнить чертеж плоской детали с элементами сопряжений. Нанести размеры.</p>

<p>1.11.1</p> 	<p>1.11.2</p> 	<p>1.11.3</p>  <p>1.11.4</p> 	
<p>1.11.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.</p> <p>1.11.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.</p> <p>1.11.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.</p> <p>1.11.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>			
<p>1.12.1</p> 	<p>1.12.2</p> 	<p>1.12.3</p>  <p>1.12.4</p> <p>Рифление прямое 1 ГОСТ 21474-75</p> 	
<p>1.12.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.</p> <p>1.12.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.</p> <p>1.12.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.</p> <p>1.12.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>			

1.13

Дополнить главный вид двумя симметричными, двумя несимметричными сечениями и разрезом.

1.16

По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки.  
На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.

1.14

По заданным сечениям и разрезу Б-Б построить главный вид вала.

1.17

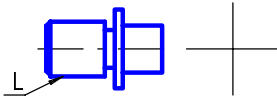
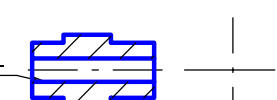
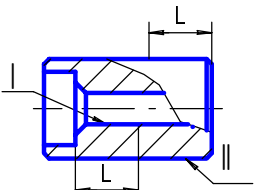
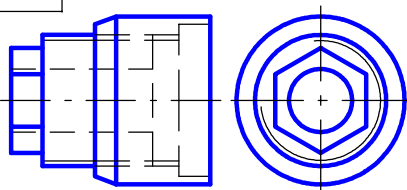
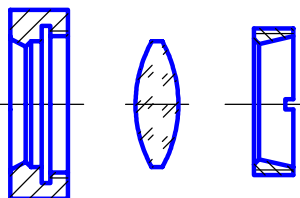
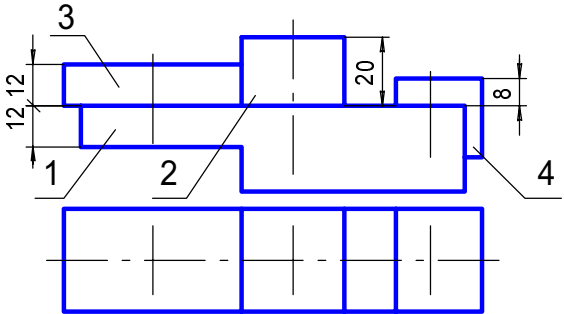
Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.

1.15

Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.

1.18

Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой выступы, выделенные штриховкой заменяются смежными выемками тех же форм и размеров.

1.19.1	Изобразить и обозначить резьбу метрическую с крупным шагом на поверхности L. Построить вид слева.	
1.19.2	Изобразить и обозначить резьбу метрическую с мелким шагом на поверхности L. Построить вид слева.	
1.19.3	Показать условное изображение резьбы при длине нарезанной части L на поверхностях I и II.	
1.20.1	 <p data-bbox="156 826 565 908">Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.</p>	1.20.2  <p data-bbox="602 826 1023 908">Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.</p>
1.21	 <p data-bbox="156 1255 1023 1437">Завершить сборочный чертеж, изобразив соединение основания 1 с накладкой 2 шпилькой M10 (ГОСТ 22032-76), с пластиной 3 — болтом M12 (ГОСТ 7798-70), с угольником 4 — винтом M10 (ГОСТ 1491-80). Заполнить раздел "Стандартные изделия" спецификации, указав выбранные крепежные детали.</p>	

Шарик	Прокладка	Пробка	
			Размеры для справок

Размеры для справок

1.23

Сборочный чертеж и спецификация.

Клапан предназначен для частичного выпуска пара или газа при превышении давления сверх установленного. Изображения составных частей клапана приведены в таблице.

В корпус 1 устанавливается шарик 2, прижимаемый к торцевому отверстию корпуса пружиной 3. Пружина фиксируется в корпусе пробкой 4, под которую при завинчивании устанавливается прокладка 5.

Задание

1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.
2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.
3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.

Шарик	Прокладка	Пробка	
			Размеры для справок

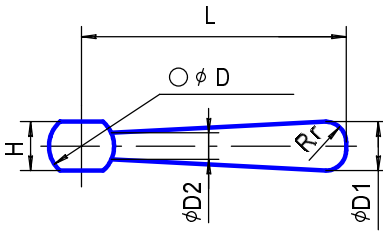
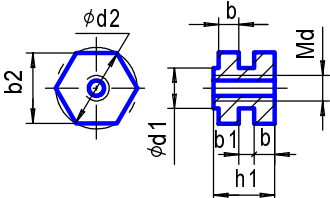
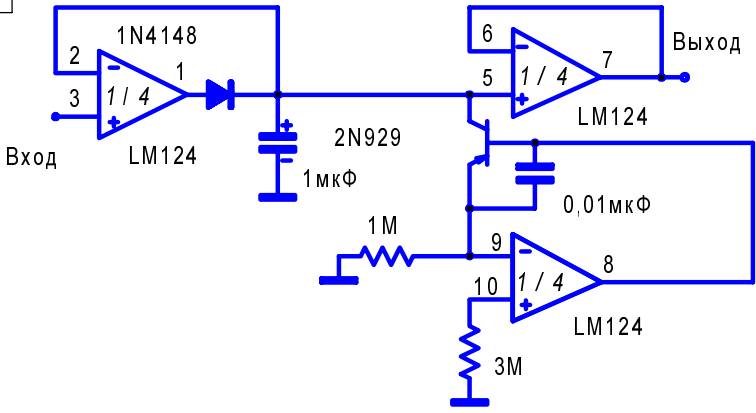
Размеры для справок

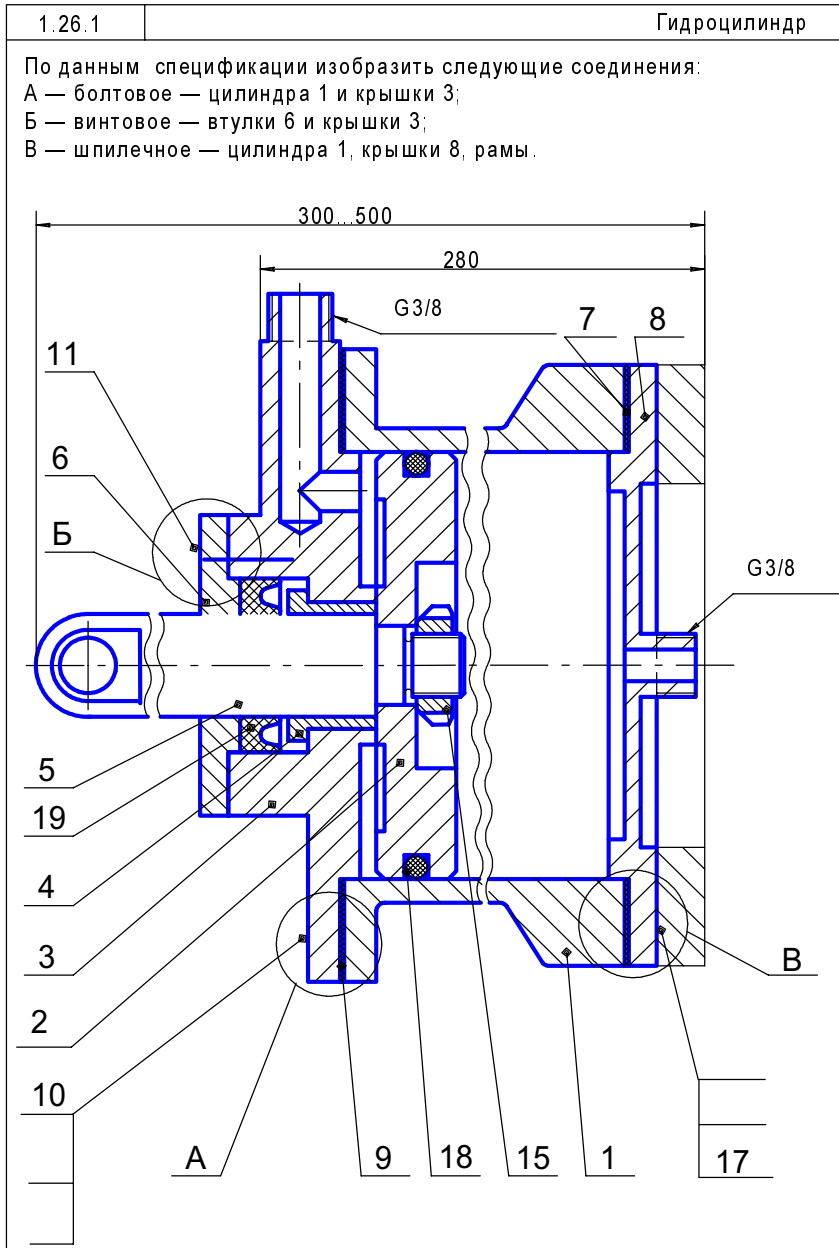
1.22

Соединяемые детали	
1. Втулка	
2. Стенка	
3. Пластина	

Завершить сборочный чертеж паяного соединения. Заполнить спецификацию.



1.24		Армированное изделие — ручка специальная										
Пластмассовая часть						Арматура — штырь						
												
H	L	D	D1	D2	r	h1	b	b1	b2	d	d1	d2
12	65	20	10	7	5	12	4	3	13	5	10	14,4
Материал Аминопласт, кл. А, гр. А1, цв. черный, ГОСТ 9369-80						Материал АЛ2 ГОСТ 2685-75						
По приведенным в таблицах данным, используя показанные изображения арматуры и пластмассовой части армированного изделия, выполнить чертеж этого изделия.												
1.25												
		Детектор пиковый										
Отредактировать схему по требованиям стандартов ЕСКД.												



1.26.2		Завершить спецификацию гидроцилиндра				
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
			ПМИГ.ХХХХХХ.001СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.001	Цилиндр	1	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.001	Поршень	1	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.001	Крышка	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.001	Втулка	1	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.001	Шток	1	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.001	Втулка	1	
		7	ПМИГ.ХХХХ07.001	Прокладка	1	
		8	ПМИГ.ХХХХ08.001	Крышка	1	
		9	ПМИГ.ХХХХ09.001	Прокладка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		10		Болт М10...ГОСТ 7798-70	5	
		11		Винт М8...ГОСТ 17473-80	4	
				Гайка ... ГОСТ 5915-70		
				Гайка ... ГОСТ 5915-70		
				Гайка .. ГОСТ 11871-66		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
		17		Шпилька М12 ... ГОСТ 22034-76	4	
		18		Кольцо1-110х100-1 ГОСТ 9833-61	1	
		19		Манжета 22х42 ГОСТ 6969-54	1	

## Описание гидроцилиндра

Гидроцилиндр является агрегатом гидросистемы и предназначается для сообщения возвратно-поступательного движения рабочему органу изделия, соединенному со штоком гидроцилиндра.

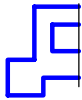
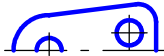
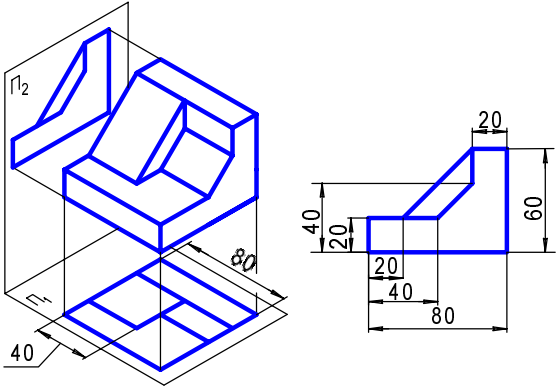
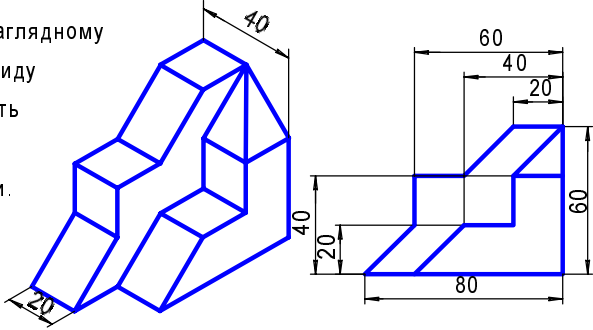
Гидроцилиндр состоит из цилиндра 1, к которому с одной стороны крепится при помощи болтов 10, шайб и гаек крышка 3. С другой стороны на корпусе установлена при помощи шпилек 17, шайб и гаек крышка 8. В цилиндре установлен поршень 2, в проточке которого расположено резиновое кольцо.

Поршень крепится на штоке 5 с помощью гайки 14. На крышку 3 устанавливается с помощью винтов 11 втулка 6, поджимающая манжету 19. Поршень расположен во втулке 4. На резьбовую бобышку крышки 3 устанавливается угольник (на чертеже не показан).

Поступательное движение поршня 2 вправо относительно корпуса цилиндра 1 происходит при подаче жидкости под давлением из системы через угольник и штуцер крышки 3. Жидкость подается в полость между поршнем 2 и крышкой 3 и перемещает его вправо. Для сообщения движения штоку 5 влево жидкость под давлением подается по системе к правому штуцеру крышки 8 и, заполняя полость между поршнем 2 и крышкой 8, перемещает поршень влево.

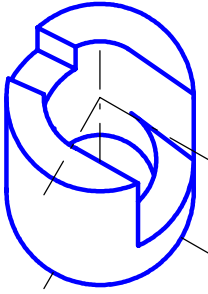
Уплотнение штока 5 осуществляется манжетой 19, поджимаемой втулкой 6. Для избежания просачивания жидкости из одной полости цилиндра в другую на поршне 2 установлено резиновое кольцо 18. Уплотнение крышек 3 и 8 с цилиндром 1 осуществляется прокладками 7 и 9.

## Задания варианта 2

2.1	Вариант	Номер вопроса	Количество размеров	От-вет
Завершить изображения плоских деталей по представленным половинкам, ограниченным осью симметрии. Нанести размеры и указать в таблице их количество.	 <p>2.1.1</p>	1 2 3 4	Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов	
	 <p>2.1.2</p>	5 6 7 8	Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов	
2.2  По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху детали. Нанести необходимые размеры.				
2.3  По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху и вид слева детали. Нанести необходимые размеры.				

							2.4 6
							3 И К Л М Н
							2.4.1 2.4.2 2.4.3 2.4.4 2.4.5
							Ж Е Г В Б А
Виды						Вариант 2	
спереди		сверху		слева		Виды	
6		Ж		Н			
По наглядным изображениям деталей, используя представленный набор изображений, расположить в соответствующих местах виды спереди, сверху и слева, как это показано на примере.							
Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.							
2.4.1		2.4.2		2.4.3		2.4.4	
						2.4.5	

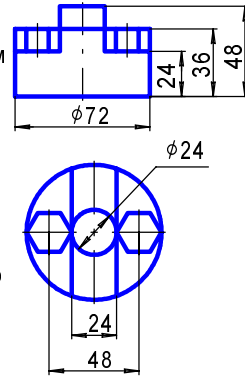
2.5



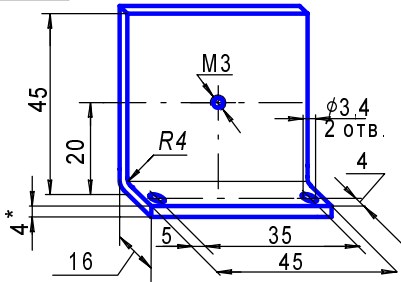
По аксонометрическому изображению выполнить в глазомерном масштабе виды спереди и сверху втулки.

2.8

По заданным прямоугольным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, построить прямоугольную изометрию детали.

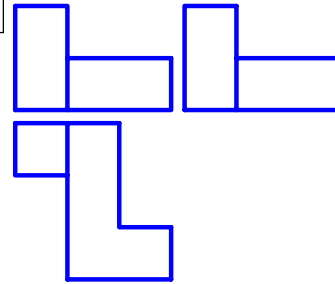


2.6



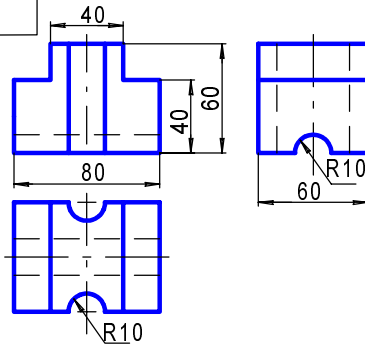
По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертеж.

2.9



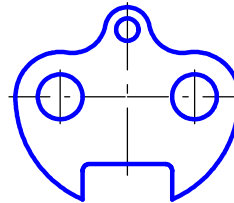
По ортогональным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, изобразить трехмерную модель многогранника и его развертку.

2.7

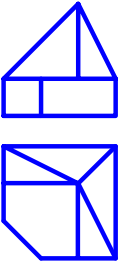
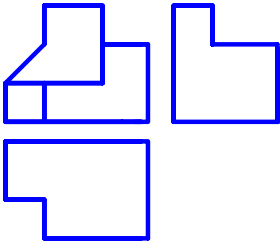
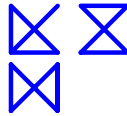
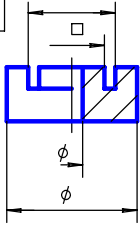
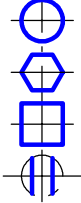
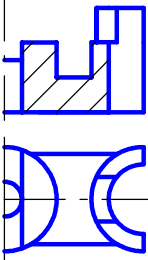
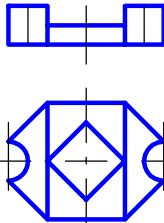
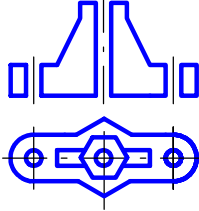
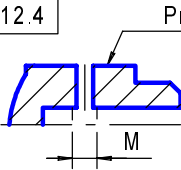


По прямоугольным проекциям построить прямоугольную изометрию.

2.10

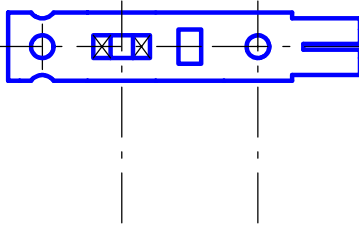


Выполнить чертеж плоской детали с элементами сопряжений. Нанести размеры.

<p>2.11.1</p> 	<p>2.11.2</p> 	<p>2.11.3</p>  <p>2.11.4</p>  
<p>2.11.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.                  2.11.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.                  2.11.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.                  2.11.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>2.12.1</p> 	<p>2.12.2</p> 	<p>2.12.3</p>  <p>2.12.4</p>  <p>Рифление прямое 1 ГОСТ 21474-75</p>
<p>2.12.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.                  2.12.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.                  2.12.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.                  2.12.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		

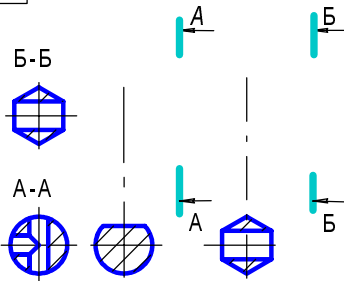


2.13



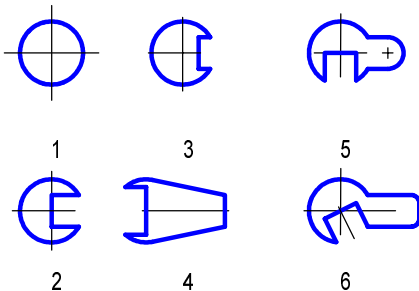
Дополнить главный вид двумя симметричными, двумя несимметричными сечениями и разрезом.

2.14



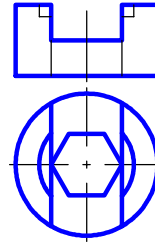
По заданным сечениям и разрезу Б-Б построить главный вид вала.

2.15



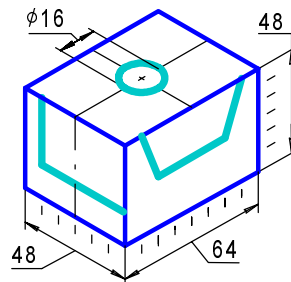
Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.

2.16



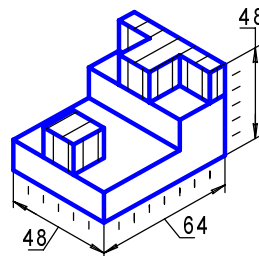
По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки. На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.

2.17

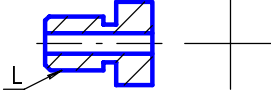
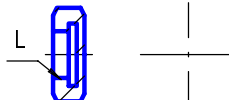
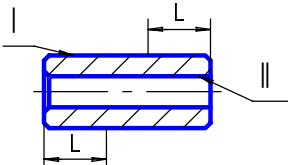
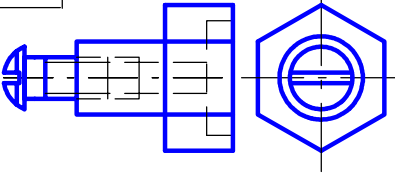
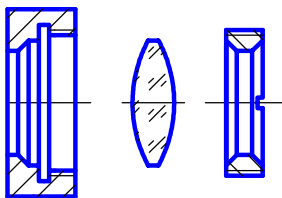
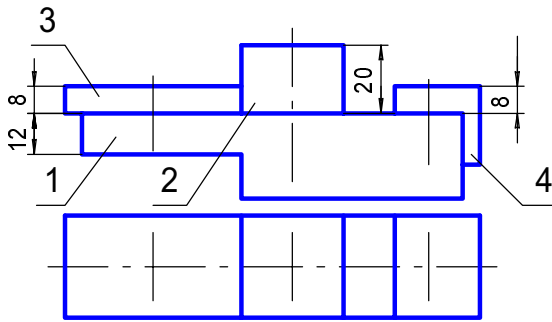


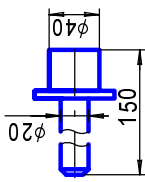
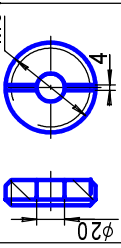
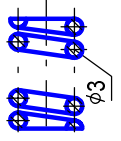
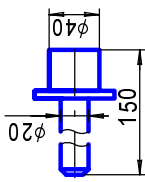
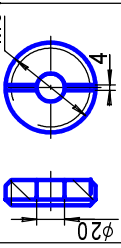
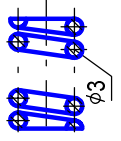
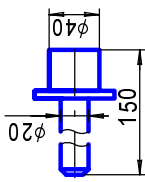
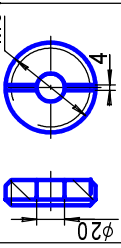
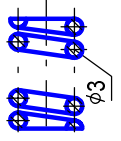
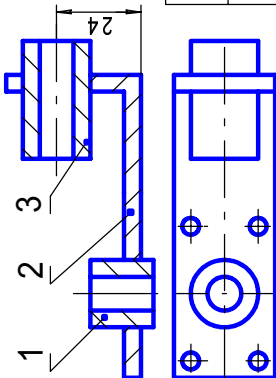
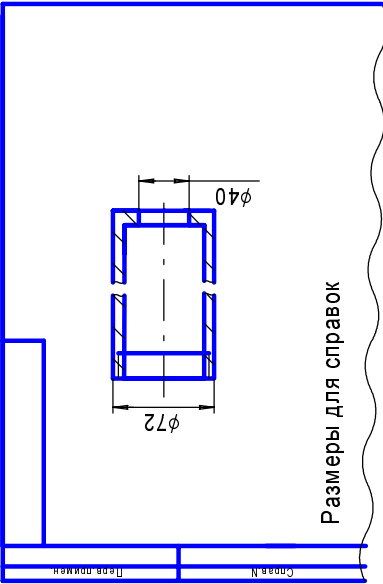
Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.

2.18

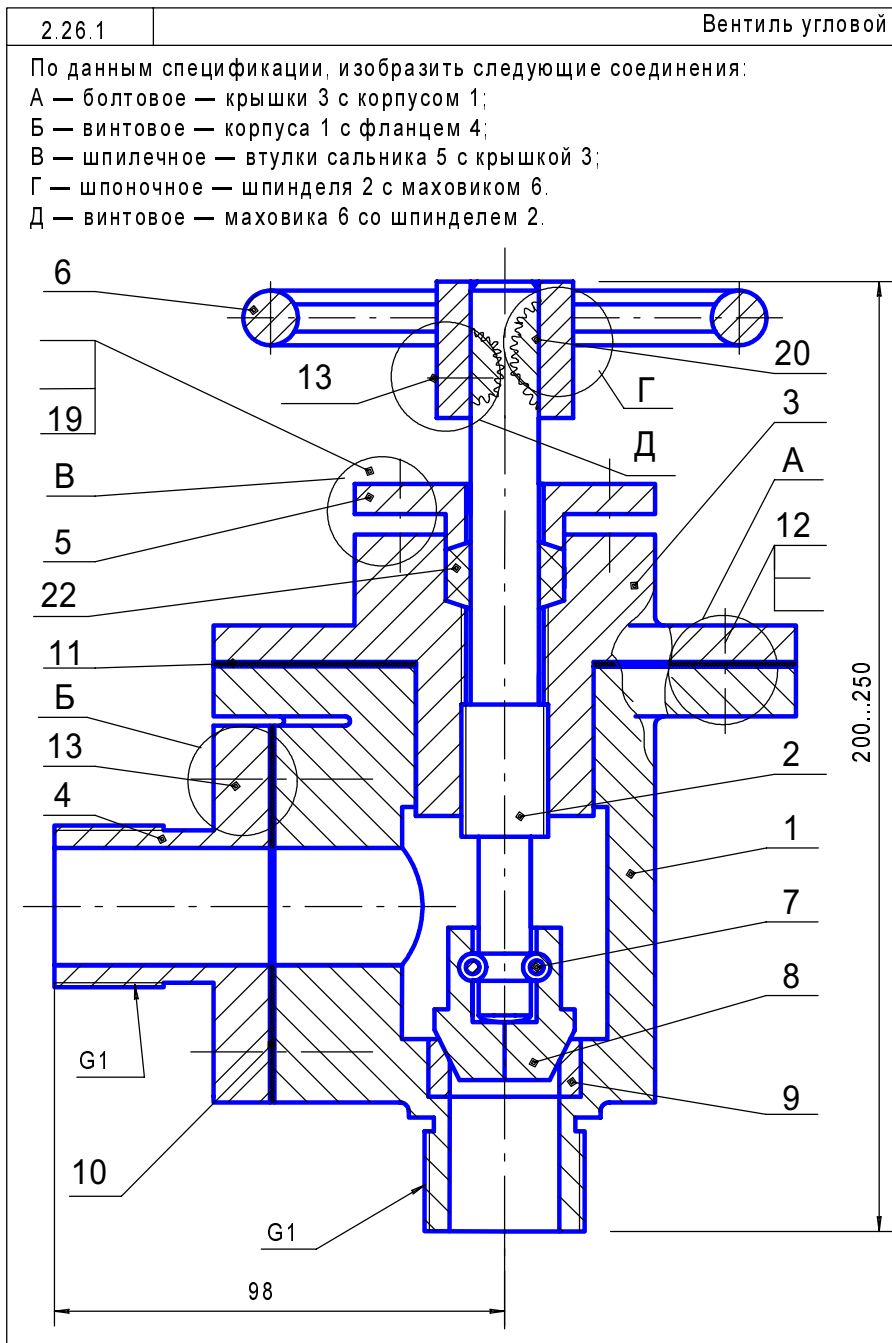


Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой выступы, выделенные штриховкой, заменяются смежными выемками тех же форм и размеров.

<p>2.19.1</p>	<p>Изобразить и обозначить резьбу метрическую с крупным шагом на поверхности L. Построить вид слева.</p>	
<p>2.19.2</p>	<p>Изобразить и обозначить резьбу метрическую с мелким шагом на поверхности L. Построить вид слева.</p>	
<p>2.19.3</p>	<p>Показать условное изображение резьбы при длине нарезанной части L на поверхностях I и II.</p> 	
<p>2.20.1</p>	 <p>Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.</p>	<p>2.20.2</p>  <p>Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.</p>
<p>2.21</p>	 <p>Завершить сборочный чертеж, изобразив соединение основания 1 с накладкой 2 шпилькой М8 (ГОСТ 22032-76), с пластиной 3 — болтом М10 (ГОСТ 7798-70), с угольником 4 — винтом М6 (ГОСТ 1491-80). Заполнить раздел "Стандартные изделия" спецификации, указав выбранные крепежные детали.</p>	

2.23	<p>Сборочный чертёж и спецификация.</p> <p>Прижим предназначен для закрепления изделий в заданном положении. Изображения деталей, входящих в прижим, приведены в таблице.</p> <table border="1" data-bbox="331 223 565 842"> <thead> <tr> <th>Шток</th> <th>Пробка</th> <th>Пружина</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Размеры для справок</p>	Шток	Пробка	Пружина			
Шток	Пробка	Пружина					
							
2.22	<p>Основание</p>  <p>Соединяемые детали</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Втулка</li> <li>2. Угольник</li> <li>3. Втулка</li> </ol> <p>Завершить сборочный чертёж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.</p>						
<p>Размеры для справок</p> 							
<p>Задание</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.</li> <li>2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.</li> <li>3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.</li> </ol>							

2.24 Армированное изделие — ручка специальная																											
Пластмассовая часть	Арматура — штырь																										
<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <tr> <th style="width: 10%;">H</th> <th style="width: 10%;">L</th> <th style="width: 10%;">D</th> <th style="width: 10%;">D1</th> <th style="width: 10%;">D2</th> <th style="width: 10%;">r</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">24</td> <td style="text-align: center;">125</td> <td style="text-align: center;">32</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">13,4</td> <td style="text-align: center;">10</td> </tr> </table>	H	L	D	D1	D2	r	24	125	32	20	13,4	10	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <tr> <th style="width: 10%;">h1</th> <th style="width: 10%;">b</th> <th style="width: 10%;">b1</th> <th style="width: 10%;">b2</th> <th style="width: 10%;">d</th> <th style="width: 10%;">d1</th> <th style="width: 10%;">d2</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">24</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">17</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td style="text-align: center;">14</td> <td style="text-align: center;">19</td> </tr> </table>	h1	b	b1	b2	d	d1	d2	24	8	5	17	10	14	19
H	L	D	D1	D2	r																						
24	125	32	20	13,4	10																						
h1	b	b1	b2	d	d1	d2																					
24	8	5	17	10	14	19																					
<p>Материал Аминопласт, кл. А, гр. А1, цв. черный, ГОСТ 9369-80</p>	<p>Материал АЛ2 ГОСТ 2685-75</p>																										
<p>По приведенным в таблицах данным, используя показанные изображения арматуры и пластмассовой части армированного изделия, выполнить чертеж этого изделия.</p>																											
2.25																											
Детектор пиковый																											
<p>Отредактировать схему по требованиям стандартов ЕСКД.</p>																											



2.26.2		Завершить спецификацию вентиля углового				
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
			ПМИГ.ХХХХХХ.002СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.002	Корпус	1	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.002	Шпиндель	1	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.002	Крышка	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.002	Фланец	1	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.002	Втулка сальника	1	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.002	Маховик	1	
		7	ПМИГ.ХХХХ07.002	Скоба	1	
		8	ПМИГ.ХХХХ08.002	Клапан	1	
		9	ПМИГ.ХХХХ09.002	Седло	1	
		10	ПМИГ.ХХХХ10.002	Прокладка	1	
		11	ПМИГ.ХХХХ11.002	Прокладка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		12		Болт М10 ... ГОСТ 7789-70	4	
		13		Винт М6 ... ГОСТ 1478-93	1	
		14		Винт М8 ... ГОСТ 1491-80	4	
				Гайка ... ГОСТ 5915-70		
				Гайка... ГОСТ 5915-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
		19		Шпилька М8 ... ГОСТ 22038-76	4	
		20		Шпонка .....x25 ГОСТ 23360-78	1	
				<u>Материалы</u>		
		22		Пенька ГОСТ 5152-66	0,02	кг

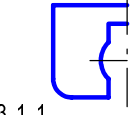
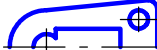
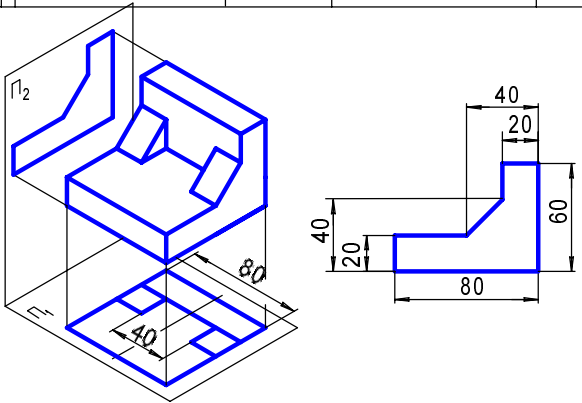
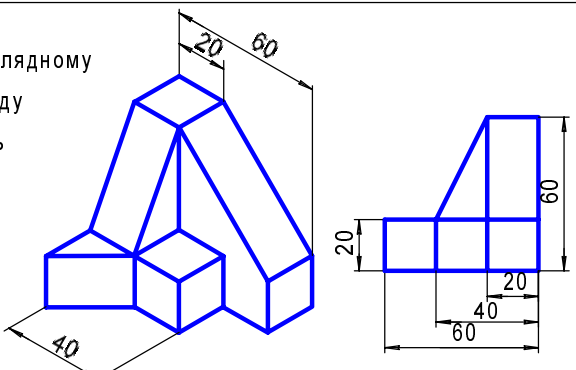
## Описание вентиля углового

Вентиль — устройство для регулирования движения в трубопроводе пара, газа, воды или другой жидкости.

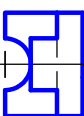
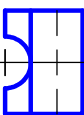
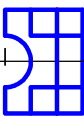
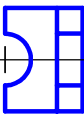
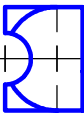
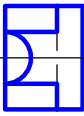
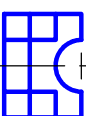
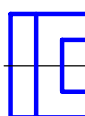
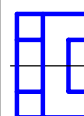
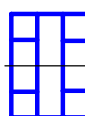
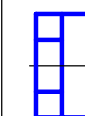
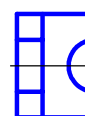


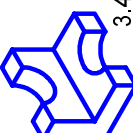


Вентиль состоит из корпуса 1, на котором установлена с помощью болтов 12, шайб и гаек крышка 3. В крышке 3 в резьбовое отверстие установлен шпindel 2. На нижнем хвостике шпинделя 2 с помощью скобы 7 закреплен клапан 8, упирающийся конической частью в седло 9, установленное в корпусе. На верхнем конце шпинделя установочным винтом 13 закреплен маховик 6, в котором установлена шпонка 20, передающая вращательное движение шпинделю 2. На крышке закреплена шпилькой 19 втулка сальника 5, которая поджимает сальниковую набивку 22. Фланец 4 крепится к корпусу с помощью винтов 14. На чертеже вентиль изображен в закрытом положении.

Рабочая среда (жидкость или газ) поступают по трубопроводу (на чертеже не изображен) к корпусу 1, снизу под клапан. При вращении маховика 6 шпindel получает поступательное движение и, поднимаясь вверх вместе с клапаном 8, открывает отверстие в нижней части корпуса. Жидкость поступает в полость отверстия в корпусе, а затем по отверстию во фланце 4 переходит в трубопровод системы. Для избежания утечки жидкости между шпинделем 2 и крышкой 3 установлено сальниковое уплотнение 22. Крышка 3 с корпусом уплотнена прокладкой 11, герметизация фланца 4 с корпусом осуществляется прокладкой 10.

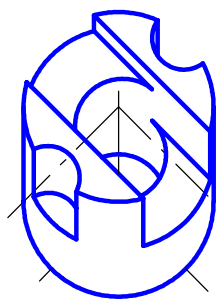
### Задания варианта 3

3.1	Вариант	Номер вопроса	Количество размеров	Ответ
<p>Завершить изображения плоских деталей по представленным половинкам, ограниченным осью симметрии. Нанести размеры и указать в таблице их количество.</p>	 <p>3.1.1</p>	<p>1 2 3 4</p>	<p>Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов</p>	
	 <p>3.1.2</p>	<p>5 6 7 8</p>	<p>Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов</p>	
<p>3.2</p> <p>По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху детали. Нанести необходимые размеры.</p>				
<p>3.3</p> <p>По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху и вид слева детали. Нанести необходимые размеры.</p>				



						3.4 6								
Ж 	Е 	Г 	В 	Б 	А 	3 И К Л М Н								
 3.4.1  3.4.2  3.4.3  3.4.4  3.4.5														
<p>Виды</p> <p>Вариант 3</p> <p>По наглядным изображениям деталей, используя представленный набор изображений, расположить в соответствующих местах виды спереди, сверху и слева, как это показано на примере. Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.</p>						<table border="1"> <tr> <td>Виды</td> <td>спереди</td> <td>сверху</td> <td>слева</td> </tr> <tr> <td>б</td> <td>е</td> <td>н</td> <td>н</td> </tr> </table>	Виды	спереди	сверху	слева	б	е	н	н
Виды	спереди	сверху	слева											
б	е	н	н											
3.4.1	3.4.2	3.4.3	3.4.4	3.4.4	3.4.5									

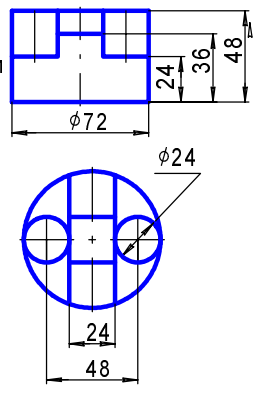
3.5



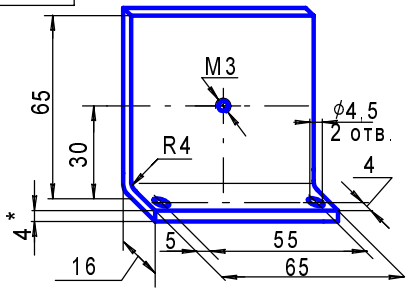
По аксонометрическому изображению выполнить в глазомерном масштабе виды спереди и сверху втулки.

3.8

По заданным прямоугольным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, построить прямоугольную изометрию детали.

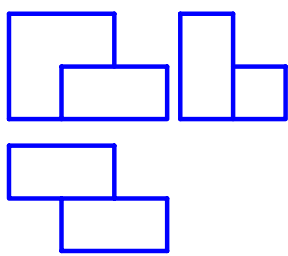


3.6



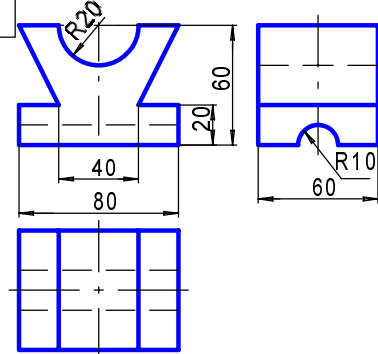
По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертеж.

3.9



По ортогональным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, изобразить трехмерную модель многогранника и его развертку.

3.7

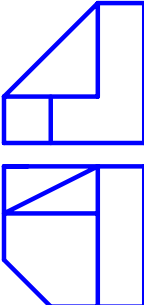
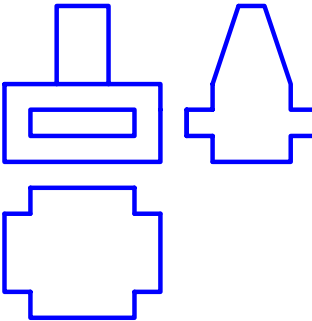
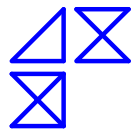
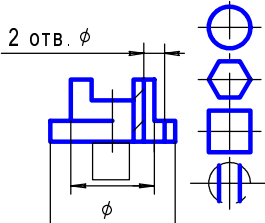
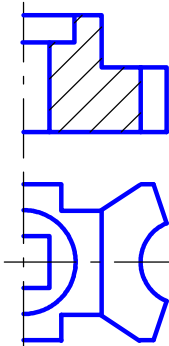
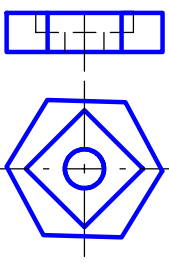
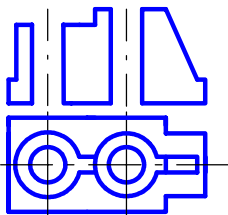



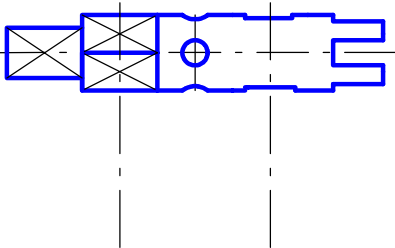
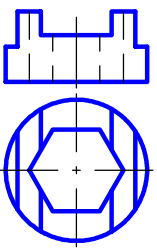
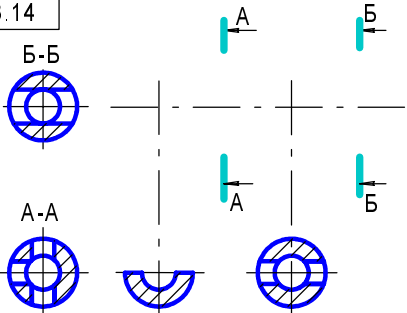
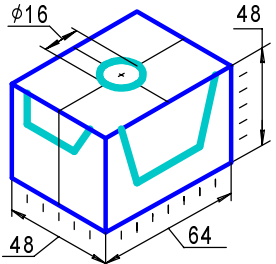
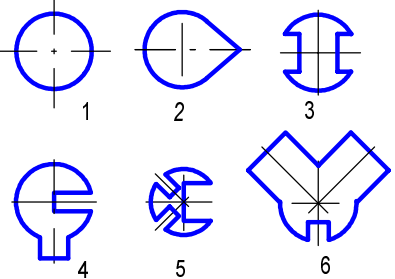
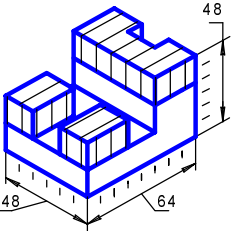
По прямоугольным проекциям построить прямоугольную изометрию.

3.10

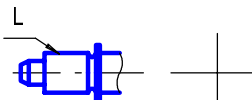


Выполнить чертеж плоской детали с элементами сопряжений. Нанести размеры.

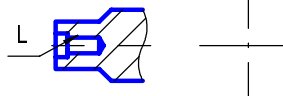
<p>3.11.1</p> 	<p>3.11.2</p> 	<p>3.11.3</p>  <p>3.11.4</p>  <p>2 отв. $\phi$</p> <p>$\phi$</p>
<p>3.11.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.</p> <p>3.11.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.</p> <p>3.11.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.</p> <p>3.11.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>3.12.1</p> 	<p>3.12.2</p> 	<p>3.12.3</p>  <p>3.12.4</p> <p>Рифление прямое 1 ГОСТ 21474-75</p>  <p>$M$</p>
<p>3.12.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.</p> <p>3.12.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.</p> <p>3.12.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.</p> <p>3.12.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		

<p>3.13</p>  <p>Дополнить главный вид двумя симметричными, двумя несимметричными сечениями и разрезом.</p>	<p>3.16</p>  <p>По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки. На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.</p>
<p>3.14</p>  <p>По заданным сечениям и разрезу Б-Б построить главный вид вала.</p>	<p>3.17</p>  <p>Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.</p>
<p>3.15</p>  <p>Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.</p>	<p>3.18</p>  <p>Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой выступы, выделенные штриховкой, заменяются смежными выемками тех же форм и размеров.</p>

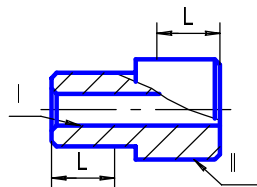
3.19.1 Изобразить и обозначить резьбу метрическую с крупным шагом на поверхности L. Построить вид слева.



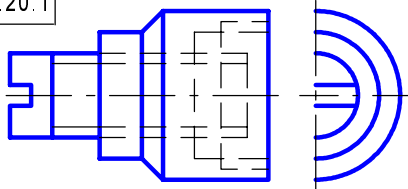
3.19.2 Изобразить и обозначить резьбу метрическую с мелким шагом на поверхности L. Построить вид слева.



3.19.3 Показать условное изображение резьбы при длине нарезанной части L на поверхностях I и II.

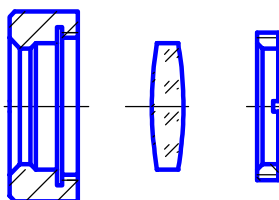


3.20.1



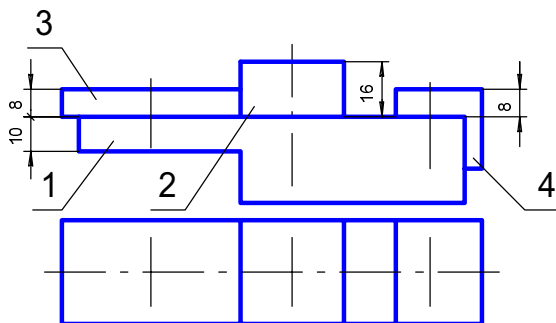
Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.

3.20.2



Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.

3.21

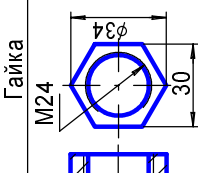
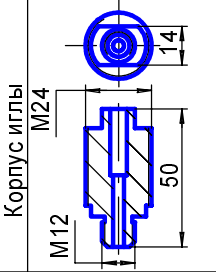




Завершить сборочный чертеж, изобразив соединение основания 1 с накладкой 2 шпилькой М8 (ГОСТ 22032-76), с пластиной 3 — болтом М10 (ГОСТ 7798-70), с угольником 4 — винтом М6 (ГОСТ 1491-80).  
Заполнить раздел "Стандартные изделия" спецификации, указав выбранные крепежные детали.

3.23

Сборочный чертёж и спецификация.

Хвостовик форсунки — концевая часть устройства для распыливания жидких веществ, поступающих под давлением по трубопроводу. Изображения составных частей хвостовика приведены в таблице

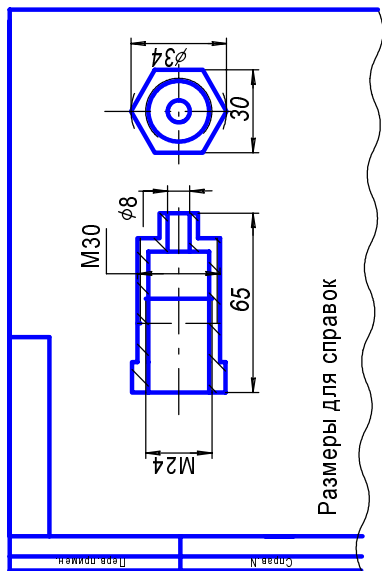
Гайка	Корпус иглы	Пружина
M24 	M12 M24 50 14 	 Упор 

Размеры для справок

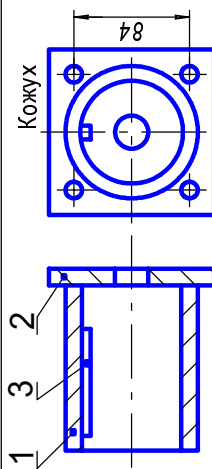
Отверстие  $\phi 8$  корпуса 1 перекрывается упором 2. На выступы упора и корпуса иглы 3, вворачиваемого в корпус, надевается пружина 4. Глубина вворачивания корпуса иглы фиксируется с помощью гайки 5.

Задание

1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.
2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.
3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.



3.22

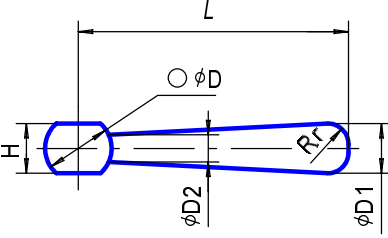
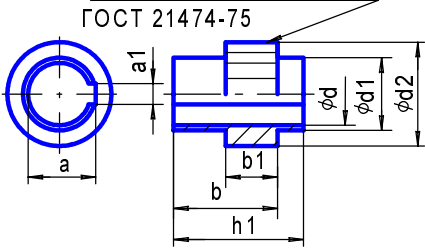
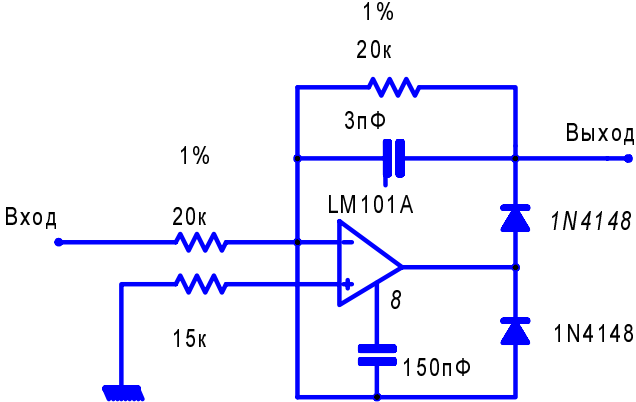


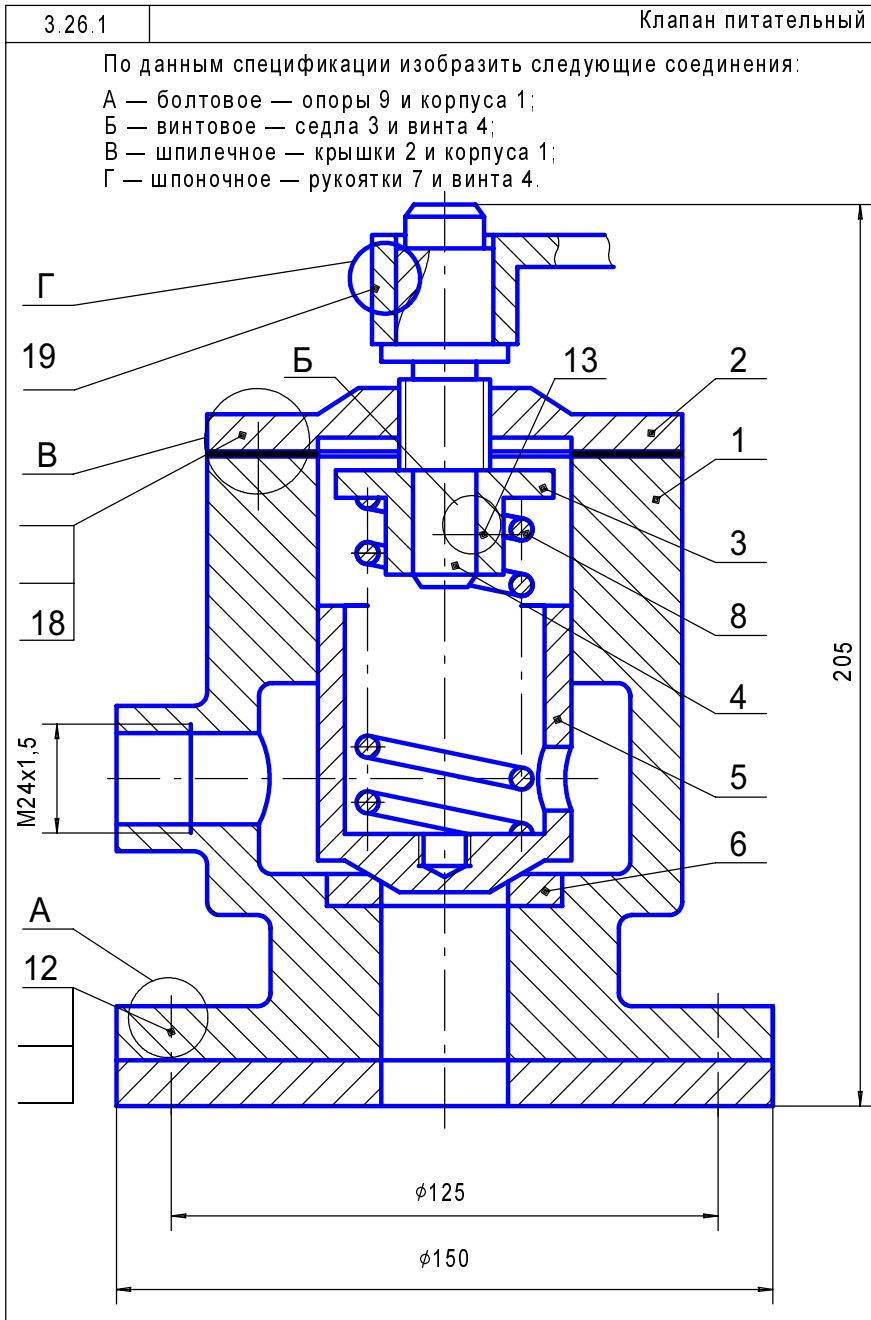
Соединяемые детали

1. Кожух
2. Фланец
3. Направляющая

M 1:2,5

Завершить сборочный чертёж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.

3.24		Армированное изделие — ручка специальная											
Пластмассовая часть						Арматура — штырь							
						<p>Рифление прямое ... ГОСТ 21474-75</p> 							
H	L	D	D1	D2	r	h1	b	b1	a	a1	d	d1	d2
12	65	20	10	7	5	12	8	3	8	3	6	12	15
Материал Аминопласт, кл. А, гр. А1, цв. черный, ГОСТ 9369-80						Материал Бронза Бр.ОЦЧ-3 ГОСТ 5017-74							
По приведенным в таблицах данным, используя показанные изображения арматуры и пластмассовой части армированного изделия, выполнить чертеж этого изделия.													
3.25													
 <p style="text-align: center;">Выпрямитель</p>													
Отредактировать схему по требованиям стандартов ЕСКД.													





3.26.2			Завершить спецификацию клапана питательного			
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ПМИГ.ХХХХХХ.003СБ	Сборочный чертёж		
				<u>Детали</u>		
	1		ПМИГ.ХХХХ01.003	Корпус	1	
	2		ПМИГ.ХХХХ02.003	Крышка	1	
	3		ПМИГ.ХХХХ03.003	Седло	1	
	4		ПМИГ.ХХХХ04.003	Винт	1	
	5		ПМИГ.ХХХХ05.003	Клапан	1	
	6		ПМИГ.ХХХХ06.003	Кольцо	1	
	7		ПМИГ.ХХХХ07.003	Ручка	1	
	8		ПМИГ.ХХХХ08.003	Пружина	1	
	9		ПМИГ.ХХХХ09.003	Опора	1	
	10		ПМИГ.ХХХХ10.003	Прокладка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
	12			Болт М12... ГОСТ 7798-70	4	
	13			Винт М6... ГОСТ 1478-93	1	
				Гайка М... ГОСТ 5915-70		
				Гайка М... ГОСТ 5915-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 11371-78		
	18			Шпилька М10... ГОСТ 22034-76	4	
	19			Шпонка .... х20 ГОСТ 23360-78	1	


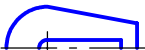
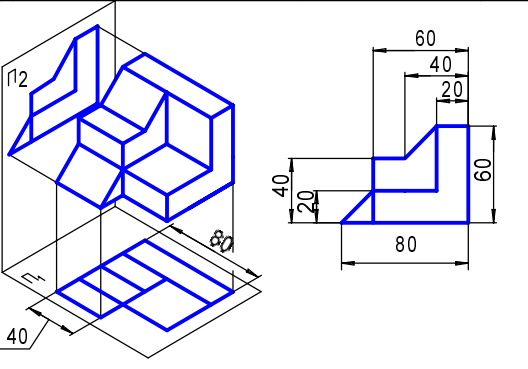
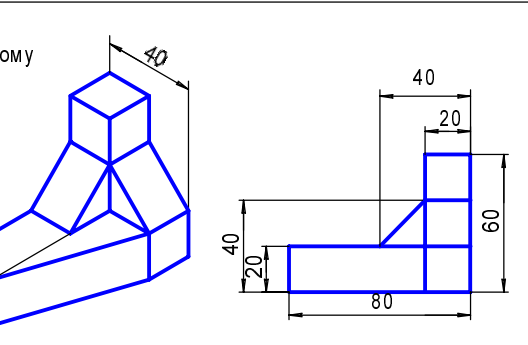
## Описание клапана питательного

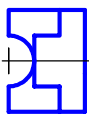
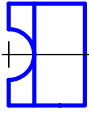
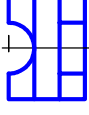
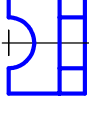

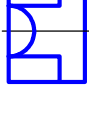
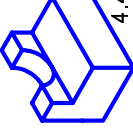

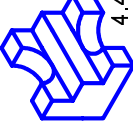
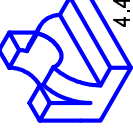
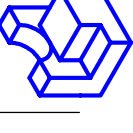

Клапан устанавливается на трубопроводах, соединяющих резервуары с устройствами, нагнетающими газы или жидкости.

В корпусе 1 на кольцо 6 поставлен клапан 5. Пружина 8 опирается на клапан 5 и седло 3. Рабочее состояние пружины достигается с помощью винта 4. Вращение винта осуществляется ручкой 7, которая соединяется с винтом с помощью призматической шпонки 19. В камере клапана просверлено отверстие для обеспечения атмосферного давления. Поставить или вынуть клапан из корпуса можно с помощью стержня, ввернутого в отверстие клапана. Прокладка 10 обеспечивает плотное прилегание крышки 2 к корпусу 1 с помощью шпилек 18, гаек и шайб. Седло 3 крепится винтом 13 к ходовому винту 4.

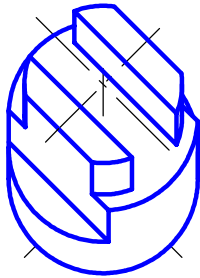
Корпус 1 соединяется с опорой 9 болтами 12, гайками и шайбами. Жидкость или газ, идущие от нагнетательного прибора, поднимают клапан 5 и проходят по левому отверстию корпуса 1 в резервуар. Обратного газа или жидкости идти не могут, так как клапан 5 под действием пружины 8 садится на кольцо 6 и закрывает входное отверстие корпуса.

## Задания варианта 4

4.1	Вариант	Номер вопроса	Количество размеров	От-вет
Завершить изображе- ния плоских деталей по представленным половинкам, ограниченным осью симметрии. Нанести размеры и указать в таблице их количество.	 4.1.1	1 2 3 4	Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов	
	 4.1.2	5 6 7 8	Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов	
4.2  По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху детали. Нанести необходимые размеры.				
4.3  По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху и вид слева детали. Нанести необходимые размеры.				

						4.1 6																		
Ж	И	К	Л	М	Н	3																		
			<table border="1"> <tr> <td colspan="6">Виды</td> </tr> <tr> <td>спереди</td> <td>сверху</td> <td>слева</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Е</td> <td>Н</td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>				Виды						спереди	сверху	слева				6	Е	Н			
Виды																								
спереди	сверху	слева																						
6	Е	Н																						
Е	Г	В	Б	А	<p>По наглядным изображениям деталей, используя представленный набор изображений, расположить в соответствующих местах виды спереди, сверху и слева, как это показано на примере. Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.</p>																			
			<table border="1"> <tr> <td>Виды</td> <td>Вариант</td> <td>4</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td>4.4.1</td> <td>4.4.2</td> <td>4.4.3</td> <td>4.4.4</td> <td>4.4.5</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>				Виды	Вариант	4					4.4.1	4.4.2	4.4.3	4.4.4	4.4.5						
Виды	Вариант	4																						
4.4.1	4.4.2	4.4.3	4.4.4	4.4.5																				

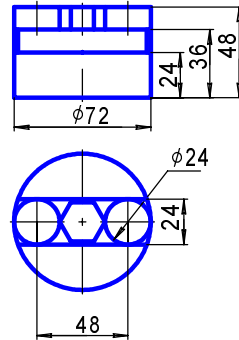
4.5



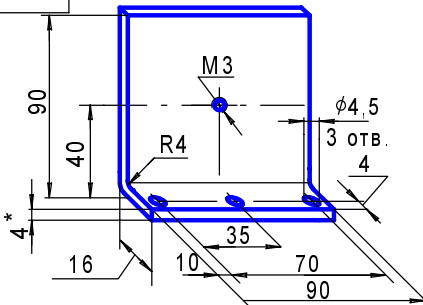
По аксонометрическому изображению выполнить в глазерном масштабе виды спереди и сверху втулки.

4.8

По заданным прямоугольным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, построить прямоугольную изометрию детали.

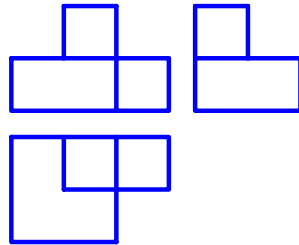


4.6



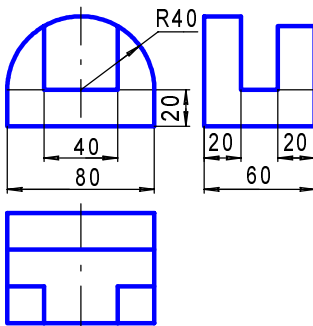
По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертёж.

4.9



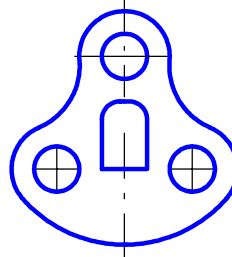
По ортогональным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, изобразить трехмерную модель многогранника и его развертку.

4.7

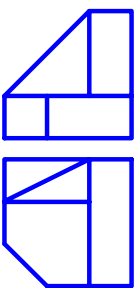
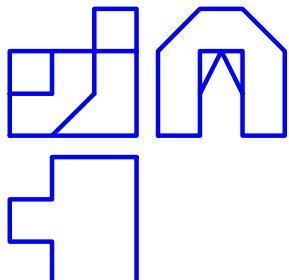
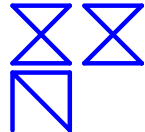
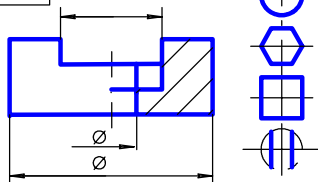
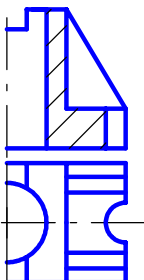
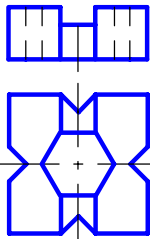
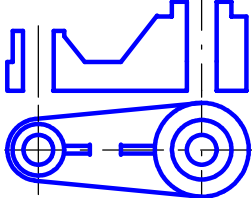
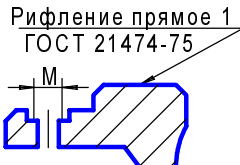


По прямоугольным проекциям построить прямоугольную изометрию.

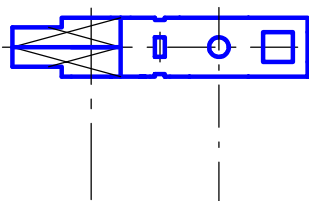
4.10



Выполнить чертёж плоской детали с элементами сопряжений. Нанести размеры.

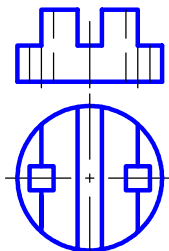
<p>4.11.1</p> 	<p>4.11.2</p> 	<p>4.11.3</p>  <p>4.11.4</p> 
<p>4.11.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.          4.11.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.          4.11.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.          4.11.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>4.12.1</p> 	<p>4.12.2</p> 	<p>4.12.3</p>  <p>4.12.4</p> <p>Рифление прямое 1 ГОСТ 21474-75</p> 
<p>4.12.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.          4.12.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.          4.12.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.          4.12.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		

4.13



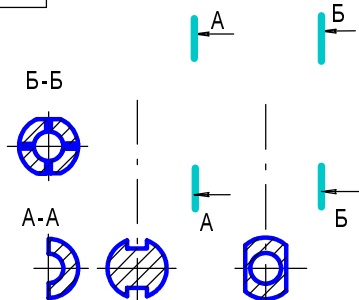
Дополнить главный вид двумя симметричными, двумя несимметричными сечениями и разрезом.

4.16



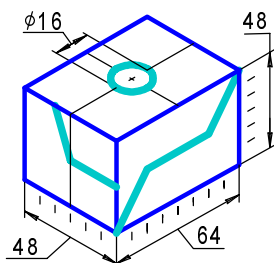
По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки. На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.

4.14



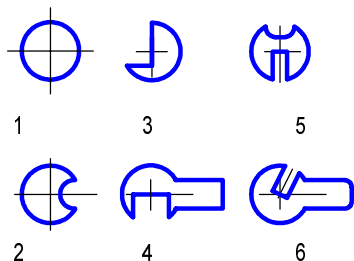
По заданным сечениям и разрезу Б-Б построить главный вид вала.

4.17



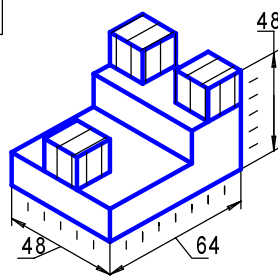
Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.

4.15

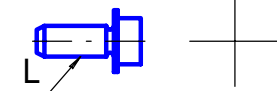
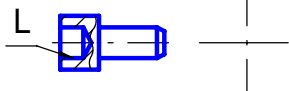
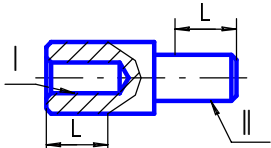
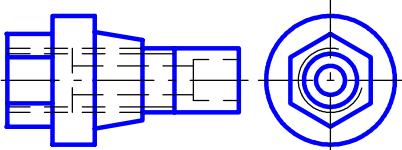
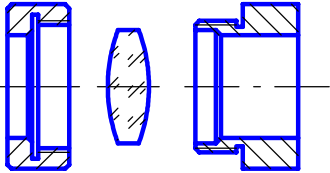
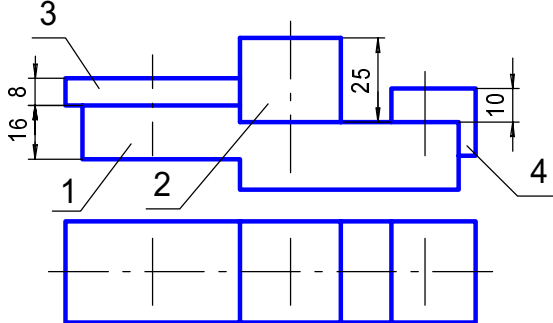


Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.

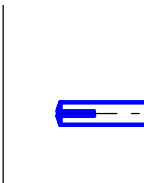
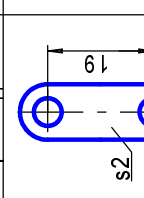
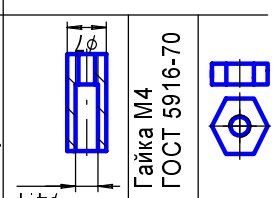
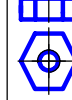
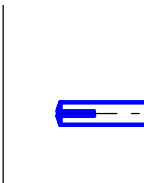
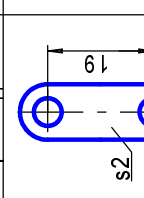
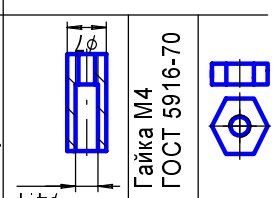
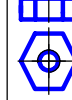
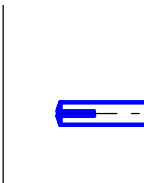
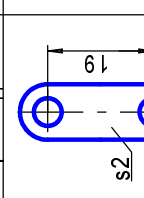
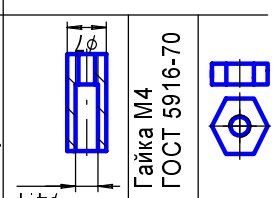
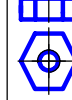
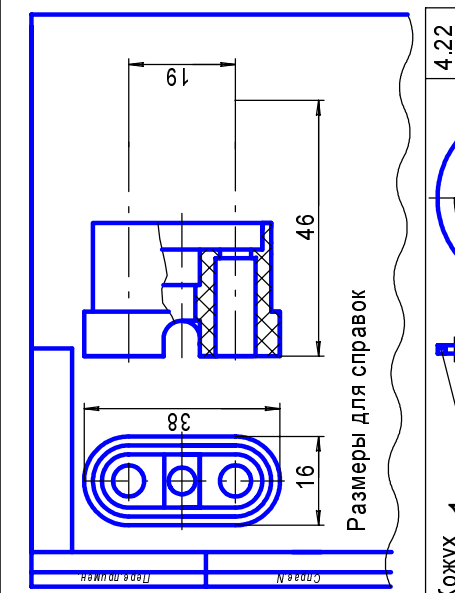
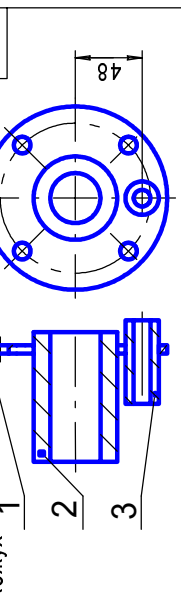
4.18

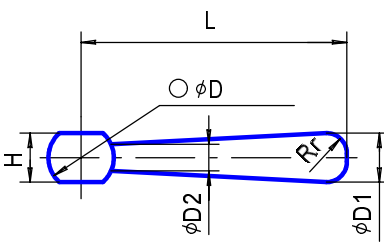
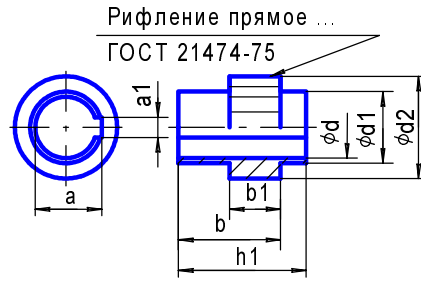
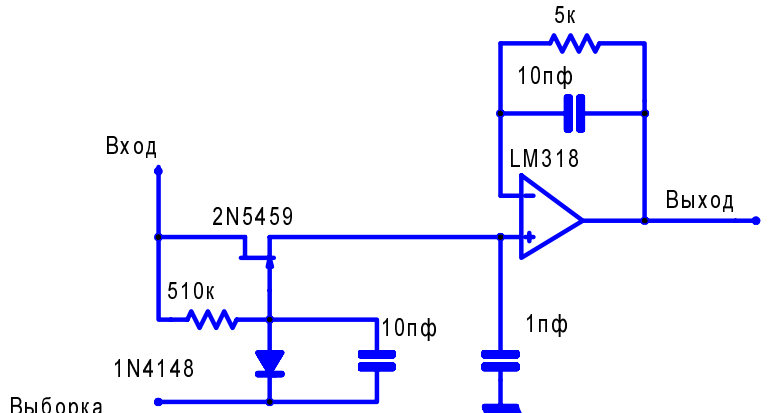


Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой выступы, выделенные штриховкой, заменяются смежными выемками тех же форм и размеров.

<p>4.19.1</p>	<p>Изобразить и обозначить резьбу метрическую с крупным шагом на поверхности L. Построить вид слева.</p>	
<p>4.19.2</p>	<p>Изобразить и обозначить резьбу метрическую с мелким шагом на поверхности L. Построить вид слева.</p>	
<p>4.19.3</p>	<p>Показать условное изображение резьбы при длине нарезанной части L на поверхностях I и II.</p>	
<p>4.20.1</p>	 <p>Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.</p>	<p>4.20.2</p>  <p>Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.</p>
<p>4.21</p>	 <p>Завершить сборочный чертеж, изобразив соединение основания 1 с накладкой 2 шпилькой М8 (ГОСТ 22032-76), с пластиной 3 — болтом М10 (ГОСТ 7798-70), с угольником 4 — винтом М6 (ГОСТ 1491-80). Заполнить раздел "Стандартные изделия" спецификации, указав выбранные крепежные детали.</p>	



4.23	<p>Сборочный чертеж и спецификация.</p> <p>Вилка предназначена для подключения сетевого шнура электроприбора к розетке питающей цепи.</p> <table border="1" data-bbox="264 231 577 809"> <thead> <tr> <th data-bbox="264 231 301 413">Втулка</th> <th data-bbox="264 413 301 611">Прокладка</th> <th data-bbox="264 611 301 809">Контакт</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="301 231 445 413">  </td> <td data-bbox="301 413 445 611">  </td> <td data-bbox="301 611 577 809">  </td> </tr> <tr> <td colspan="3" data-bbox="445 231 577 809"> <p>Гайка М4 ГОСТ 5916-70</p>  <p>Размеры для справок</p> </td> </tr> </tbody> </table>			Втулка	Прокладка	Контакт				<p>Гайка М4 ГОСТ 5916-70</p>  <p>Размеры для справок</p>		
Втулка	Прокладка	Контакт										
												
<p>Гайка М4 ГОСТ 5916-70</p>  <p>Размеры для справок</p>												
 <p>Размеры для справок</p>	<p>4.22</p>  <p>Кожух 1 2 3</p>	<p>Соединяемые детали</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фланец</li> <li>2. Втулка</li> <li>3. Втулка</li> </ol> <p>М 1:2,5</p>	<p>На каждый контакт 4 до упора наворачивается гайка 5. В углубление корпуса 1 устанавливается прокладка 3, которая прижимается гайками 5 в результате вворачивания контактов 4 во втулки 2, закладываемые в отверстия $\phi 7$ корпуса.</p> <p>Задание</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.</li> <li>2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.</li> <li>3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.</li> </ol>									
<p>Завершить сборочный чертеж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.</p>												

4.24	Армированное изделие — ручка специальная	Арматура — штырь											
Пластмассовая часть		Рифление прямое ... ГОСТ 21474-75											
													
H	L	D	D1	D2	r	h1	b	b1	a	a1	d	d1	d2
24	125	32	20	13,4	10	24	20	10	14	6	12	18	20
Материал Аминопласт, кл. А, гр. А1, цв. черный, ГОСТ 9369-80		Материал Бронза Бр.ОЦЧ-3 ГОСТ 5017-74											
По приведенным в таблицах данным, используя показанные изображения арматуры и пластмассовой части армированного изделия, выполнить чертеж этого изделия.													
4.25													
 <p style="text-align: center;">Устройство выборки-хранения</p>													
Отредактировать схему по требованиям стандартов ЕСКД.													

4.26.1

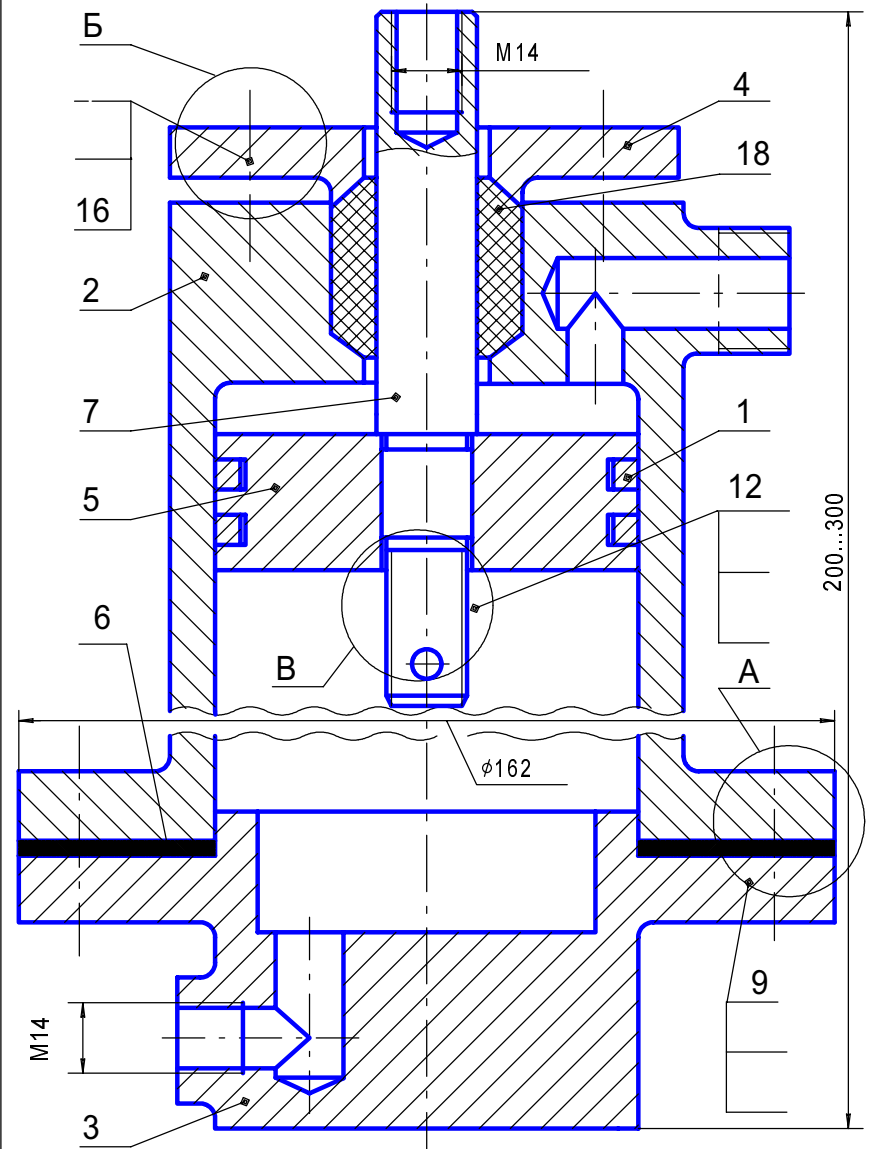
Пневмоцилиндр

По данным спецификации изобразить следующие соединения:

А — болтовое — крышки 3 с корпусом 2;

Б — шпилечное — втулки сальника 4 с корпусом 2;

В — закрепить поршень 5 посредством шайбы, гайки 12 и шплинта.



4.26.2			Завершить спецификацию пневмоцилиндра			
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ПМИГ.ХХХХХХ.004СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.004	Кольцо поршневое	2	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.004	Корпус	1	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.004	Крышка	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.004	Крышка сальника	1	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.004	Поршень	1	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.004	Прокладка	1	
		7	ПМИГ.ХХХХ07.004	Шток	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		9		Болт М12 ... ГОСТ 7805-70	4	
				Гайка ... ГОСТ 5915-70		
				Гайка ... ГОСТ 5915-70		
		12		Гайка М16 ГОСТ 5918-73	1	
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 11371-78		
				Шайба ... ГОСТ 11371-78		
		16		Шпилька М10 ... ГОСТ 22032-76	4	
		17		Шплинт... ГОСТ 387-79	1	
				<u>Материалы</u>		
		18		Набивка	0,1 кг	

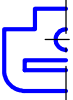
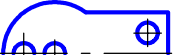
## Описание пневмоцилиндра

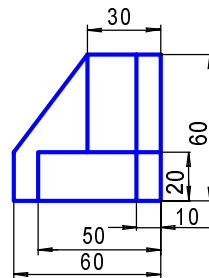
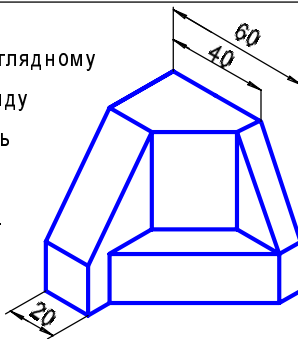
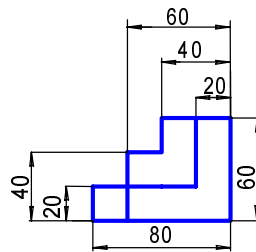
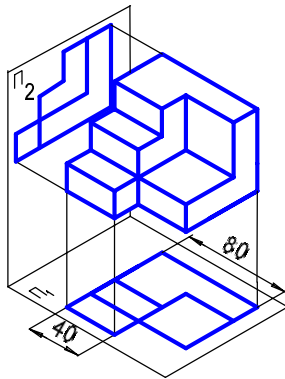
Пневмоцилиндры по принципу действия можно разделить на односторонние и двухсторонние. В односторонних цилиндрах сжатый воздух подается только в одну сторону от поршня. В цилиндрах двухстороннего действия воздух подается поочередно в обе полости, и поршень перемещается в обоих направлениях под нагрузкой. Эти пневмоцилиндры наиболее распространены в приводах литейных машин (особенно автоматических линий). Они приводят в движение рабочие органы, которые перемещаются в любых направлениях, когда требуется преодолеть сопротивление при прямом и обратном ходах.

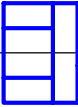
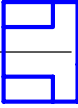
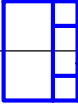
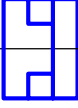
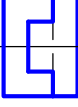
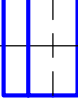
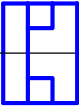

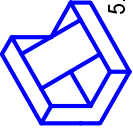
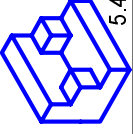

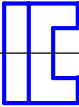

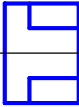

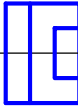
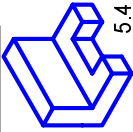
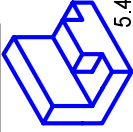




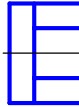
Движение поршня 5 происходит под действием сжатого воздуха. Подавая воздух через правое отверстие корпуса 2 или нижнее отверстие крышки 3, для чего в эти резьбовые отверстия ввинчиваются наконечники шлангов компрессора, можно двигать поршень вниз или вверх и тем самым придавать нужное движение механизму, присоединенному к штоку поршня. Кольца имеют прорезь под углом 45°. Поршень 3 закреплен на шток 2 гайкой 12, шайбой и шплинтом 17.

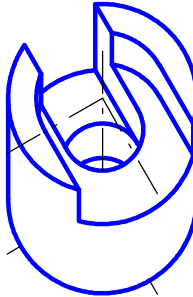
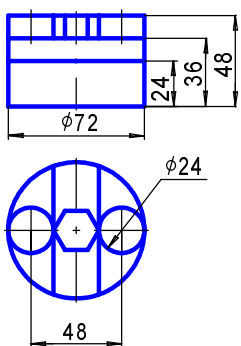
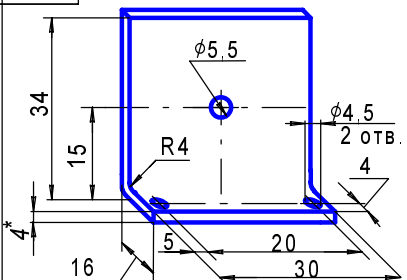
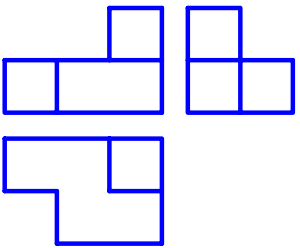
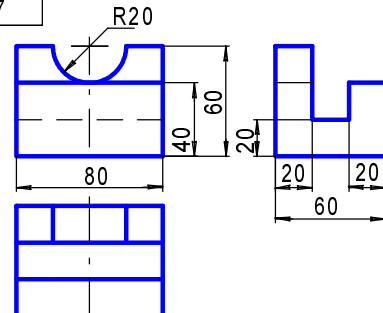
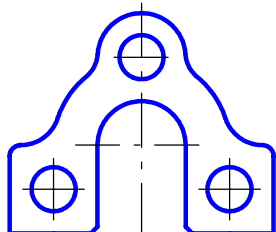
В корпусе 1 в месте выхода штока 2 расположено уплотняющее устройство (сальник) 18, предупреждающее просачивание воздуха через зазор между штоком 7 и отверстием в крышке сальника 4. Крепление крышки сальника 4 к корпусу 2 осуществляется шпильками 16. Крышка 5 крепится к корпусу 1 болтами 9.

## Задания варианта 5

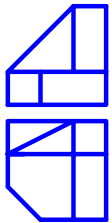
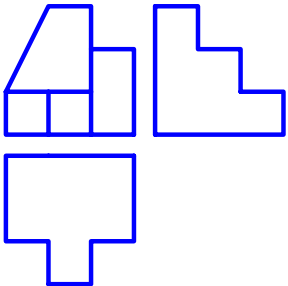
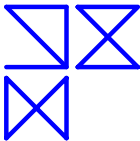
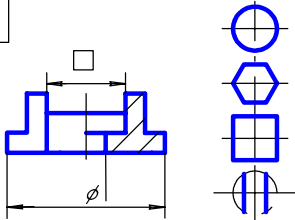
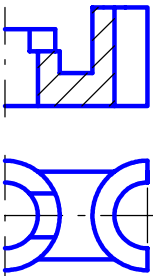
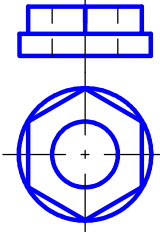
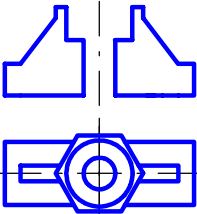
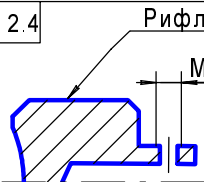
5.1	Вариант	Номер вопроса	Количество размеров	От-вет
<p>Завершить изображе- ния плоских деталей по представленным половинкам, ограниченным осью симметрии. Нанести размеры и указать в таблице их количество.</p>	 <p>5.1.1</p>	<p>1 2 3 4</p>	<p>Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов</p>	
	 <p>5.1.2</p>	<p>5 6 7 8</p>	<p>Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов</p>	
5.2	<p>По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху детали. Нанести необходимые размеры.</p>			
5.3	<p>По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху и вид слева детали. Нанести необходимые размеры.</p>			

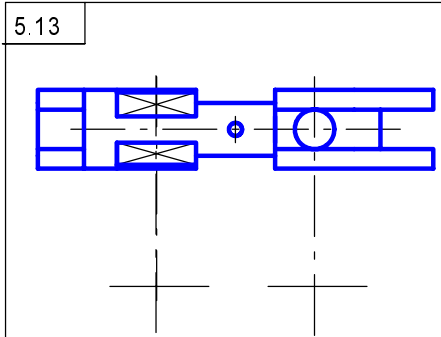


						5.4							
Ж						3							
Е						И							
Г						К							
В						Л							
Б						М							
А		<p>Виды</p> <p>Вариант 5</p> <p>По наглядным изображениям деталей, используя представленный набор изображений, расположить в соответствующих местах виды спереди, сверху и слева, как это показано на примере.</p> <p>Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.</p>			<p>Виды</p> <table border="1"> <tr> <td>спереди</td> <td>сверху</td> <td>слева</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Г</td> <td>И</td> </tr> </table>			спереди	сверху	слева	2	Г	И
		спереди	сверху	слева									
2	Г	И											
5.4.1	5.4.2	5.4.3	5.4.4	5.4.5		Н							

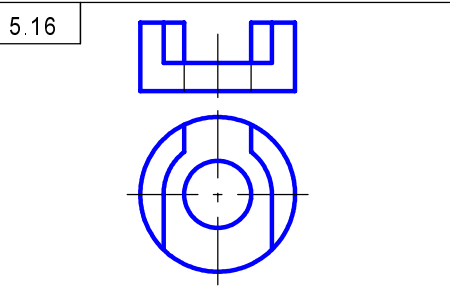
<p>5.5</p>  <p>По аксонометрическому изображению выполнить в глазомерном масштабе виды спереди и сверху втулки.</p>	<p>5.8</p> <p>По заданным прямоугольным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, построить прямоугольную изометрию детали.</p> 
<p>5.6</p>  <p>По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертеж.</p>	<p>5.9</p>  <p>По ортогональным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, изобразить трехмерную модель многогранника и его развертку.</p>
<p>5.7</p>  <p>По прямоугольным проекциям построить прямоугольную изометрию.</p>	<p>5.10</p>  <p>Выполнить чертеж плоской детали с элементами сопряжений.</p>



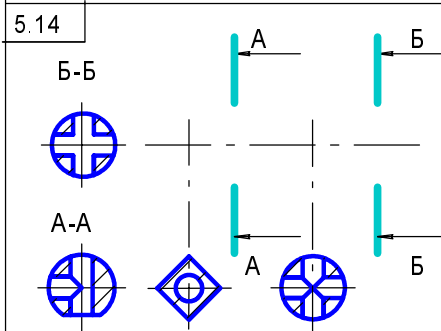
<p>5.11.1</p> 	<p>5.11.2</p> 	<p>5.11.3</p>  <p>5.11.4</p> 
<p>5.11.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.</p> <p>5.11.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.</p> <p>5.11.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.</p> <p>5.11.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>5.12.1</p> 	<p>5.12.2</p> 	<p>5.12.3</p>  <p>5.12.4</p>  <p>Рифление прямое 1 ГОСТ 21474-75</p>
<p>5.12.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.</p> <p>5.12.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.</p> <p>5.12.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.</p> <p>5.12.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		



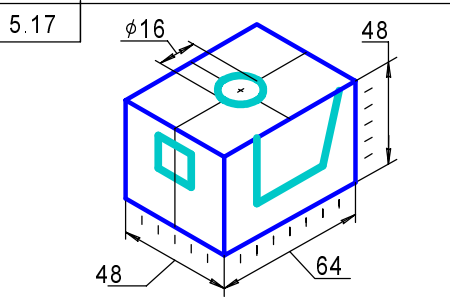
Дополнить главный вид двумя симметричными, двумя несимметричными сечениями и разрезом.



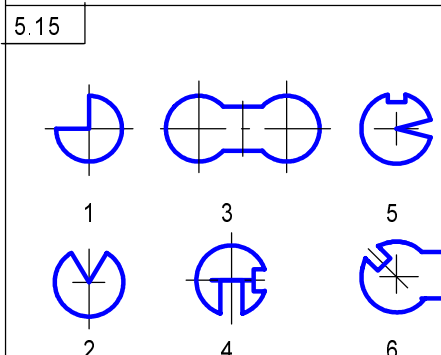
По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки. На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.



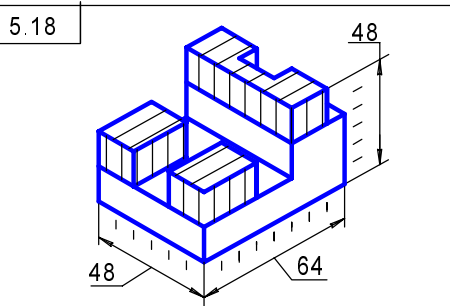
По заданным сечениям и разрезу Б-Б построить главный вид вала.



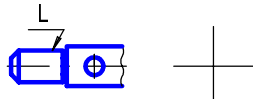
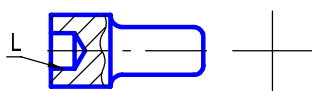
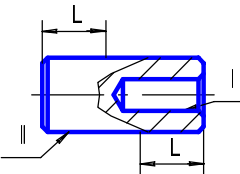
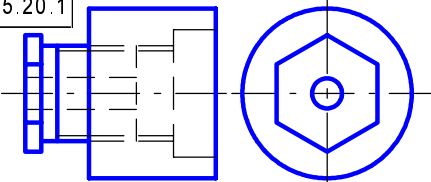
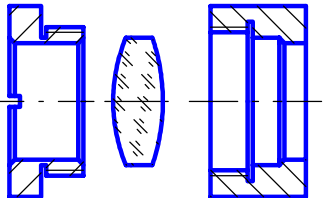
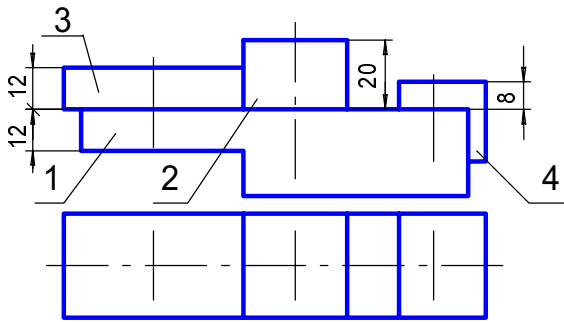
Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.

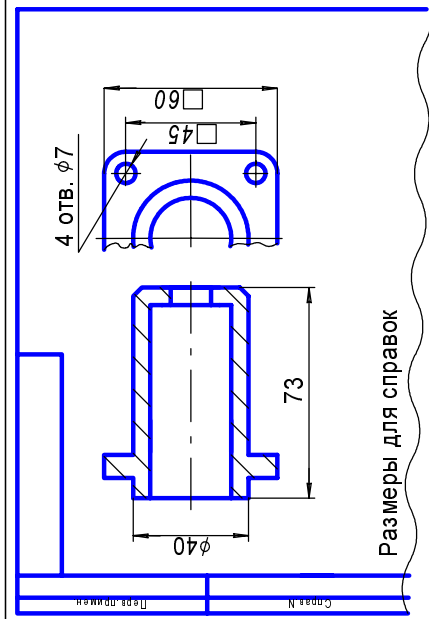


Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.



Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой выступы, выделенные штриховкой, заменяются смежными выемками тех же форм и размеров.

5.19.1	Изобразить и обозначить резьбу метрическую с крупным шагом на поверхности L. Построить вид слева.	
5.19.2	Изобразить и обозначить резьбу метрическую с мелким шагом на поверхности L. Построить вид слева.	
5.19.3	Показать условное изображение резьбы при длине нарезанной части L на поверхностях I и II.	
5.20.1	 <p data-bbox="150 826 505 900">Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.</p>	5.20.2  <p data-bbox="602 826 951 900">Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.</p>
5.21	 <p data-bbox="150 1263 1017 1437">Завершить сборочный чертеж, изобразив соединение основания 1 с накладкой 2 шпилькой М12 (ГОСТ 22032-76), с пластиной 3 — болтом М10 (ГОСТ 7798-70), с угольником 4 — винтом М8 (ГОСТ 1491-80). Заполнить раздел "Стандартные изделия" спецификации, указав выбранные крепежные детали.</p>	



5.22

Крышка

Соединяемые детали	1. Втулка 2. Пластина
М 1:2,5	

Завершить сборочный чертеж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.

5.23

Сборочный чертеж и спецификация.

Фиксатор предназначен для закрепления изделий в заданном положении с помощью подпружиненного штока.

Изображения составных частей фиксатора приведены в таблице.

Шток	Гайка	Пружина

Размеры для справок

В стакан 1 устанавливается шток 2, на который надевается пружина 3. На выступающую из корпуса часть штока навинчивается гайка 4

Задание

1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.
2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.
3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.

5.24		Армированное изделие — ручка специальная											
Пластмассовая часть						Арматура — вставка							
H	L	D	D1	D2	r	h1	b	b1	b2	s	d1	d2	c
12	65	20	10	7	5	22	12	8	4	14	8	12	1
Материал		Аминопласт, кл. А, гр. А1, цв. черный, ГОСТ 9369-80				Материал		Сталь 20 ГОСТ 1050-74					
По приведенным в таблицах данным, используя показанные изображения арматуры и пластмассовой части армированного изделия, выполнить чертеж этого изделия.													
5.25													
Мультивибратор													
Отредактировать схему по требованиям стандартов ЕСКД.													

5.26.1

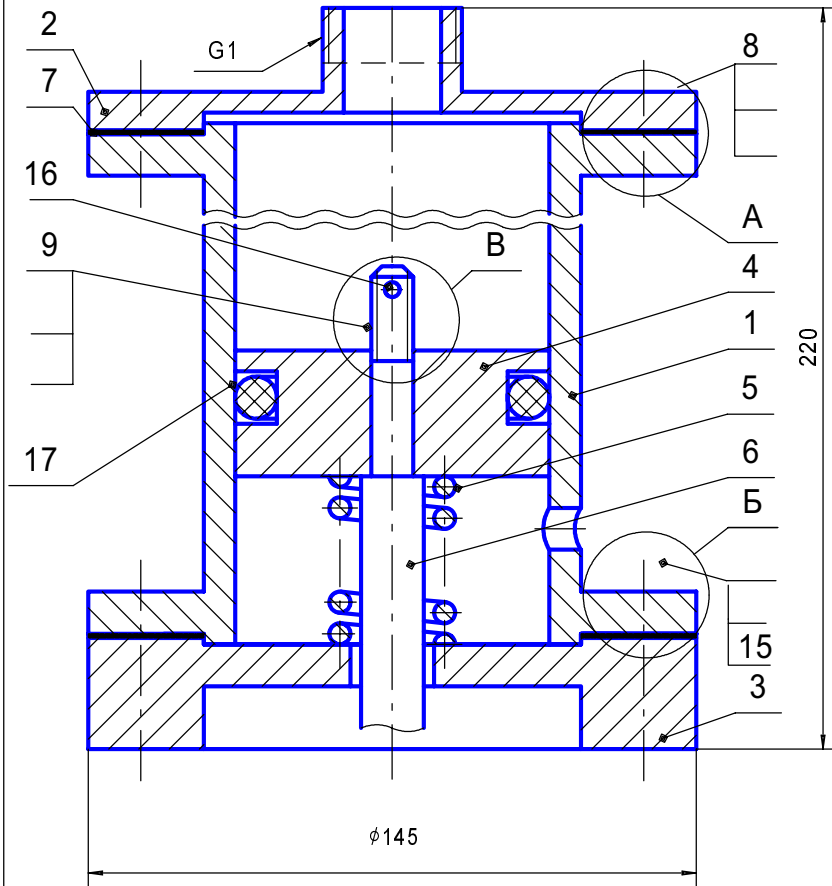
Пневмоцилиндр

По данным спецификации изобразить следующие соединения:

А — болтовое — крышки 2 с корпусом 1;

Б — шпилечное — основания 3 с корпусом 1;

В — закрепить поршень 4 посредством шайбы, гайки и шплинта.



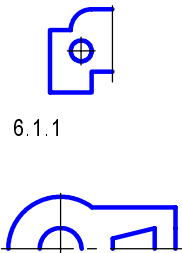
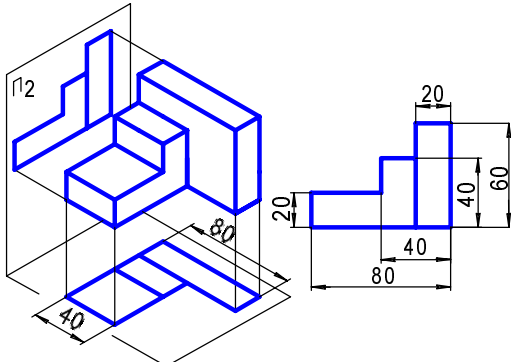
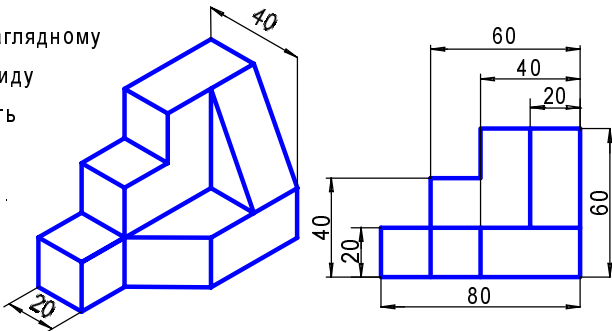
5.26.2			Завершить спецификацию пневмоцилиндра			
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ПМИГ.ХХХХХ.005СБ	Сборочный чертёж		
				<u>Детали</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.005	Корпус	1	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.005	Крышка	1	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.005	Основание	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.005	Поршень	1	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.005	Пружина	1	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.005	Шток	1	
		7	ПМИГ.ХХХХ07.005	Прокладка	2	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		8		Болт М10 ... ГОСТ 7798-70	4	
		9		Гайка М8 ГОСТ 5918-73	1	
				Гайка М ... ГОСТ 5915-70		
				Гайка М ... ГОСТ 5915-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 11371-78		
				Шайба ... ГОСТ 11371-78		
		15		Шпилька М12 ... ГОСТ 22032-76	4	
		16		Шплинт ... ГОСТ 397-79	1	
		17		Манжета ГОСТ 9833-61	1	

## Описание пневмоцилиндра

Пневмоцилиндры по принципу действия подразделяются на односторонние и двухсторонние. В одностороннем цилиндре сжатый воздух подается только в одну сторону от поршня 3. Обратный ход поршня осуществляется под действием пружины 5. Уплотнения служат для предотвращения утечки воздуха из полости с высоким давлением в полость с низким давлением. Наиболее широко используют для уплотнения соединений кольца 17 из маслостойкой резины. Прокладки 7 обеспечивают плотное прилегание крышки 2, основания 4 к корпусу 1 посредством болтов 8, шпилек 15, гаек, шайб.

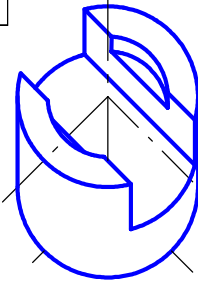


## Задания варианта 6

6.1	Вариант	Номер вопроса	Количество размеров	От-вет
<p>Завершить изображен- ния плоских деталей по представленным половинкам, ограниченным осью симметрии. Нанести размеры и указать в таблице их количество.</p>	 <p>6.1.1</p> <p>6.1.2</p>	<p>1 2 3 4</p> <p>5 6 7 8</p>	<p>Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов</p> <p>Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов</p>	
<p>6.2</p> <p>По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху детали. Нанести необходимые размеры.</p>				
<p>6.3</p> <p>По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху и вид слева детали. Нанести необходимые размеры.</p>				

								6.4
1	2	3	4	5	6			
Ж						3		
Е						И		
Г						К		
В						Л		
Б		Вид 7 Вариант 7 Виды спереди   сверху   слева 4   Б   К			М			
А					6.4.1	6.4.2	6.4.3	6.4.4
По наглядным изображениям деталей, используя представленный набор изображений, расположить в соответствующих местах виды спереди, сверху и слева, как это показано на примере. Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.								

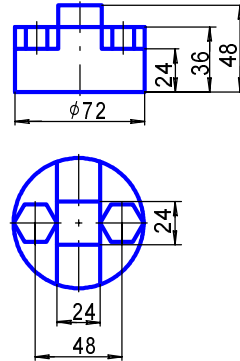
6.5



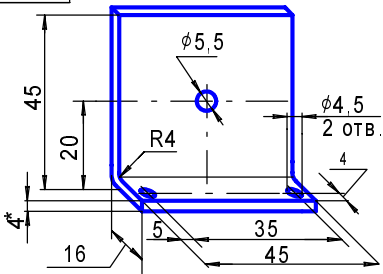
По аксонометрическому изображению выполнить в глазомерном масштабе виды спереди и сверху втулки.

6.8

По заданным прямоугольным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, построить прямоугольную изометрию детали.

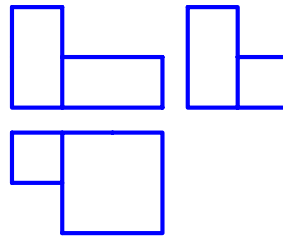


6.6



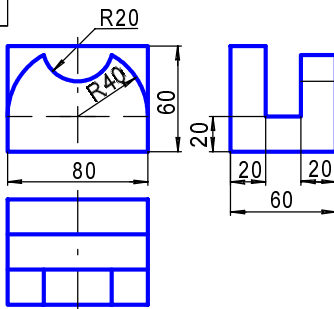
По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертеж.

6.9



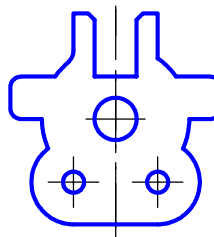
По ортогональным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, изобразить трехмерную модель многогранника и его развертку.

6.7

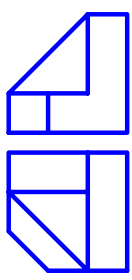
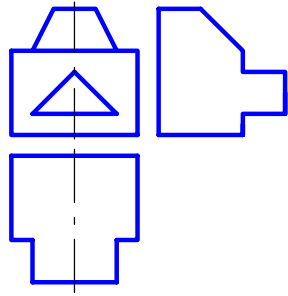
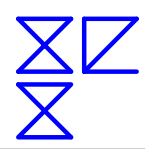
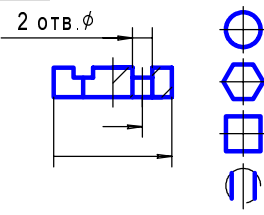
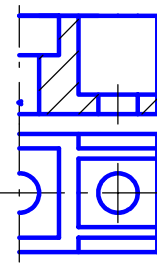
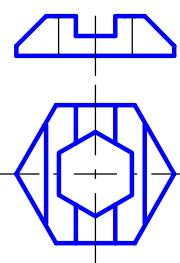
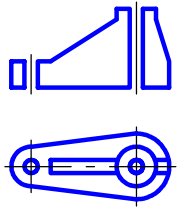
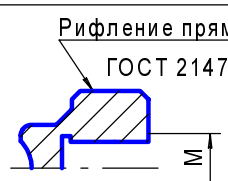


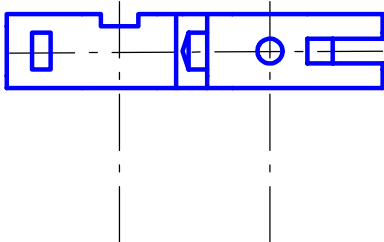
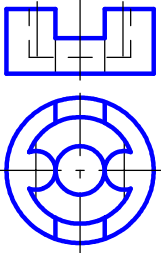
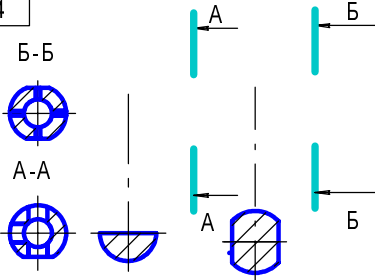
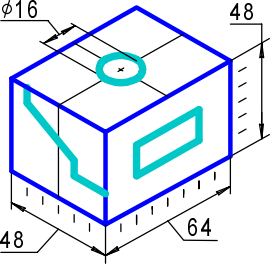
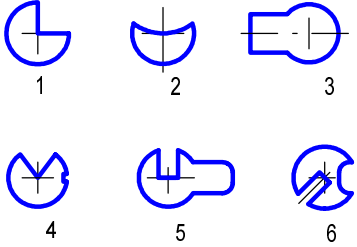
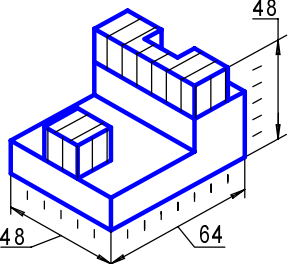
По прямоугольным проекциям построить прямоугольную изометрию.

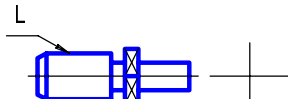
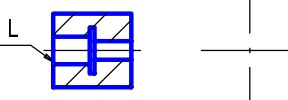
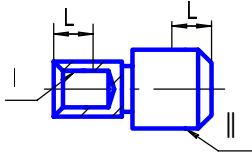
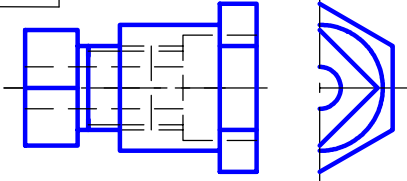
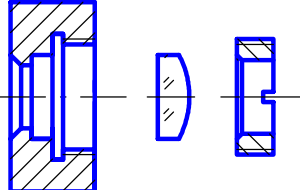
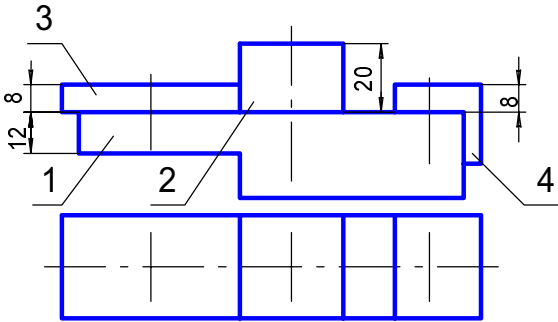
6.10

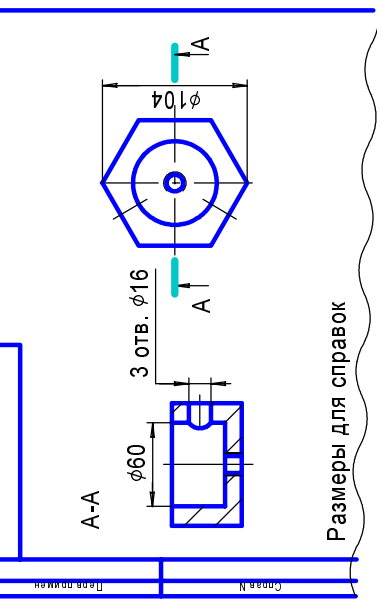


Выполнить чертеж плоской детали с элементами сопряжений. Нанести размеры.

<p>6.11.1</p> 	<p>6.11.2</p> 	<p>6.11.3</p>  <p>6.11.4</p> <p>2 отв. $\phi$</p> 
<p>6.11.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.          6.11.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.          6.11.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.          6.11.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>6.12.1</p> 	<p>6.12.2</p> 	<p>6.12.3</p>  <p>6.12.4</p> <p>Рифление прямое 1 ГОСТ 21474-75</p> 
<p>6.12.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.          6.12.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.          6.12.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.          6.12.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		

<p>6.13</p>  <p>Дополнить главный вид двумя симметричными, двумя несимметричными сечениями и разрезом.</p>	<p>6.16</p>  <p>По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки. На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.</p>
<p>6.14</p>  <p>По заданным сечениям и разрезу Б-Б построить главный вид вала.</p>	<p>6.17</p>  <p>Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.</p>
<p>6.15</p>  <p>Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.</p>	<p>6.18</p>  <p>Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой выступы, выделенные штриховкой, заменяются смежными выемками тех же форм и размеров.</p>

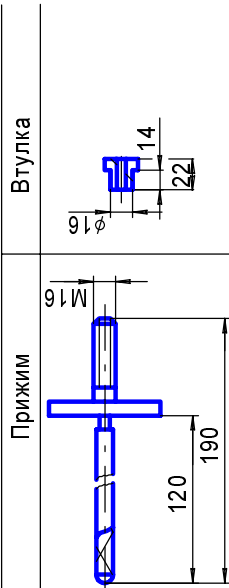
<p>6.19.1</p>	<p>Изобразить и обозначить резьбу метрическую с крупным шагом на поверхности L. Построить вид слева.</p>	
<p>6.19.2</p>	<p>Изобразить и обозначить резьбу метрическую с мелким шагом на поверхности L. Построить вид слева.</p>	
<p>6.19.3</p>	<p>Показать условное изображение резьбы при длине нарезанной части L на поверхностях I и II.</p> 	
<p>6.20.1</p>	 <p>Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.</p>	<p>6.20.2</p>  <p>Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.</p>
<p>6.21</p>	 <p>Завершить сборочный чертеж, изобразив соединение основания 1 с накладкой 2 шпилькой М12 (ГОСТ 22032-76), с пластиной 3 — болтом М10 (ГОСТ 7798-70), с угольником 4 — винтом М10 (ГОСТ 1491-80). Заполнить раздел "Стандартные изделия" спецификации, указав выбранные крепежные детали.</p>	

6.23	<p>Сборочный чертеж и спецификация.</p> <p>Кондуктор предназначен для обеспечения сверления трех отверстий под углом 120° друг к другу на втулках, устанавливаемых внутри корпуса. Изображения составных частей кондуктора приведены в таблице.</p>  <p>Размеры для справок</p>
6.22	<p>Кожух</p>  <p>Соединяемые детали</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Крышка</li> <li>2. Втулка</li> <li>3. Втулка</li> </ol> <p>М 1:2,5</p> <p>36</p> <p>Завершить сборочный чертеж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.</p>

6.23

Сборочный чертеж и спецификация.

Кондуктор предназначен для обеспечения сверления трех отверстий под углом 120° друг к другу на втулках, устанавливаемых внутри корпуса. Изображения составных частей кондуктора приведены в таблице.



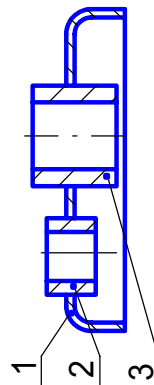
При сверлении отверстий обрабатываемая деталь вставляется в корпус 1 и закрепляется прижимом 2. Сверло направляется поочередно через втулки 3.

Задание

1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.
2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.
3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.

6.22

Кожух



Соединяемые детали

1. Крышка
2. Втулка
3. Втулка

М 1:2,5

36

Завершить сборочный чертеж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.

6.24						Армированное изделие — ручка специальная							
Пластмассовая часть						Арматура — вставка							
H	L	D	D1	D2	r	h1	b	b1	b2	s	d1	d2	c
24	125	32	20	13,4	10	34	24	12	6	20	14	18	2
Материал Аминопласт, кл. А, гр. А1, цв. черный, ГОСТ 9369-80						Материал Сталь 20 ГОСТ 1050-74							

По приведенным в таблицах данным, используя показанные изображения арматуры и пластмассовой части армированного изделия, выполнить чертеж этого изделия.

6.25					
Фильтр перестраиваемый					
Отредактировать схему по требованиям стандартов ЕСКД.					



6.26.1

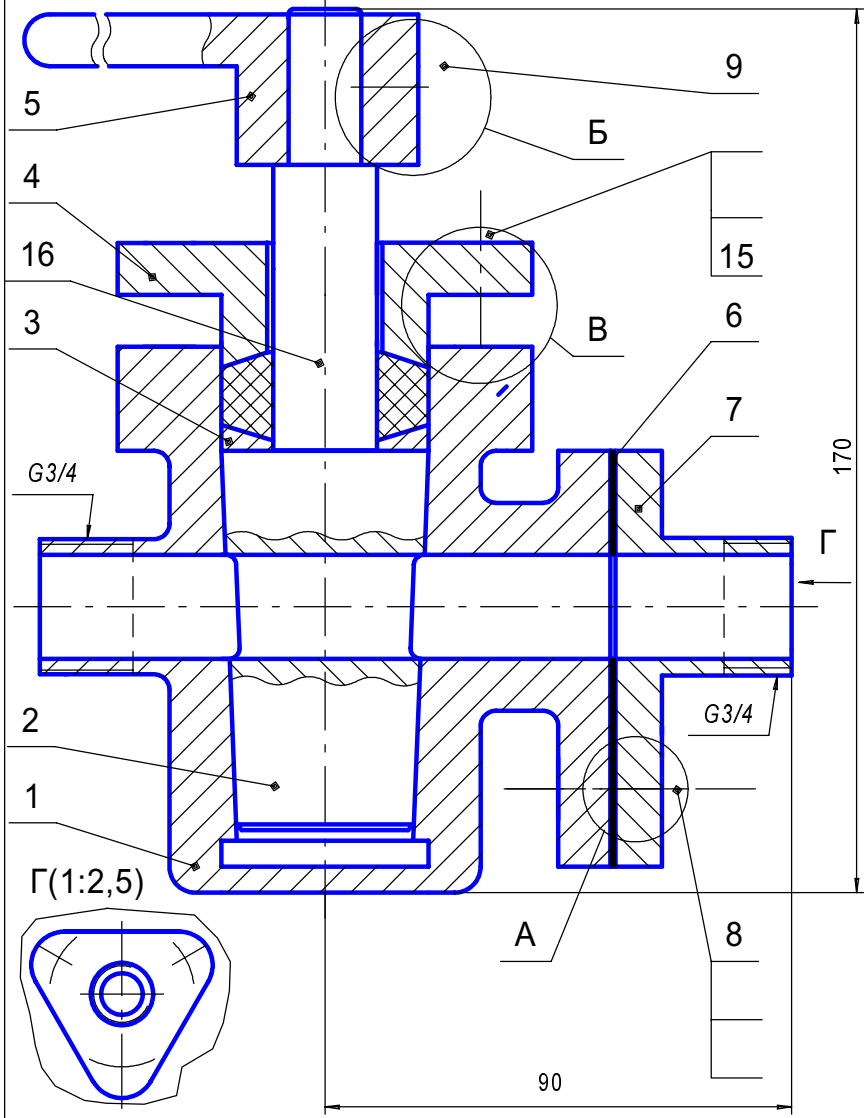
Кран спускной

По данным спецификации изобразить следующие соединения:

А — болтовое — фланца 7 с корпусом 1;

Б — винтовое — рукоятки 5 и пробки 2;

В — шпилечное — втулки сальника 4 с корпусом 1.



6.26.2		Завершить спецификацию крана спускного				
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ПМИГ.ХХХХХХ.006СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.006	Корпус	1	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.006	Пробка	1	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.006	Втулка	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.006	Втулка сальника	1	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.006	Рукоятка	1	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.006	Прокладка	1	
		7	ПМИГ.ХХХХ07.006	Фланец	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		9		Болт М8... ГОСТ 7798-70	3	
		10		Винт М8 ... ГОСТ 1477-93	1	
				Гайка ... ГОСТ 5915-70		
				Гайка ... ГОСТ 5915-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
		15		Шпилька М10 ... ГОСТ 22032-76	4	
				<u>Материалы</u>		
		16		Пенька ГОСТ 5152-66	0,02 кг	



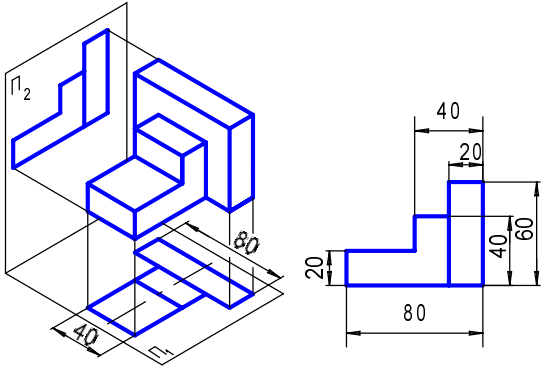
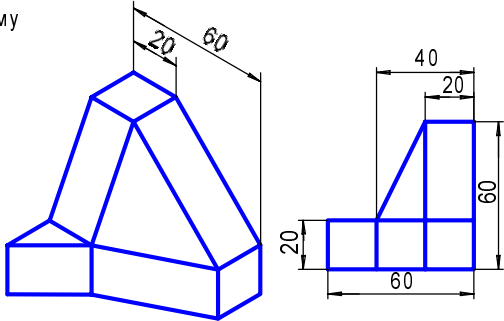
## Описание крана спускного

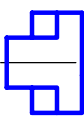
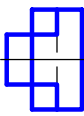
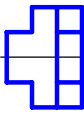
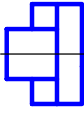
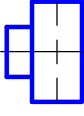
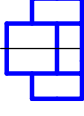
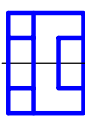
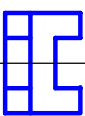
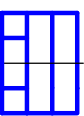
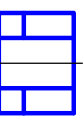
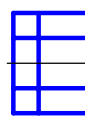
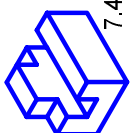
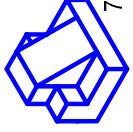
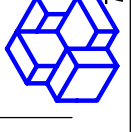

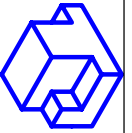
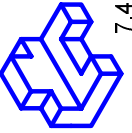
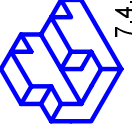

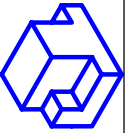

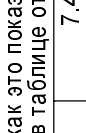
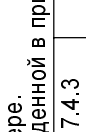

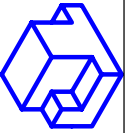

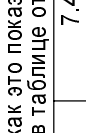
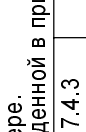

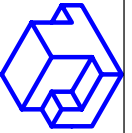

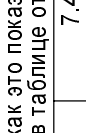
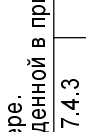

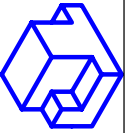

Спускной кран является одним из видов арматуры трубопроводов и предназначается для спуска жидкости из системы.

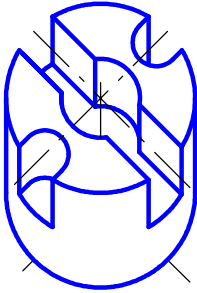
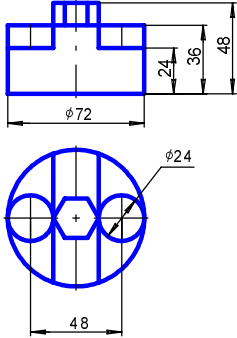
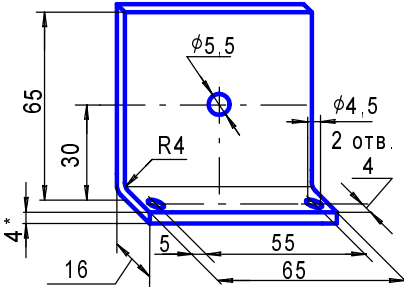
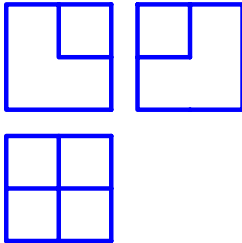
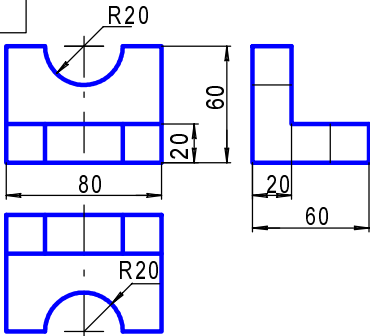
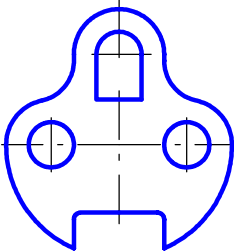
Кран состоит из корпуса 1, в котором установлена коническая пробка 2. В верхней части корпуса установлена втулка сальника 4, уплотняющая сальниковую набивку 16. Между набивкой и верхним основанием конической части пробки установлена втулка 3. Втулка сальника 4 крепится к корпусу 1 шпильками 15, шайбами и гайками. Для поворачивания пробки в нужное положение на верхнем цилиндрическом конце ее закреплена при помощи установочного винта 10 рукоятка 5. Фланец 7 крепится к корпусу с помощью болтов 9, шайб и гаек. На чертеже кран изображен в открытом положении.

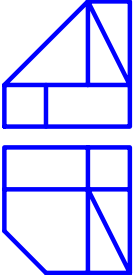
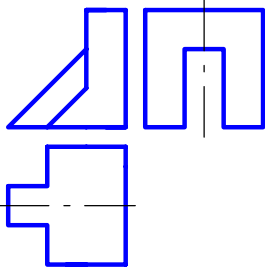
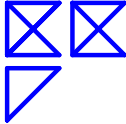
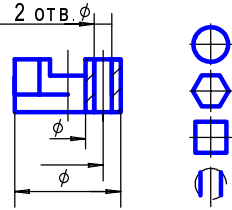
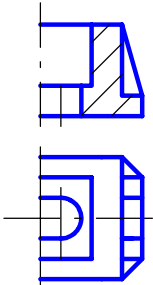
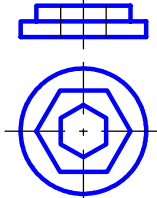
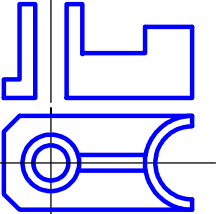

При повороте рукоятки 5 пробка 2, вращаясь, меняет поперечное сечение или полностью перекрывает отверстие, через которое проходит жидкость. К корпусу подсоединяются два трубопровода (на чертеже они не показаны), по которым проходит жидкость. С одной стороны трубопровод подсоединяется к резьбовому концу фланца 7, а с другой — к угольнику, который на чертеже не показан. Полное прилегание сопряженных поверхностей пробки 2 и корпуса 1 достигается конической формой этих деталей. Уплотнение пробки 2 осуществляется при помощи сальниковой набивки 16. Для избежания утечки жидкости между корпусом 1 и фланцем 7 установлена прокладка 6.

## Задания варианта 7

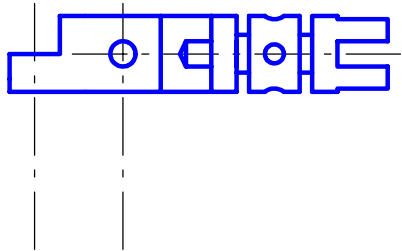
7.1	Вариант	Номер вопроса	Количество размеров	От-вет
<p>Завершить изображения плоских деталей по представленным половинкам, ограниченным осью симметрии. Нанести размеры и указать в таблице их количество.</p>	 <p>7.1.1</p>	<p>1 2 3 4</p>	<p>Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов</p>	
	 <p>7.1.2</p>	<p>5 6 7 8</p>	<p>Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов</p>	
	<p>7.2</p> <p>По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху детали. Нанести необходимые размеры.</p> 			
	<p>7.3</p> <p>По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху и вид слева детали. Нанести необходимые размеры.</p> 			

						7.4
1	2	3	4	5	6	
Ж						3
Е						И
Г						К
В						Л
Б						М
А						Н
Виды		Вариант 7		Виды		
По наглядным изображениям деталей, используя представленный набор изображений, расположить в соответствующих местах виды спереди, сверху и слева, как это показано на примере.				спереди		
Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.				сверху		
				слева		
				К		
7.4.1		7.4.2		7.4.3		7.4.4
						7.4.5

<p>7.5</p>  <p>По аксонометрическому изображению выполнить в глазомерном масштабе виды спереди и сверху втулки.</p>	<p>7.8</p> <p>По заданным прямоугольным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, построить прямоугольную изометрию детали.</p> 
<p>7.6</p>  <p>По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертеж.</p>	<p>7.9</p>  <p>По ортогональным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, изобразить трехмерную модель многогранника и его развертку.</p>
<p>7.7</p>  <p>По прямоугольным проекциям построить прямоугольную изометрию.</p>	<p>7.10</p>  <p>Выполнить чертеж плоской детали с элементами сопряжений. Нанести размеры.</p>

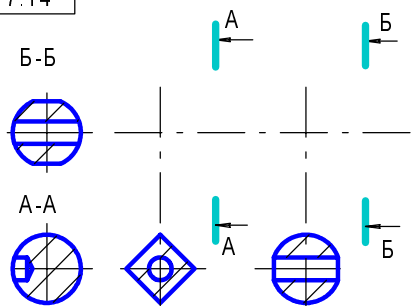
<p>7.11.1</p> 	<p>7.11.2</p> 	<p>7.11.3</p>  <p>7.11.4</p> 
<p>7.11.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.  7.11.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.  7.11.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.  7.11.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>7.12.1</p> 	<p>7.12.2</p> 	<p>7.12.3</p>  <p>7.12.4</p> 
<p>7.12.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.  7.12.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.  7.12.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.  7.12.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		

7.13



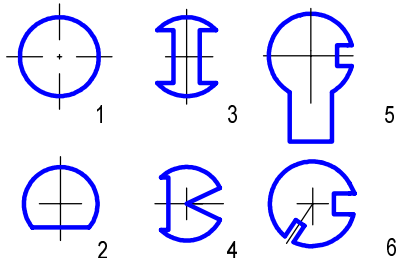
Дополнить главный вид двумя симметричными, двумя несимметричными сечениями и разрезом.

7.14



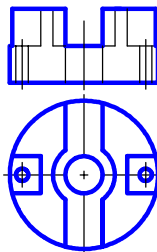
По заданным сечениям и разрезу Б-Б построить главный вид вала.

7.15



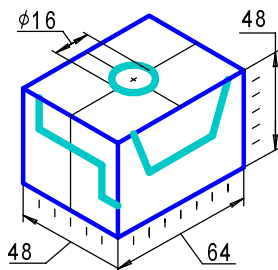
Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.

7.16



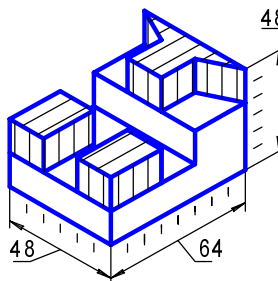
По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки. На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.

7.17



Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.

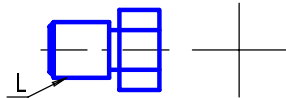
7.18



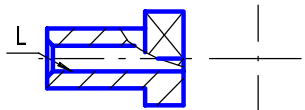
Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой выступы, выделенные штриховкой, заменяются смежными выемками тех же форм и размеров.



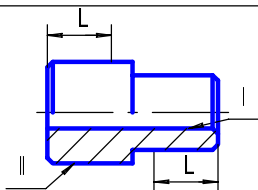
7.19.1 Изобразить и обозначить резьбу метрическую с крупным шагом на поверхности L. Построить вид слева.



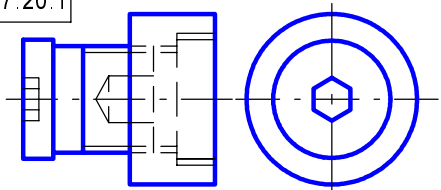
7.19.2 Изобразить и обозначить резьбу метрическую с мелким шагом на поверхности L. Построить вид слева.



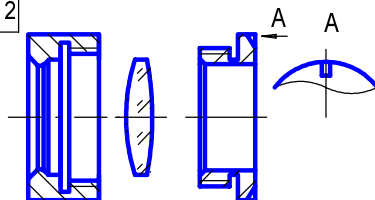
7.19.3 Показать условное изображение резьбы при длине нарезанной части L на поверхностях I и II.



7.20.1 Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.



7.20.2 Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.



7.21

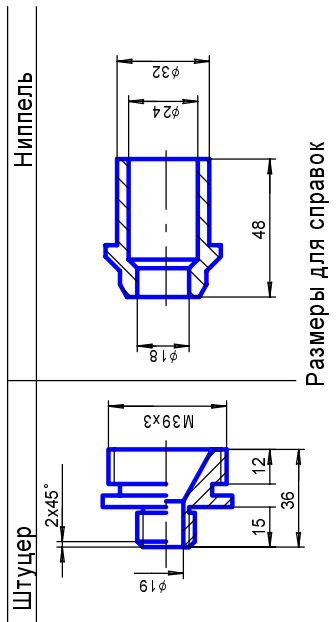
Завершить сборочный чертеж, изобразив соединение основания 1 с накладкой 2 шпилькой М8 (ГОСТ 22032-76), с пластиной 3 — болтом М10 (ГОСТ 7798-70), с угольником 4 — винтом М6 (ГОСТ 1491-80). Заполнить раздел "Стандартные изделия" спецификации, указав выбранные крепежные детали.

7.23

Сборочный чертёж и спецификация.

Соединение nippleное предназначено для плотного присоединения трубопровода к штуцеру с помощью накидной гайки.

Изображения составных частей соединения nippleного приведены в таблице.

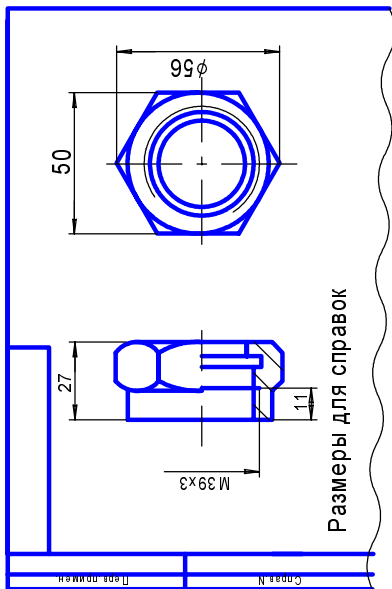


Размеры для справок

В штуцер 1 закладывается nipple 2, который прижимается к штуцеру с помощью гайки накидной 3.

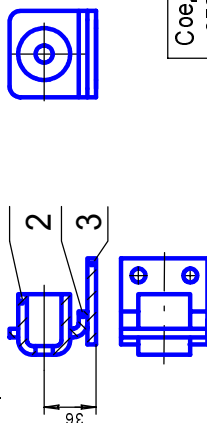
Задание

1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.
2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.
3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.



7.22

Опора

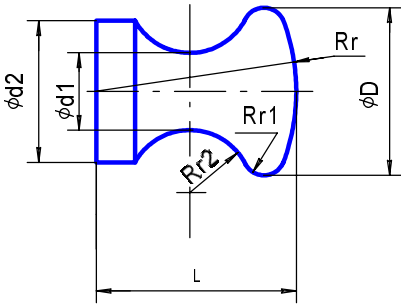
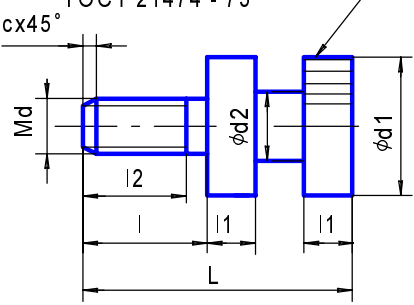
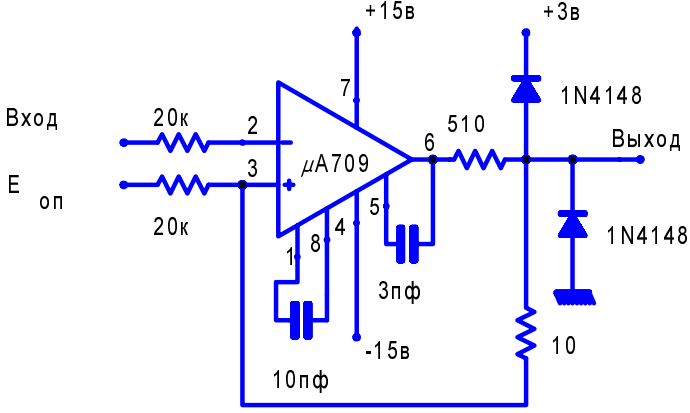


Соединяемые детали

1. Втулка
2. Угольник
3. Пластина

М 1:2,5

Завершить сборочный чертёж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.

7.24	Армированное изделие — ручка специальная													
Пластмассовая часть		Арматура — штырь												
		<p>Рифление прямое ... ГОСТ 21474 - 75</p> 												
D	L	r	r1	r2	d1	d2	d	d1	d2	L	l	l1	l2	с
20	20	25	2,5	6	10	12	6	8	5	25	8	4	6	1
Материал		Фенопласт 02-010-02 черный. ГОСТ 5689-73					Материал		Сталь 45 ГОСТ 1050-74					
По приведенным в таблицах данным, используя показанные изображения арматуры и пластмассовой части армированного изделия, выполнить чертеж этого изделия.														
7.25														
														
Компаратор регенеративный														
Отредактировать схему по требованиям стандартов ЕСКД.														

7.26.1

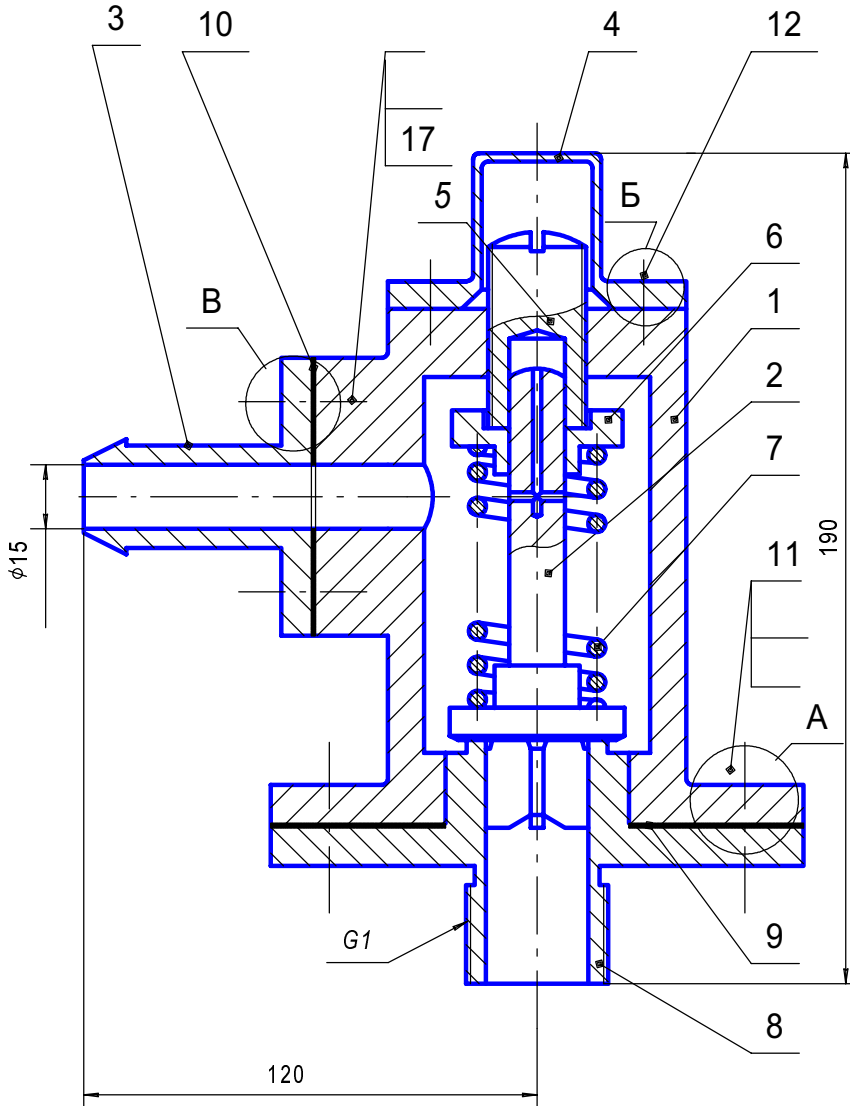
Клапан предохранительный

По данным спецификации изобразить следующие соединения:

А – болтовое – фланца 8 с корпусом 1;

Б – винтовое – колпака 4 с корпусом 1;

В – шпилечное – фланца 3 с корпусом 1.



7 26 2			Завершить спецификацию клапана предохранительного			
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ПМИГ.ХХХХХХ.007СБ	Сборочный чертёж		
				<u>Детали</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.007	Корпус	1	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.007	Клапан	1	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.007	Фланец	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.007	Колпак	1	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.007	Винт	1	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.007	Тарелка	1	
		7	ПМИГ.ХХХХ07.007	Пружина	1	
		8	ПМИГ.ХХХХ08.007	Фланец	1	
		9	ПМИГ.ХХХХ09.007	Прокладка	1	
		10	ПМИГ.ХХХХ10.007	Прокладка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		11		Болт М10... ГОСТ 7798-70	4	
		12		Винт М6... ГОСТ 17475-80	4	
				Гайка ... ГОСТ 5915-70		
				Гайка ... ГОСТ 5915-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
		17		Шпилька М8 ... ГОСТ 22032-76	4	


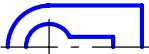
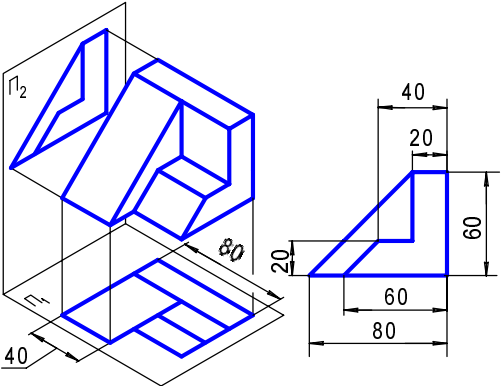
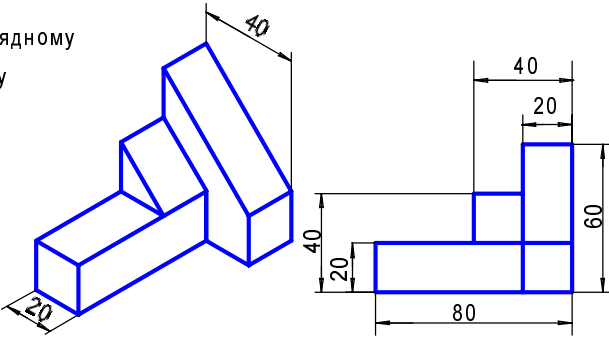
## Описание клапана предохранительного

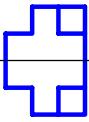
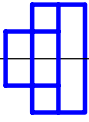
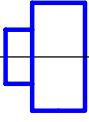
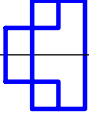
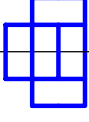
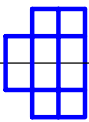
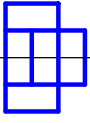
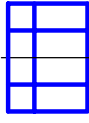
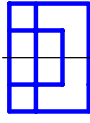
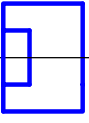
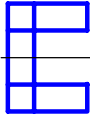
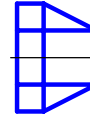
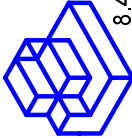
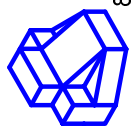

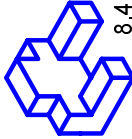
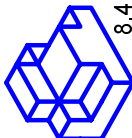
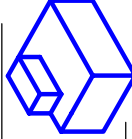
Предохранительные клапаны предназначены для исключения возможности повышения давления сверх установленного в обслуживаемых объектах и системах путем сброса рабочей среды.

Клапан состоит из корпуса 1, в нижней части которого установлен фланец 8. Фланец крепится к корпусу болтами 11, шайбами и гайками. В цилиндрическое отверстие фланца 8 входит клапан 2, который торцевой плоскостью цилиндрического буртика упирается в торцевую плоскость верхней части фланца. В торец цилиндрического буртика клапан 2 упирается пружина 7, регулируемая винтом 5, упирающимся в тарелку 6. Колпак 4 крепится к корпусу 1 винтами 12. Фланец 3 соединен с корпусом при помощи шпилек 17, шайб и гаек. На чертеже клапан изображен в закрытом положении.

При повышении давления в системе жидкость, находящаяся в полости отверстия фланца 8 под клапаном 2, давит на него. Клапан 2, сжимая пружину 7, открывает отверстие, и избыточная жидкость через отверстие во фланце 3 сливается по трубопроводу в бак (трубопроводы на чертеже не изображены). Герметичность соединения корпуса 1 и фланцев 3 и 8 осуществляется прокладками 9 и 10.

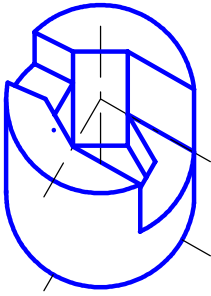
## Задания варианта 8

8.1	Номер варианта	Номер вопроса	Количество размеров	Ответ
Завершить изображение плоских деталей по представленным половинкам, ограниченным осью симметрии. Нанести размеры и указать в таблице их количество.	 8.1.1	1 2 3 4	Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов	
	 8.1.2	5 6 7 8	Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов	
8.2  По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху детали. Нанести необходимые размеры.				
8.3  По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху и вид слева детали. Нанести необходимые размеры.				

						8.4 6
1	2	3	4	5	6	
Ж						
З	И	К	Л	М	Н	
8.4.1		8.4.3		8.4.5		
						
8.4.2		8.4.4		8.4.5		
						
Виды		Вариант 8		Виды		
По наглядным изображениям деталей, используя представленный набор изображений, расположить в соответствующих местах виды спереди, сверху и слева, как это показано на примере.		Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.		Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.		
8.4.1		8.4.2		8.4.3		8.4.5
8.4.4		8.4.4		8.4.4		8.4.5
8.4.5		8.4.5		8.4.5		8.4.5
8.4.5		8.4.5		8.4.5		8.4.5



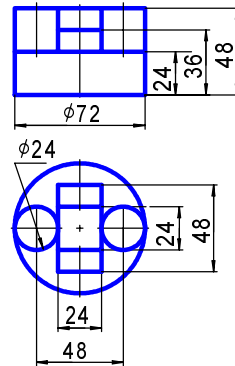
8.5



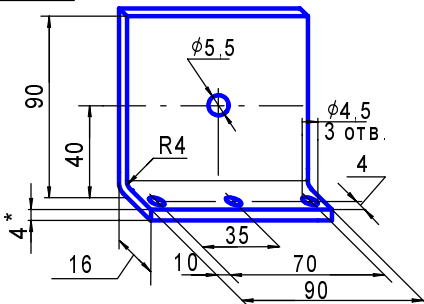
По аксонометрическому изображению выполнить в глазомерном масштабе виды спереди и сверху втулки.

8.8

По заданным прямоугольным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, построить прямоугольную изометрию детали.

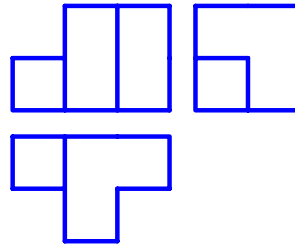


8.6



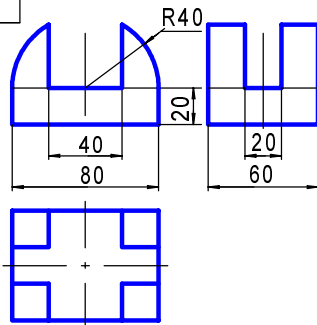
По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертеж.

8.9



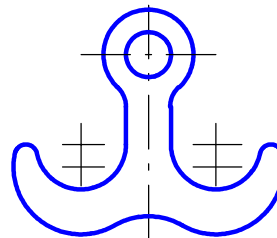
По ортогональным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, изобразить трехмерную модель многогранника и его развертку.

8.7

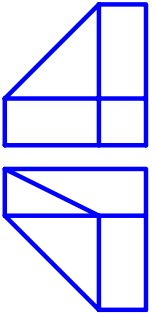
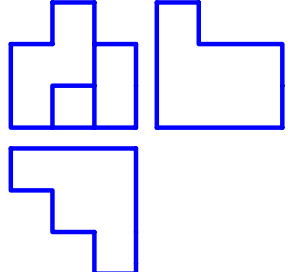
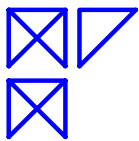
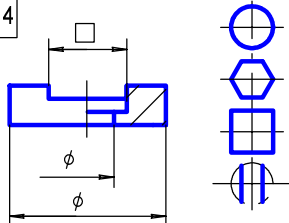
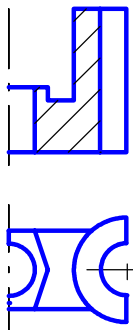
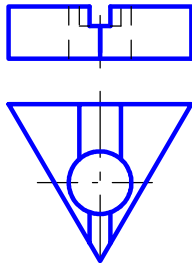
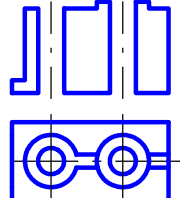
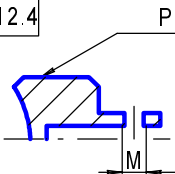


По прямоугольным проекциям построить прямоугольную изометрию.

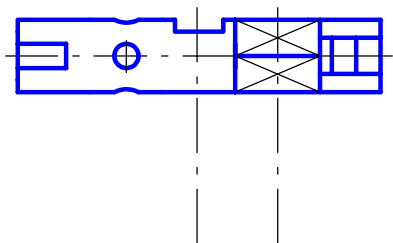
8.10



Выполнить чертеж плоской детали с элементами сопряжений. Нанести размеры.

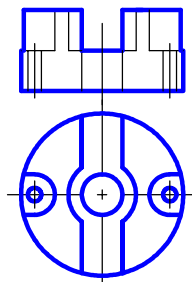
<p>8.11.1</p> 	<p>8.11.2</p> 	<p>8.11.3</p>  <p>8.11.4</p> 
<p>8.11.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.              8.11.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.              8.11.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.              8.11.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>8.12.1</p> 	<p>8.12.2</p> 	<p>8.12.3</p>  <p>8.12.4</p> <p>Рифление прямое 1 ГОСТ 21474-75</p> 
<p>8.12.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.              8.12.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.              8.12.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.              8.12.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		

8.13



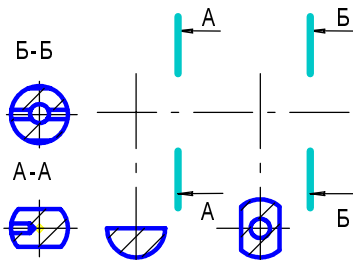
Дополнить главный вид двумя симметричными, двумя несимметричными сечениями и разрезом.

8.16



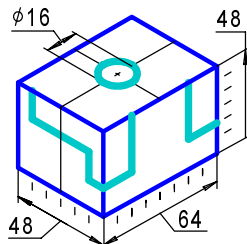
По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки. На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.

8.14



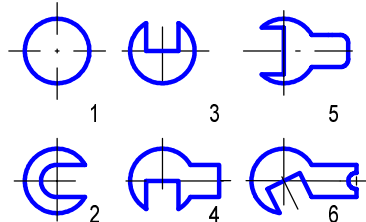
По заданным сечениям и разрезу Б-Б построить главный вид вала.

8.17



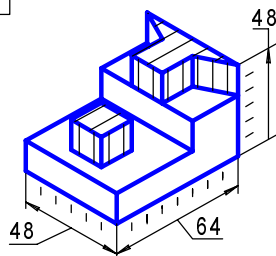
Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.

8.15

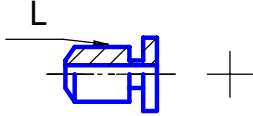
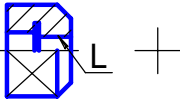
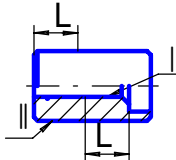
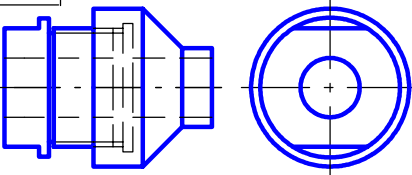
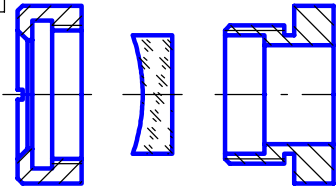
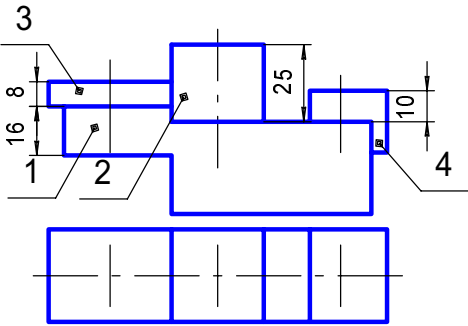


Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.

8.18



Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой выступы, выделенные штриховкой, заменяются смежными выемками тех же форм и размеров.

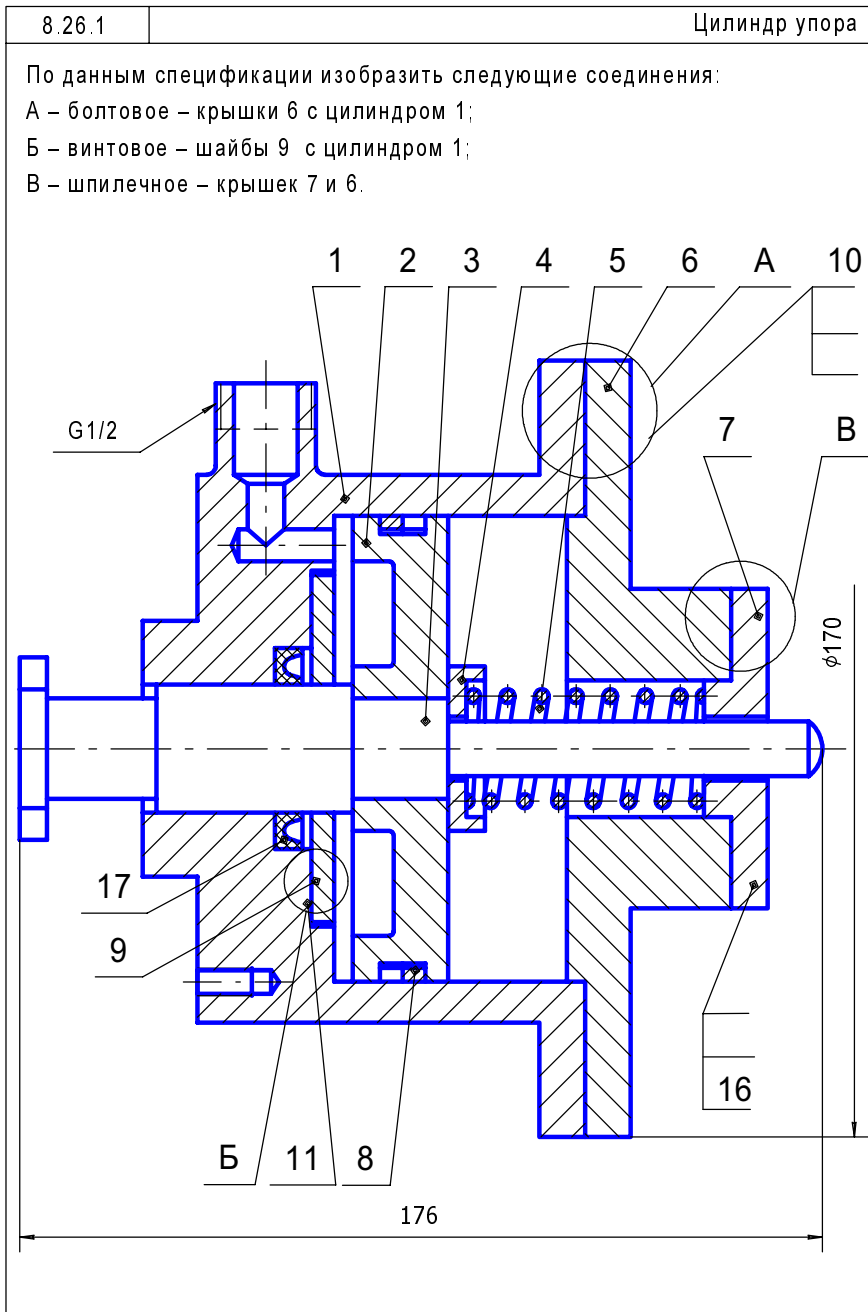
8.19.1	Изобразить и обозначить резьбу метрическую с крупным шагом на поверхности L. Построить вид слева.	
8.19.2	Изобразить и обозначить резьбу метрическую с мелким шагом на поверхности L. Построить вид слева.	
8.19.3	Показать условное изображение резьбы при длине нарезанной части L на поверхностях I и II.	
8.20.1	 <p>Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.</p>	8.20.2  <p>Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.</p>
8.21	 <p>Завершить сборочный чертеж, изобразив соединение основания 1 с накладкой 2 шпилькой М10 (ГОСТ 22032-76), с пластиной 3 — болтом М8 (ГОСТ 7798-70), с угольником 4 — винтом М8 (ГОСТ 1491-80). Заполнить раздел "Стандартные изделия" спецификации, указав выбранные крепежные детали.</p>	

<p>Размеры для справок</p>	<p style="text-align: right;">8.23</p> <p>Сборочный чертёж и спецификация. Изображения составных частей разъёма приведены в таблице.</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="240 561 457 842"> <p>Вкладыш нижний</p> </td> <td data-bbox="240 272 457 553"> <p>Вкладыш верхний</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="457 561 620 842"> <p>Кольцо</p> </td> <td data-bbox="457 272 620 553"> <p>Штырь</p> </td> </tr> </table>	<p>Вкладыш нижний</p>	<p>Вкладыш верхний</p>	<p>Кольцо</p>	<p>Штырь</p>
<p>Вкладыш нижний</p>	<p>Вкладыш верхний</p>				
<p>Кольцо</p>	<p>Штырь</p>				
<p>8.22</p> <p>Основание</p> <p>1 2</p> <p>12</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="770 859 933 1057"> <p>Соединяемые детали</p> <p>1. Угольник 2. Пластина</p> </td> <td data-bbox="770 1057 933 1453"> <p>М 1:2.5</p> </td> </tr> </table>	<p>Соединяемые детали</p> <p>1. Угольник 2. Пластина</p>	<p>М 1:2.5</p>	<p>В корпус 1 устанавливается вкладыш нижний 2 с отверстиями $\phi 2$, в которые вставляются два штыря 3. Штыри в корпусе фиксируются другим вкладышем 4 и кольцом пружинным 5.</p> <p>Задание</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.</li> <li>2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.</li> <li>3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.</li> </ol>		
<p>Соединяемые детали</p> <p>1. Угольник 2. Пластина</p>	<p>М 1:2.5</p>				
<p>Завершить сборочный чертёж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.</p>					

8.24 Армированное изделие — клемма																															
Пластмассовая часть	Арматура — штырь Рифление прямое ... ГОСТ 21474-75																														
<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <tr> <th>D</th> <th>L</th> <th>r</th> <th>r1</th> <th>r2</th> <th>d1</th> <th>d2</th> </tr> <tr> <td>25</td> <td>25</td> <td>32</td> <td>3</td> <td>8,5</td> <td>12</td> <td>15</td> </tr> </table>	D	L	r	r1	r2	d1	d2	25	25	32	3	8,5	12	15	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 100%;"> <tr> <th>d</th> <th>d1</th> <th>d2</th> <th>L</th> <th>l</th> <th>l1</th> <th>l2</th> <th>c</th> </tr> <tr> <td>8</td> <td>10</td> <td>6</td> <td>30</td> <td>10</td> <td>5</td> <td>7,5</td> <td>1,5</td> </tr> </table>	d	d1	d2	L	l	l1	l2	c	8	10	6	30	10	5	7,5	1,5
D	L	r	r1	r2	d1	d2																									
25	25	32	3	8,5	12	15																									
d	d1	d2	L	l	l1	l2	c																								
8	10	6	30	10	5	7,5	1,5																								
Материал Фенопласт 02-010-02 черный. ГОСТ 5689-73	Материал Сталь 45 ГОСТ 1050-74																														

По приведенным в таблицах данным, используя показанные изображения арматуры и пластмассовой части армированного изделия, выполнить чертеж этого изделия.

8.25	
	Выпрямитель двухполупериодный
	Отредактировать схему по требованиям стандартов ЕСКД.



8.26.2		Завершить спецификацию цилиндра упора				
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ПМИГ.ХХХХХХ.008СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.008	Цилиндр	1	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.008	Поршень	1	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.008	Шток	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.008	Тарелка	1	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.008	Пружина	1	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.008	Крышка	1	
		7	ПМИГ.ХХХХ07.008	Крышка	1	
		8	ПМИГ.ХХХХ08.008	Кольцо поршневое	2	
		9	ПМИГ.ХХХХ09.008	Шайба	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		10		Болт М12... ГОСТ 7798-70	4	
		11		Винт М6... ГОСТ 17475-80	4	
				Гайка ... ГОСТ 5915-70		
				Гайка ... ГОСТ 5915-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
		16		Шпилька М10 ... ГОСТ 22032-76	4	
		17		Манжета 24x45..ГОСТ 6969-54	1	



## Описание цилиндра упора


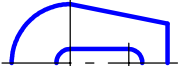
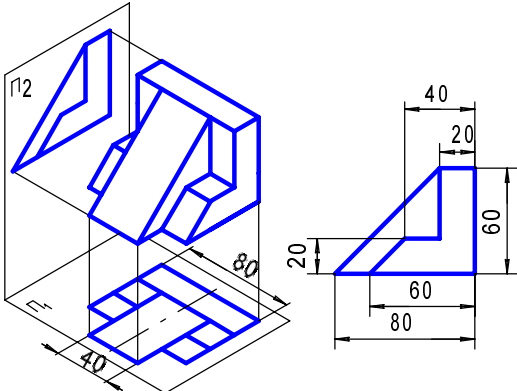
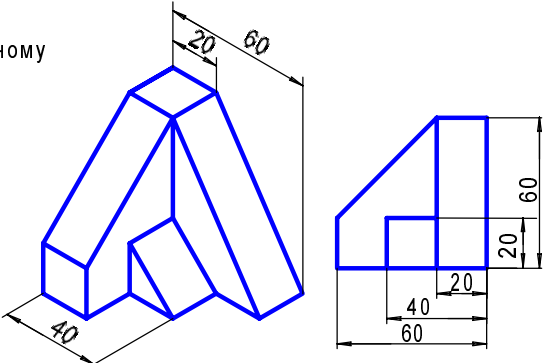
Цилиндр представляет собой гидродвигатель с прямолинейным возвратно-поступательным движением поршня относительно корпуса цилиндра. Цилиндр упора предназначается для зажима или фиксации деталей в определенном положении.

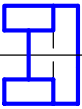

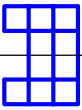
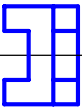
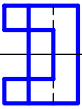
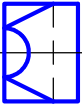
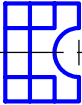

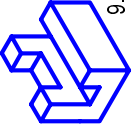
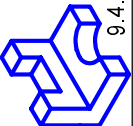


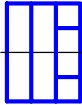
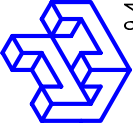
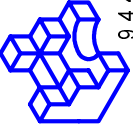



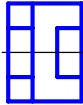

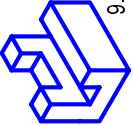
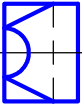


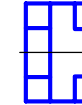
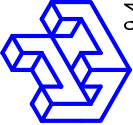
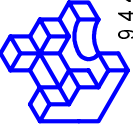
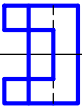
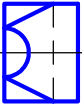

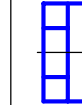
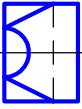

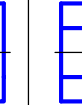
Цилиндр упора состоит из цилиндра 1, к которому крепится с помощью болтов 10, шайб и гаек крышка 6. На крышку 6 с помощью шпилек 16, шайб и гаек установлена крышка 7, в которую упирается пружина 5. Другим торцом она упирается в тарелку 4, поджимающую поршень 2. Поршень установлен на штоке 3. В расточках поршня расположены кольца 8. Манжета 14, установленная в расточке цилиндра, поддерживается шайбой 9.

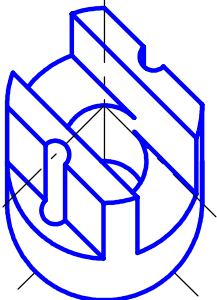
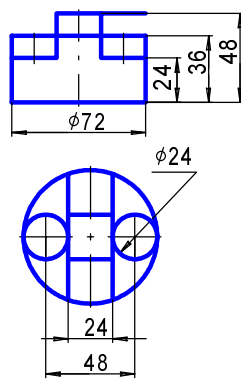
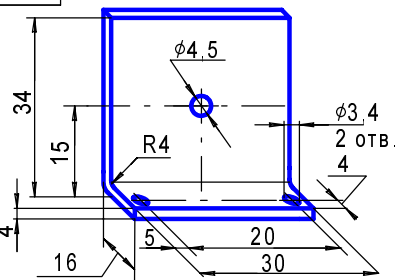
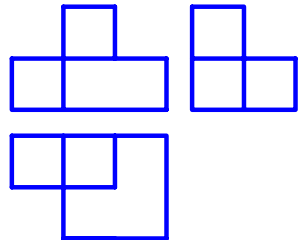
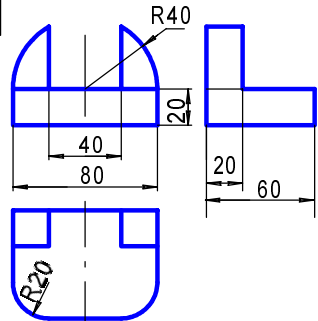
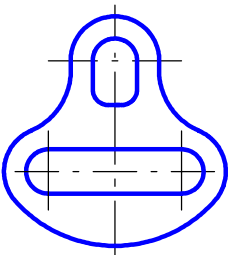
К отверстиям бобышки цилиндра подается под давлением жидкость, которая перемещает поршень 2 вправо. Вместе с поршнем вправо перемещается шток 3, головка которого находится в пазу фиксирующей детали и при перемещении прижимает деталь к раме (на чертеже фиксирующая деталь и рама не изображены). Для освобождения детали давление в системе понижается, и поршень под действием пружины 5 возвращается в первоначальное положение.

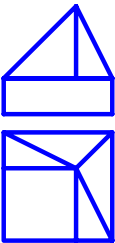
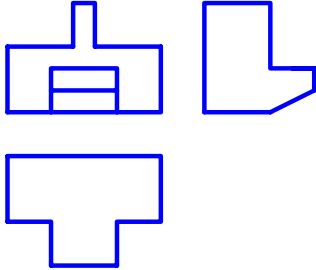
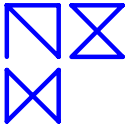
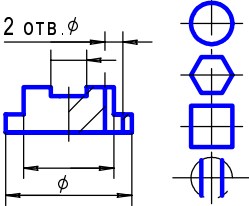
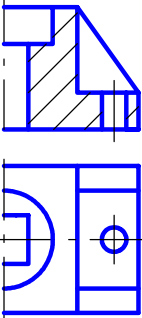
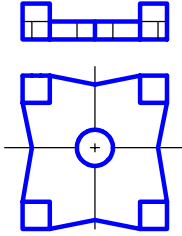
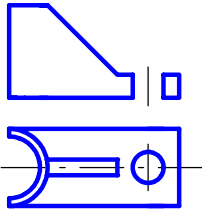
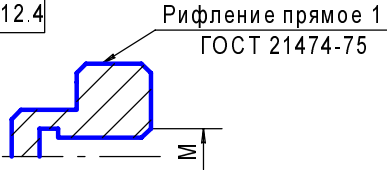
Уплотнение поршня 2 в цилиндре осуществляется двумя чугунными поршневыми кольцами 8. Шток в цилиндре 1 уплотняется резиновой манжетой 17.

## Задания варианта 9

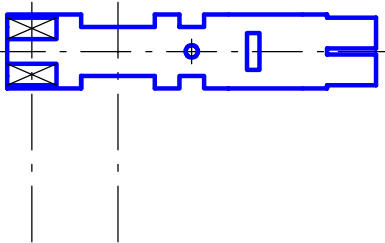
9.1	Вариант	Номер вопроса	Количество размеров	От-вет
<p>Завершить изображе- ния плоских деталей по представленным половинкам, ограниченным осью симметрии. Нанести размеры и указать в таблице их количество.</p>	 9.1.1	1 2 3 4	Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов	
	 9.1.2	5 6 7 8	Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов	
	<p>9.2</p> <p>По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху детали. Нанести необходимые размеры.</p> 			
	<p>9.3</p> <p>По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху и вид слева детали. Нанести необходимые размеры.</p> 			

											
<p>Ж</p> 	 <p>9.4.1</p>	 <p>9.4.3</p>	 <p>9.4.5</p>								
<p>Е</p> 	 <p>9.4.2</p>	 <p>9.4.4</p>									
<p>Г</p> 	 <p>9.4.1</p>	 <p>9.4.3</p>									
<p>В</p> 	 <p>9.4.2</p>	 <p>9.4.4</p>									
<p>Б</p> 	<p>Виды</p> <p>По наглядным изображениям деталей, используя представленный набор изображений, расположить в соответствующих местах виды спереди, сверху и слева, как это показано на примере.</p> <p>Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.</p>	<p>Вариант 9</p>	<p>Виды</p> <table border="1"> <tr> <td>спереди</td> <td>сверху</td> <td>слева</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>Е</td> <td>Н</td> </tr> </table>	спереди	сверху	слева	6	Е	Н		
спереди	сверху	слева									
6	Е	Н									
<p>А</p> 	<p>9.4.1</p>	<p>9.4.2</p>	<p>9.4.3</p>	<p>9.4.4</p>	<p>9.4.5</p>						

<p>9.5</p>  <p>По аксонометрическому изображению выполнить в глазомерном масштабе виды спереди и сверху втулки.</p>	<p>9.8</p> <p>По заданным прямоугольным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, построить прямоугольную изометрию детали.</p> 
<p>9.6</p>  <p>По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертеж.</p>	<p>9.9</p>  <p>По ортогональным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, изобразить трехмерную модель многогранника и его развертку.</p>
<p>9.7</p>  <p>По прямоугольным проекциям построить прямоугольную изометрию.</p>	<p>9.10</p>  <p>Выполнить чертеж плоской детали с элементами сопряжений. Нанести размеры.</p>

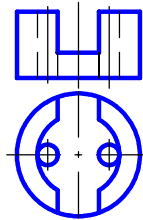
<p>9.11.1</p> 	<p>9.11.2</p> 	<p>9.11.3</p>  <p>9.11.4</p> 
<p>9.11.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.            9.11.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.            9.11.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.            9.11.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>9.12.1</p> 	<p>9.12.2</p> 	<p>9.12.3</p>  <p>9.12.4</p> 
<p>9.12.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.            9.12.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.            9.12.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.            9.12.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		

9.13



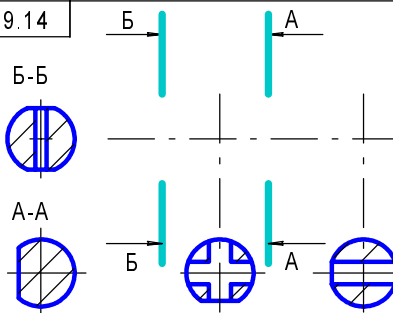
Дополнить главный вид двумя симметричными, двумя несимметричными сечениями и разрезом.

9.16



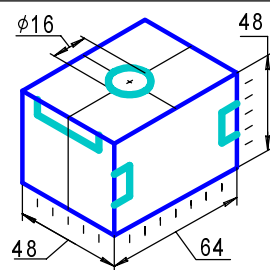
По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки. На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.

9.14



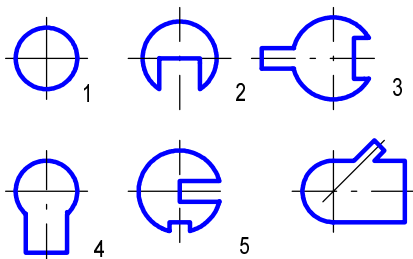
По заданным сечениям и разрезу Б-Б построить главный вид вала.

9.17



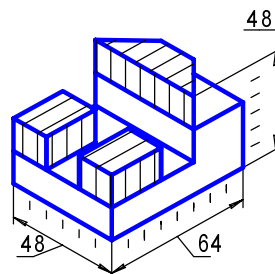
Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.

9.15

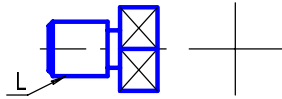
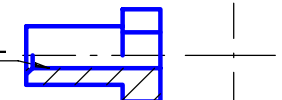
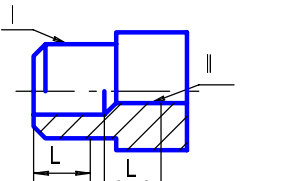
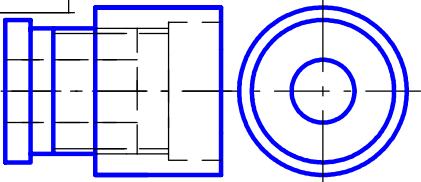
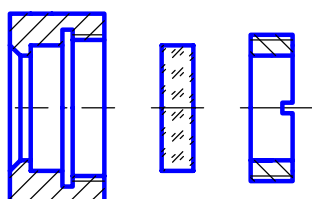
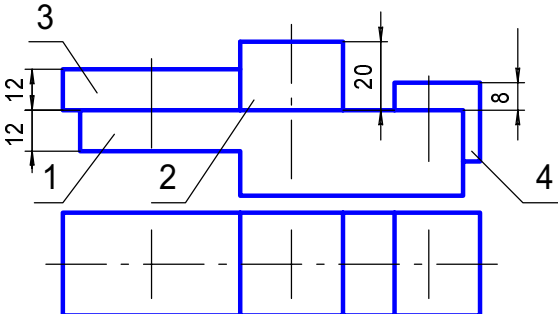


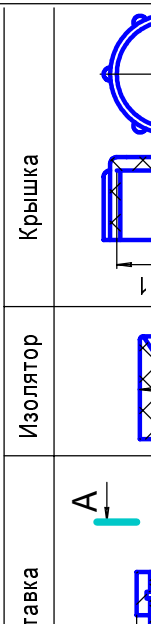
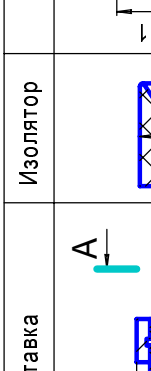
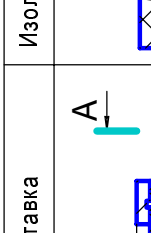
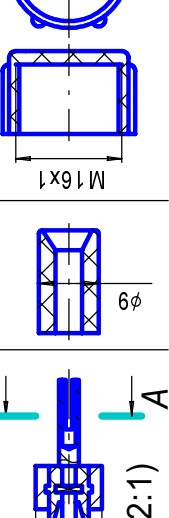
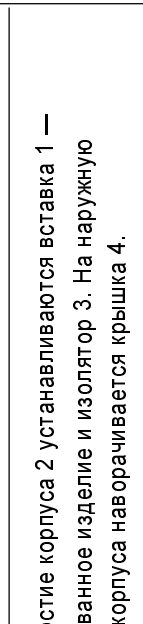

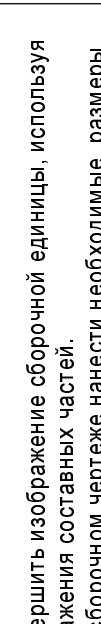
Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.

9.18



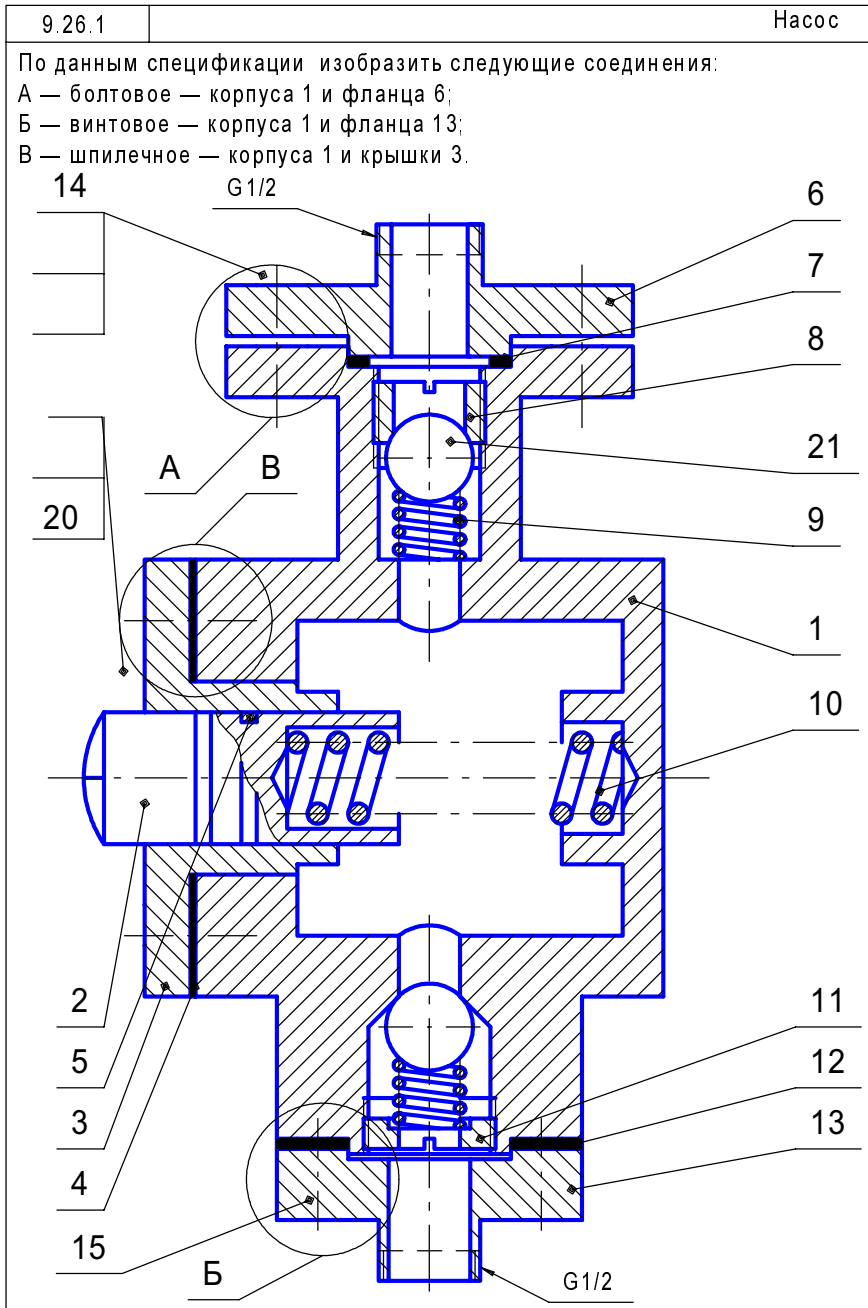
Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой выступы, выделенные штриховкой, заменяются смежными выемками тех же форм и размеров.

9.19.1	Изобразить и обозначить резьбу метрическую с крупным шагом на поверхности L. Построить вид слева.	
9.19.2	Изобразить и обозначить резьбу метрическую с мелким шагом на поверхности L. Построить вид слева.	
9.19.3	Показать условное изображение резьбы при длине нарезанной части L на поверхностях I и II.	
9.20.1	 <p data-bbox="150 817 499 900">Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.</p>	9.20.2  <p data-bbox="602 817 951 900">Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.</p>
9.21	 <p data-bbox="150 1255 975 1428">Завершить сборочный чертеж, изобразив соединение основания 1 с накладкой 2 шпилькой М6 (ГОСТ 22032-76), с пластиной 3 – болтом М8 (ГОСТ 7798-70), с угольником 4 – винтом М12 (ГОСТ 1491-80). Заполнить раздел "Стандартные изделия" спецификации, указав выбранные крепежные детали.</p>	

<p>Сборочный чертеж и спецификация.</p> <p>Изображения составных частей переходника приведены в таблице.</p>	<p>9.23</p>
<p>Вставка</p>  <p>A-A (2:1)</p>	<p>Изолятор</p> 
<p>Крышка</p> 	<p>Размеры для справок</p> 
<p>В отверстие корпуса 2 устанавливаются вставка 1 — армированное изделие и изолятор 3. На наружную резьбу корпуса наворачивается крышка 4.</p> <p>Задание</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.</li> <li>2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.</li> <li>3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.</li> </ol>	
<p>Крышка</p>  <p>A-A</p>	<p>9.22</p>
<p>1</p>  <p>A-A</p>	<p>Соединяемые детали</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Втулка</li> <li>2. Пластина</li> </ol>
<p>2</p>  <p>A-A</p>	<p>Завершить сборочный чертеж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.</p>



9.24		Армированное изделие — клемма												
Пластмассовая часть						Арматура — штырь								
D	L	r	r1	r2	d1	d2	d	d1	d2	L	l	l1	l2	c
50	50	65	6	19	22	26	16	18	14	60	20	10	17	2
Материал Фенопласт 02-010-02 черный. ГОСТ 5689-73						Материал Сталь 45 ГОСТ 1050-74								
По приведенным в таблицах данным, используя показанные изображения арматуры и пластмассовой части армированного изделия, выполнить чертеж этого изделия.														
9.25														
		Компаратор												
Отредактировать схему по требованиям стандартов ЕСКД.														



9.26.2		Завершить спецификацию насоса				
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
			ПМИГ.ХХХХХХ.009СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.009	Корпус	1	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.009	Плунжер	1	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.009	Крышка	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.009	Прокладка	1	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.009	Кольцо	2	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.009	Фланец	1	
		7	ПМИГ.ХХХХ07.009	Прокладка	1	
		8	ПМИГ.ХХХХ08.009	Втулка	1	
		9	ПМИГ.ХХХХ09.009	Пружина	2	
		10	ПМИГ.ХХХХ10.009	Пружина	1	
		11	ПМИГ.ХХХХ11.009	Втулка	1	
		12	ПМИГ.ХХХХ12.009	Прокладка	1	
		13	ПМИГ.ХХХХ13.009	Фланец	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		14		Болт М10 ... ГОСТ 7798-70	4	
		15		Винт М6 ... ГОСТ 1491-80	4	
				Гайка ... ГОСТ 5927-70		
				Гайка ... ГОСТ 5927-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 11371-78		
		20		Шпилька М8 ... ГОСТ 22034-76	4	
		21		Шарик 12 ГОСТ 3722-60	2	

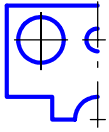

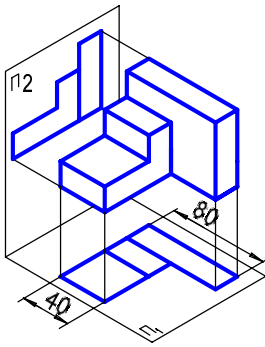
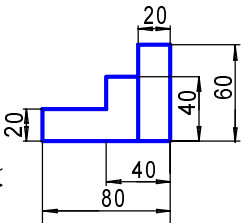
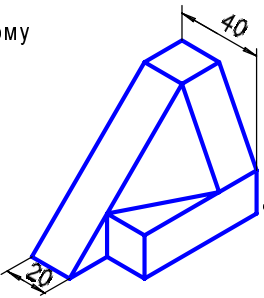
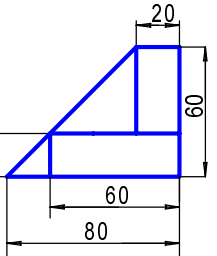
## Описание насоса

Насос — машина, преобразующая механическую энергию двигателя в механическую энергию состояния жидкости с целью ее подъема, перемещения или получения сжатых газов. В плунжерном насосе перемещение жидкости осуществляется благодаря периодическому изменению объема рабочей полости насоса.

Насос состоит из корпуса 1, к которому крепится при помощи шпилек 20, шайб и гаек крышка 3. В крышке 3 установлен плунжер 2, отжимаемый пружиной 10. Фланец 6 прикреплен к фланцу корпуса болтами 14, шайбами и гайками. Во фланце корпуса установлен всасывающий клапан, представляющий втулку 8, шарик 21 и пружину 9. С нижней стороны корпуса прикреплен фланец 13 с помощью винтов 15. В нижней части корпуса в цилиндрической расточке расположен клапан нагнетательный (шарик, пружина и втулка 11).

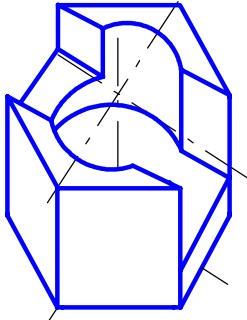
Возвратно-поступательное движение плунжера 2 осуществляется от эксцентрика, соприкасающегося со сферической поверхностью плунжера. При движении плунжера влево в полости корпуса образуется разрежение, и масло из емкости засасывается через фланец 6. При этом шарик 21 всасывающего клапана перемещается вниз, сжимая пружину 9. При движении плунжера вправо увеличивается давление масла в полости корпуса, верхний шарик прижимается к втулке 8 всасывающего клапана и препятствует выходу масла из корпуса, а нижний шарик нагнетательного клапана под давлением масла сжимает пружину и открывает отверстие. Масло через фланец 13 и муфту 18 идет в систему. Для избежания утечки жидкости между плунжером 2 и крышкой 3 в расточках плунжера установлены кольца 5. Герметизация фланца 6 и корпуса осуществлена прокладкой 7. Уплотнение корпуса и фланца 13 выполнено с помощью прокладки 12.

## Задания варианта 10

10.1	Вариант	Номер вопроса	Количество размеров	От-вет	
<p>Завершить изображе- ния плоских деталей по представленным половинкам, ограниченным осью симметрии. Нанести размеры и указать в таблице их количество.</p>	 <p>10.1.1</p>	1	Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов		
	 <p>10.1.2</p>	5			Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов
	6				
	7				
	8				
	<p>10.2</p> <p>По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху детали. Нанести необходимые размеры.</p>				
	<p>10.3</p> <p>По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху и вид слева детали. Нанести необходимые размеры.</p>				

10.4	6	5	4	3	2	1	
3	И	К	Л	М	Н		
Ж	Е	Г	В	Б	А		
10.4.1		10.4.2		10.4.3		10.4.4	
10.4.5		10.4.6		10.4.7		10.4.8	
Виды		Виды		Виды		Виды	
По наглядным изображениям деталей, используя представленный набор изображений, расположить в соответствующих местах виды спереди, сверху и слева, как это показано на примере.		По наглядным изображениям деталей, используя представленный набор изображений, расположить в соответствующих местах виды спереди, сверху и слева, как это показано на примере.		По наглядным изображениям деталей, используя представленный набор изображений, расположить в соответствующих местах виды спереди, сверху и слева, как это показано на примере.		По наглядным изображениям деталей, используя представленный набор изображений, расположить в соответствующих местах виды спереди, сверху и слева, как это показано на примере.	
Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.		Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.		Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.		Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.	
10.4.1		10.4.2		10.4.3		10.4.4	
10.4.5		10.4.6		10.4.7		10.4.8	

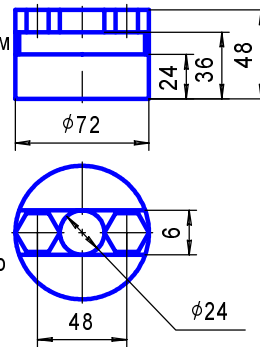
10.5



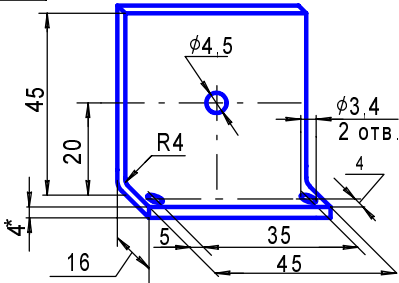
По аксонометрическому изображению выполнить в глазомерном масштабе виды спереди и сверху втулки.

10.8

По заданным прямоугольным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, построить прямоугольную изометрию детали.

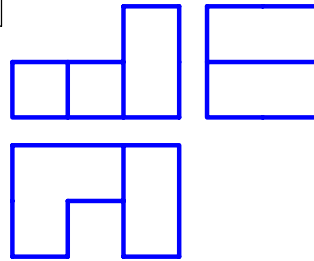


10.6



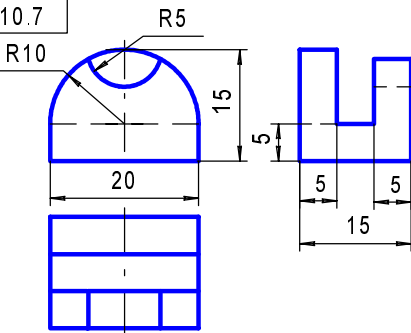
По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертеж.

10.9



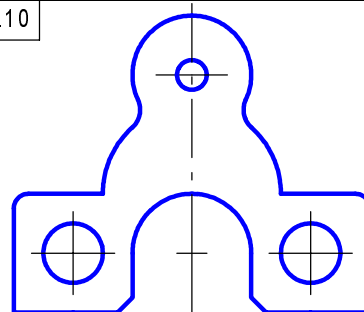
По ортогональным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, изобразить трехмерную модель многогранника и его развертку.

10.7

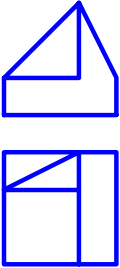
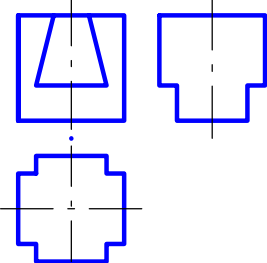
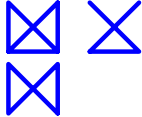
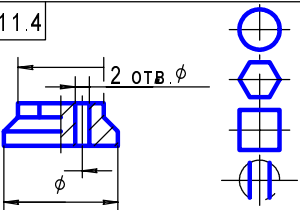
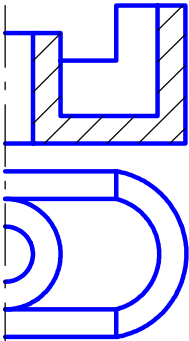
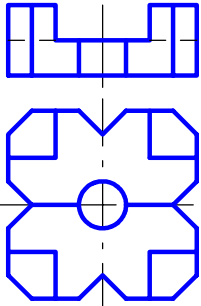
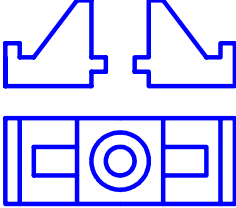
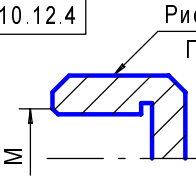


По прямоугольным проекциям построить прямоугольную изометрию.

10.10

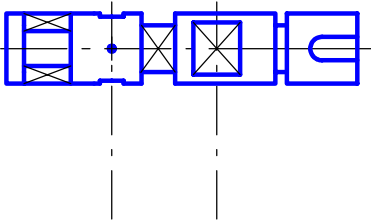


Выполнить чертеж плоской детали с элементами сопряжений. Нанести размеры.

<p>10.11.1</p> 	<p>10.11.2</p> 	<p>10.11.3</p>  <p>10.11.4</p> 
<p>10.11.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.          10.11.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.          10.11.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.          10.11.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>10.12.1</p> 	<p>10.12.2</p> 	<p>10.12.3</p>  <p>10.12.4</p> 
<p>10.12.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.          10.12.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.          10.12.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.          10.12.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		

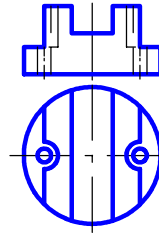


10.13



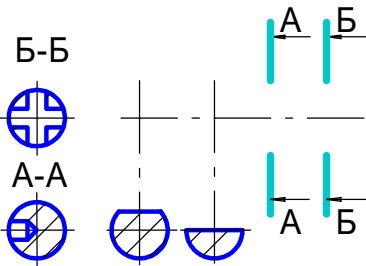
Дополнить главный вид двумя симметричными, двумя несимметричными сечениями и разрезом.

10.16



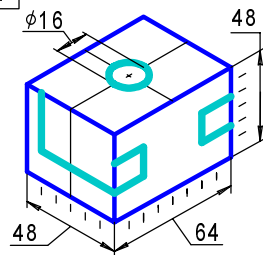
По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки.  
На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.

10.14



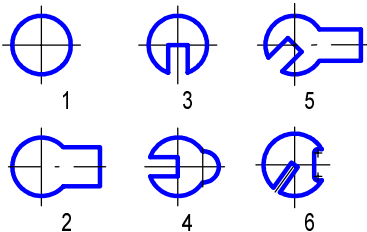
По заданным сечениям и разрезу Б-Б построить главный вид вала.

10.17



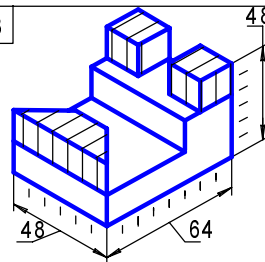
Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.

10.15

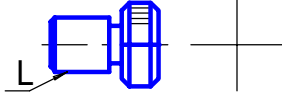
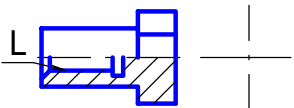
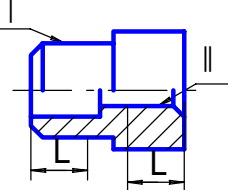
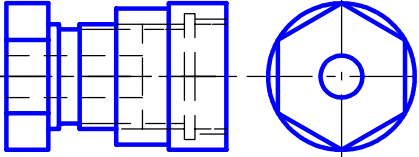
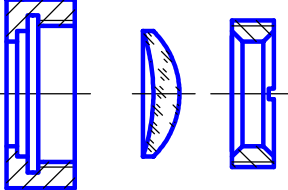
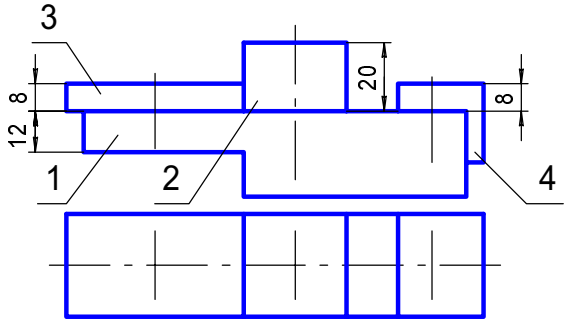


Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.

10.18



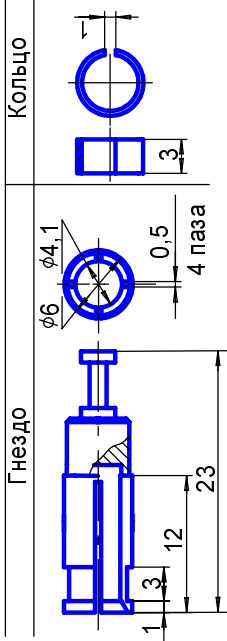
Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой выступы, выделенные штриховкой, заменяются смежными выемками тех же форм и размеров.

<p>10.19.1 Изобразить и обозначить резьбу метрическую с крупным шагом на поверхности L. Построить вид слева.</p>	
<p>10.19.2 Изобразить и обозначить резьбу метрическую с мелким шагом на поверхности L. Построить вид слева.</p>	
<p>10.19.3 Показать условное изображение резьбы при длине нарезанной части L на поверхностях I и II.</p>	
<p>10.20.1</p>  <p>Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.</p>	<p>10.20.2</p>  <p>Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.</p>
<p>10.21</p>  <p>Завершить сборочный чертеж, изобразив соединение основания 1 с накладкой 2 шпилькой М6 (ГОСТ 22032-76), с пластиной 3 — болтом М8 (ГОСТ 7798-70), с угольником 4 — винтом М6 (ГОСТ 1491-80). Заполнить раздел "Стандартные изделия" спецификации, указав выбранные крепежные детали.</p>	

10.23

Сборочный чертёж и спецификация.

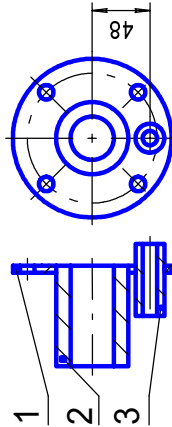
Гнездо предназначено для подключения к общей шине электронного блока и устанавливается на корпусе этого блока. Изображения составных частей гнезда приведены в таблице.



Размеры для справок

10.22

Кожух



Соединяемые детали

1. Фланец
2. Втулка
3. Втулка

М 1:2,5

Завершить сборочный чертёж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.

В углубление шириной 3 мм на наружной поверхности гнезда 3 устанавливается кольцо 2 (пружинное). Затем гнездо с кольцом вдвигается до упора во втулку. После этого через отверстие  $\phi 0,8$  мм втулки рассверливается отверстие  $\phi 1$  мм в гнезде для соединения втулки с гнездом с помощью штифта 1х8 ГОСТ 3128-70.

Задание

1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.
2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.
3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.

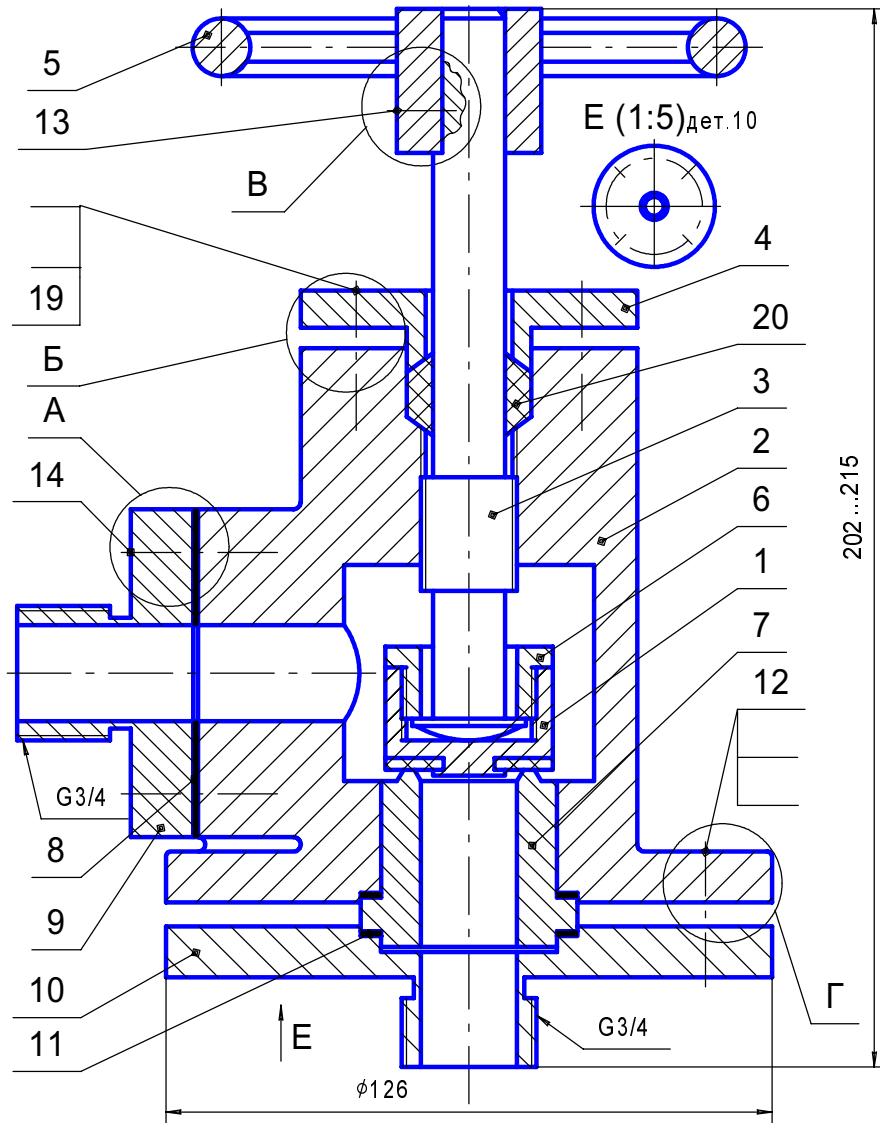
10.24		Армированное изделие — ручка специальная														
Пластмассовая часть								Арматура — штырь								
D	D1	D2	D3	D4	b	b1	b2	d	d1	L	a1	a2	a3	a4	a5	C
35	20	12	18	55	42	5	7	12	20	75	15	20	30	5	4	1,5
Материал Фенопласт Вл ГОСТ 5689-79								Материал Латунь Л63 ГОСТ 15527-70								
По приведенным в таблицах данным, используя показанные изображения арматуры и пластмассовой части армированного изделия, выполнить чертеж этого изделия.																
10.25																
Детектор пиковый																
Отредактировать схему по требованиям стандартов ЕСКД.																

10.26.1

Вентиль угловой

По данным спецификации изобразить следующие соединения:

- А — винтовое — фланца 9 с корпусом 2;
- Б — шпилечное — втулки сальника 4 с корпусом 2;
- В — винтовое — маховика 5 со шпинделем 3;
- Г — болтовое — фланца 10 с корпусом 2.



10.26.2		Завершить спецификацию вентиля углового				
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХХХ.010СБ	Клапан	1	
				<u>Детали</u>		
		2	ПМИГ.ХХХХ01.010	Корпус	1	
		3	ПМИГ.ХХХХ02.010	Шпindelь	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ03.010	Втулка сальника	1	
		5	ПМИГ.ХХХХ04.010	Маховик	1	
		6	ПМИГ.ХХХХ05.010	Втулка	1	
		7	ПМИГ.ХХХХ06.010	Стакан	1	
		8	ПМИГ.ХХХХ07.010	Прокладка	1	
		9	ПМИГ.ХХХХ08.010	Фланец	1	
		10	ПМИГ.ХХХХ09.010	Фланец	1	
		11	ПМИГ.ХХХХ10.010	Прокладка	2	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		12		Болт М10...ГОСТ 7798-70	4	
		13		Винт М6...ГОСТ 1479-93	1	
		14		Винт М8...ГОСТ 1491-72	4	
				Гайка М...ГОСТ 5915-70		
				Гайка М...ГОСТ 5915-70		
				Шайба ...ГОСТ 6402-70		
				Шайба ...ГОСТ 6402-70		
		19		Шпилька М 8...ГОСТ 22034-76	4	
				<u>Материалы</u>		
		20		Пенька ГОСТ 5152-66	0,02	кг

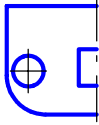
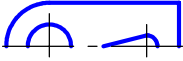
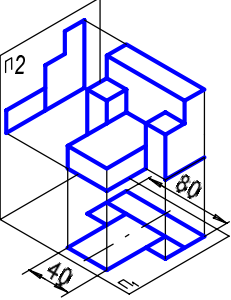
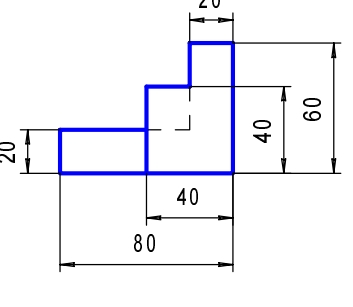
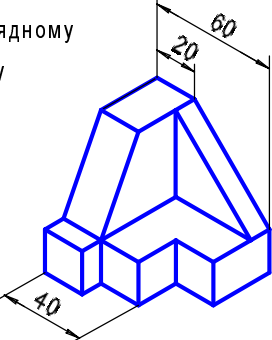
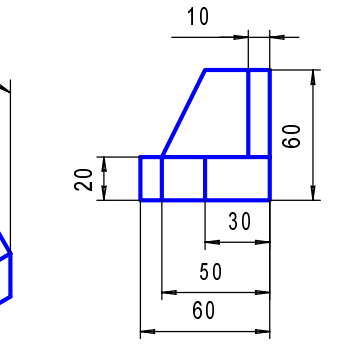
## Описание вентиля углового

Вентиль – устройство для регулирования в трубопроводе пара, газа, воды или другой жидкости.

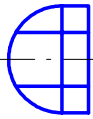
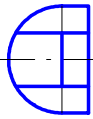
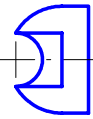
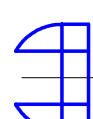
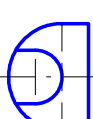
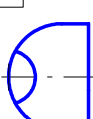
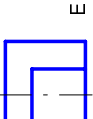




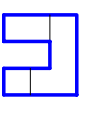
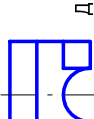




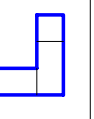


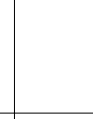
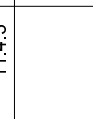

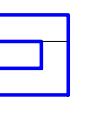
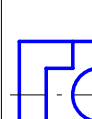




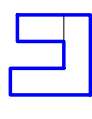
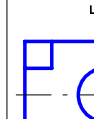


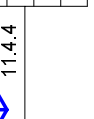
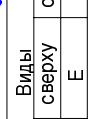
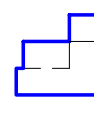
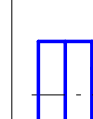
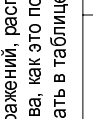
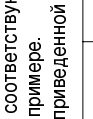
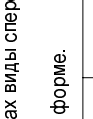
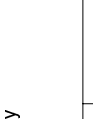
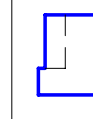
Вентиль состоит из корпуса 2, в резьбовом отверстии которого установлен шпindel 3. На нижнем конце шпинделя с помощью резьбовой втулки 6 закреплен клапан 1, состоящий из двух деталей: металлической втулки и наплавленной резиновой прокладки. На верхнем конце шпинделя закреплен про помощи установочного винта 13 маховик 5. На корпусе 2 установлена втулка сальника 4, которая уплотняет сальниковую набивку 20. Фланец 9 закреплен на корпусе винтами 14. В нижнем отверстии корпуса установлен стакан 7, который удерживается в корпусе с помощью фланца 10, соединенного с корпусом болтами 12. На чертеже вентиль изображен в закрытом положении.

Жидкость поступает через отверстие во фланце 10. При вращении маховика 5 шпindel получает поступательное движение и, поднимаясь вверх вместе с клапаном 1, открывает отверстие в нижней части корпуса, куда и проходит жидкость, а затем по отверстию во фланце 9 переходит в трубопровод системы. Для избежания утечки жидкости между шпинделем 3 и корпусом установлено сальниковое уплотнение 20. Герметизация фланца 9 и корпуса осуществлена прокладкой 8. Для избежания утечки жидкости между стаканом 7, корпусом и фланцем 10 установлены прокладки 11.

## Задания варианта 11

11.1	Вариант	Номер вопроса	Количество размеров	От-вет	
<p>Завершить изображения плоских деталей по представленным половинкам, ограниченным осью симметрии. Нанести размеры и указать в таблице их количество.</p>	 <p>11.1.1</p>	<p>1 2 3 4</p>	<p>Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов</p>		
	 <p>11.1.2</p>	<p>5 6 7 8</p>	<p>Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов</p>		
	11.2	<p>По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху детали. Нанести необходимые размеры.</p>			
					
	11.3	<p>По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху и вид слева детали. Нанести необходимые размеры.</p>			
					



1	2	3	4	5	6
					
					
					
					
					
					
					
<p>Виды</p> <p>Вариант 11</p> <p>По наглядным изображениям деталей, используя представленный набор изображений, расположить в соответствующих местах виды спереди, сверху и слева, как это показано на примере.</p> <p>Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.</p>					
11.4.1		11.4.2		11.4.3	
11.4.4		11.4.4		11.4.5	
Виды спереди 6		Виды сверху E		Виды слева H	
Ж		И		К	
Л		М		Н	

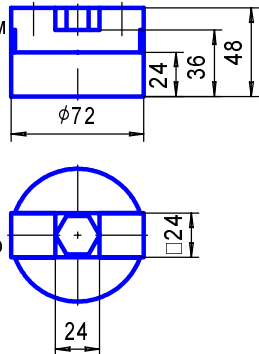
11.5



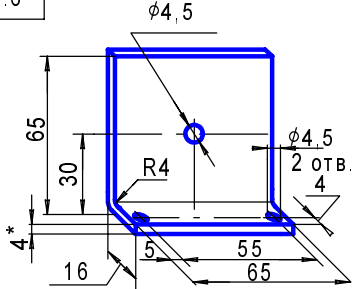
По аксонометрическому изображению выполнить в глазомерном масштабе виды спереди и сверху втулки.

11.8

По заданным прямоугольным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, построить прямоугольную изометрию детали.

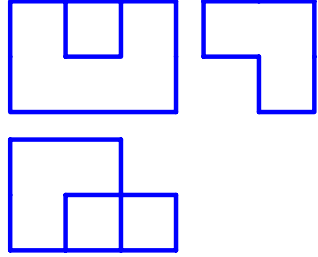


11.6



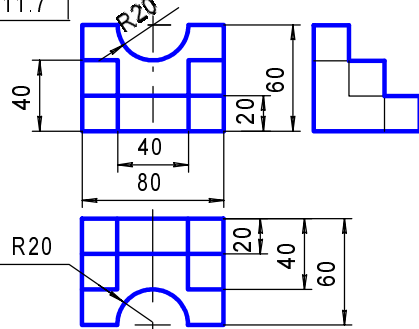
По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертеж.

11.9



По ортогональным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, изобразить трехмерную модель многогранника и его развертку.

11.7

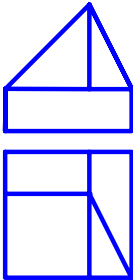
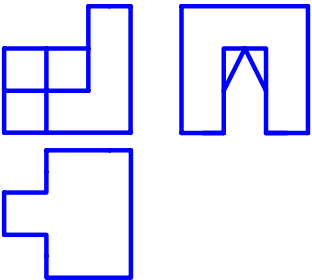
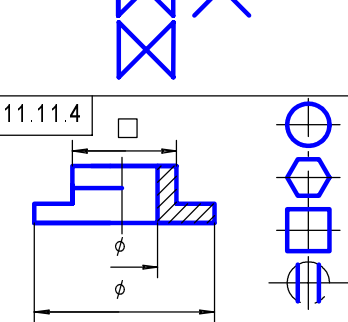
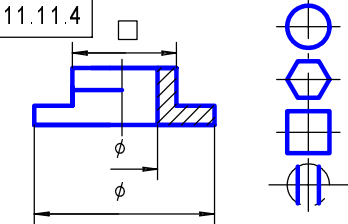
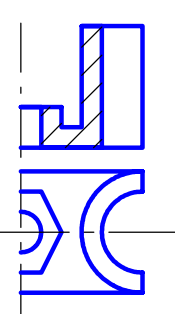
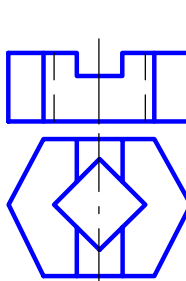
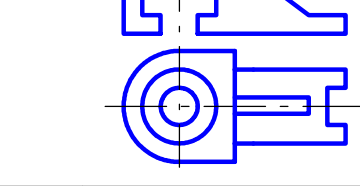
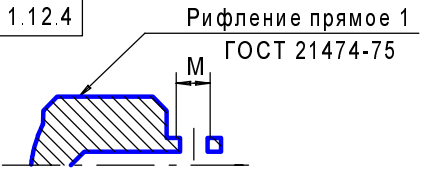


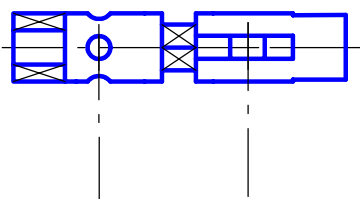
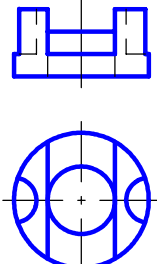
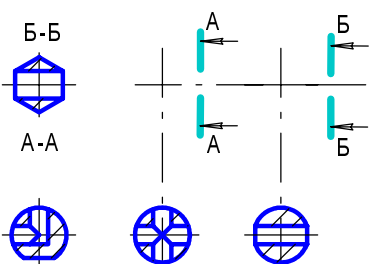
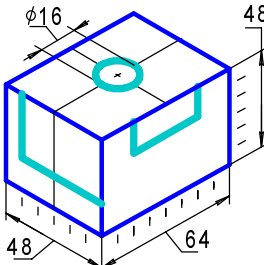
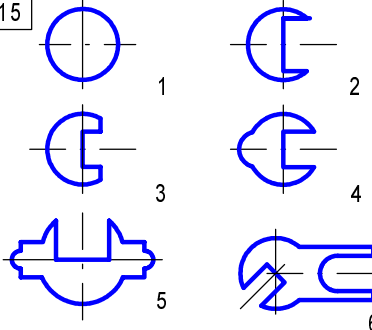
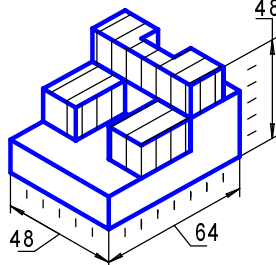
По прямоугольным проекциям построить прямоугольную изометрию.

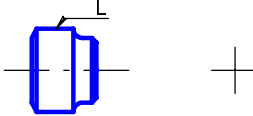
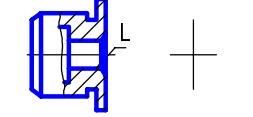
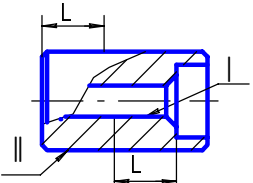
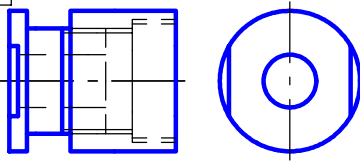
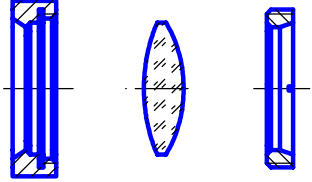
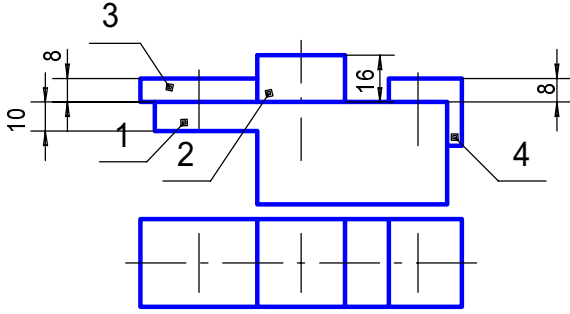
11.10



Выполнить чертеж плоской детали с элементами сопряжений. Нанести размеры.

11.11.1	11.11.2	11.11.3
		
<p>11.11.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.</p> <p>11.11.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.</p> <p>11.11.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.</p> <p>11.11.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		<p>11.11.4</p> 
11.12.1	11.12.2	11.12.3
		
<p>11.12.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.</p> <p>11.12.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.</p> <p>11.12.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.</p> <p>11.12.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		<p>11.12.4</p> <p>Рифление прямое 1 ГОСТ 21474-75</p> 

<p>11.13</p>  <p>Дополнить главный вид двумя симметричными, двумя несимметричными сечениями и разрезом.</p>	<p>11.16</p>  <p>По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки. На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.</p>
<p>11.14</p>  <p>По заданным сечениям и разрезу Б-Б построить главный вид вала.</p>	<p>11.17</p>  <p>Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.</p>
<p>11.15</p>  <p>Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.</p>	<p>11.18</p>  <p>Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой выступы, выделенные штриховкой, заменяются смежными выемками тех же форм и размеров.</p>

11.19.1	Изобразить и обозначить резьбу метрическую с крупным шагом на поверхности L. Построить вид слева.	
11.19.2	Изобразить и обозначить резьбу метрическую с мелким шагом на поверхности L. Построить вид слева.	
11.19.3	Показать условное изображение резьбы при длине нарезанной части L на поверхностях I и II.	
11.20.1	 <p data-bbox="156 850 505 933">Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.</p>	<p data-bbox="577 636 656 669">11.20.2</p>  <p data-bbox="595 850 945 933">Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.</p>
11.21	 <p data-bbox="156 1280 993 1453">Завершить сборочный чертеж, изобразив соединение основания 1 с накладкой 2 шпилькой М6 (ГОСТ 22032-76), с пластиной 3 — болтом М12 (ГОСТ 7798-70), с угольником 4 — винтом М10 (ГОСТ 1491-80). Заполнить раздел "Стандартные изделия" спецификации, указав выбранные крепежные детали.</p>	

11.23

Сборочный чертеж и спецификация.

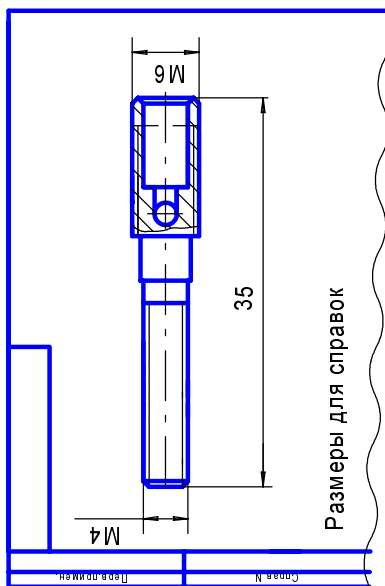
Клемма предназначена для подключения электрооборудования к внешним электрическим цепям.

Основание	Кольцо	Головка
Лепесток	Втулка	Гайка М4

На контактный винт 2 наворачивается головка 1 (армированное изделие) и устанавливается втулка 3, которая закрывается основанием 4. Далее устанавливается кольцо 5, шайба (ГОСТ 11371-78), лепесток 6 и две гайки (ГОСТ 5927-70). Лепесток отогнуть при сборке, внутренний  $R = 0,5$ .

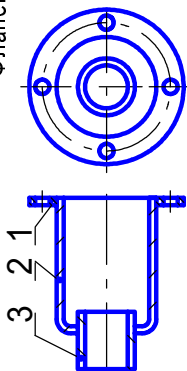
Задание

1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.
2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.
3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.



11.22

Фланец

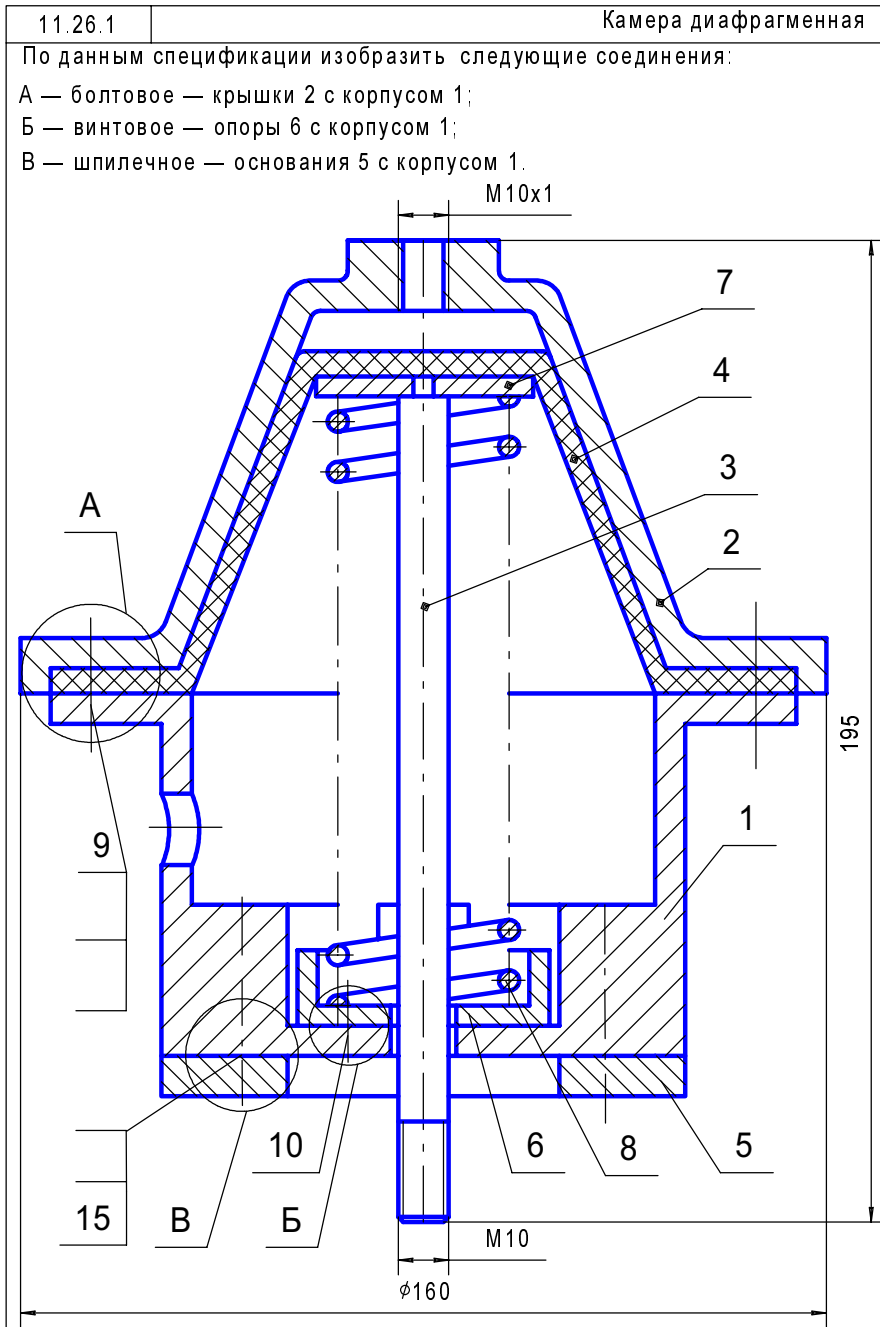


Соединяемые детали

1. Диск
2. Кожух
3. Втулка

Завершить сборочный чертеж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.

11.24		Армированное изделие — стойка														
Пластмассовая часть				Арматура — штырь												
D	D1	D2	D3	D4	b	b1	b2	d	d1	L	a1	a2	a3	a4	a5	C
40	25	14	22	60	40	5	8	14	25	95	20	25	42	7,1	6	2,0
Материал Фенопласт Вл ГОСТ 5689-79				Материал Латунь Л63 ГОСТ 15527-70												
По приведенным в таблицах данным, используя показанные изображения арматуры и пластмассовой части армированного изделия, выполнить чертеж этого изделия.																
11.25																
Детектор пиковой																
Отредактировать схему по требованиям стандартов ЕСКД.																





11.26.2		Завершить спецификацию камеры диафрагменной				
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ПМИГ.ХХХХХХ.011СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.011	Корпус	1	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.011	Крышка	1	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.011	Шток	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.011	Диафрагма	1	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.011	Основание	1	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.011	Опора	1	
		7	ПМИГ.ХХХХ07.011	Шайба	1	
		8	ПМИГ.ХХХХ08.011	Пружина	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		9		Болт М8... ГОСТ 7798-70	4	
		10		Винт М6... ГОСТ 1491-72	4	
				Гайка ... ГОСТ 5915-70		
				Гайка ... ГОСТ 5915-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 11371-78		
		15		Шпилька М10... ГОСТ 22034-76	4	

## Описание камеры диафрагменной

Диафрагменная камера применяется в приводах машин, когда необходимо большое усилие при малом перемещении, например, в приводах прижимных столов пескоструйных машин.

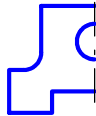

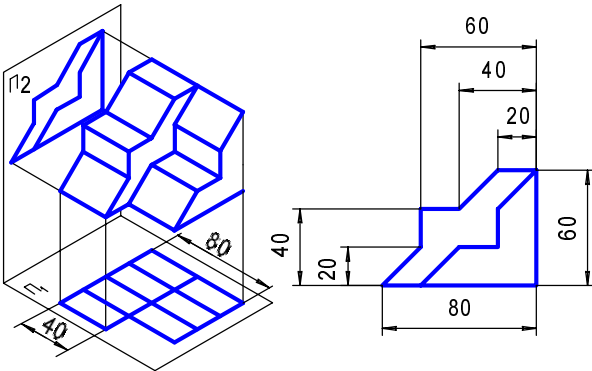
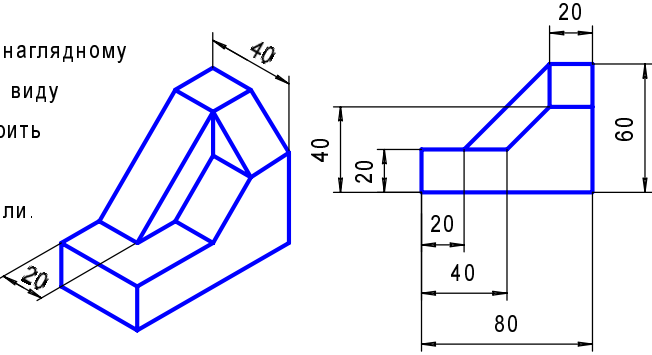
Диафрагменные камеры приводят в действие механизмы, выполняющие при автоматизации процесса операции прижима, фиксации и подвода упоров

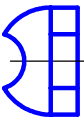
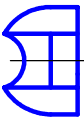
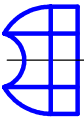
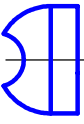
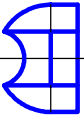
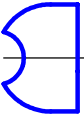

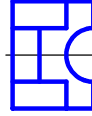
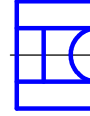
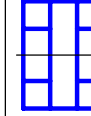
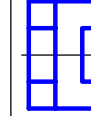
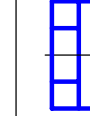
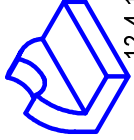

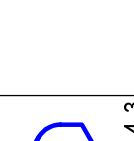
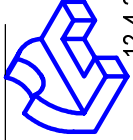
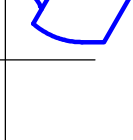
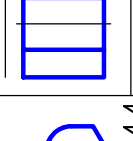
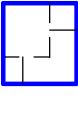
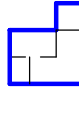
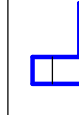

Диафрагма 4, из прорезиненной ткани, по периферии зажата между корпусом 1 и крышкой 2 тормозной камеры. Под действием сжатого воздуха, поступающего из пневматической системы, через отверстие крышки 2 шайба 7 перемещает шток 3, соединенный с приводом машины.

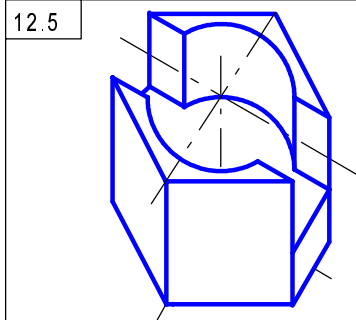
При снятии давления диафрагма 4 возвращается в исходное положение под действием пружины 8.

Корпус 1 крепится к основанию шпильками 15, гайками и шайбами. Крышка 2 соединяется с корпусом 1 болтами 9, гайками и шайбами. Опора 6 крепится к корпусу 1 винтами 10.

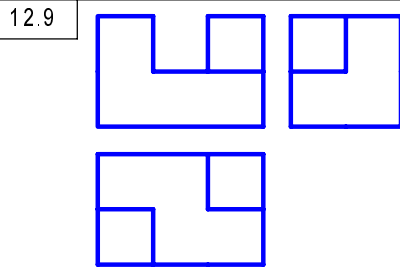
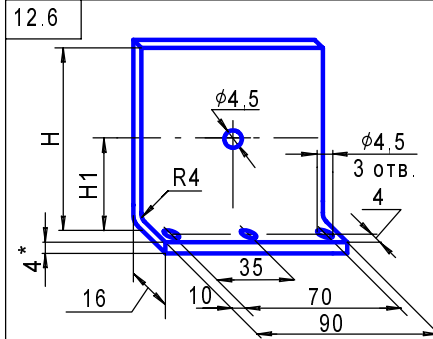
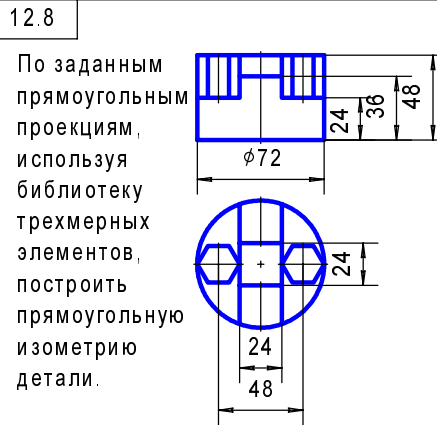
## Задания варианта 12

12.1	Вариант	Номер вопроса	Количество размеров	От-вет
<p>Завершить изображения плоских деталей по представленным половинкам, ограниченным осью симметрии. Нанести размеры и указать в таблице их количество.</p>	 12.1.1	1 2 3 4	Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов	
	 12.1.2	5 6 7 8	Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов	
12.2	<p>По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху детали. Нанести необходимые размеры.</p> 			
12.3	<p>По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху и вид слева детали. Нанести необходимые размеры.</p> 			

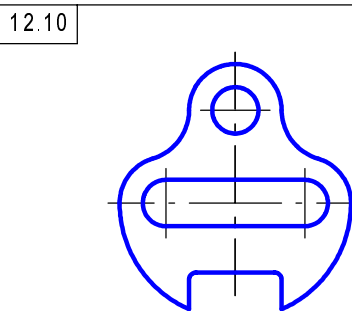
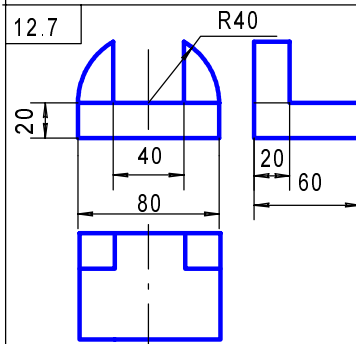
						12.4
1	2	3	4	5	6	
Е	Д	Г	В	Б	А	Ж
						
						12.4.1
12.4.1	12.4.2	12.4.3	12.4.4	12.4.5		И
К	Л	М	Н			
						
12.4.1	12.4.2	12.4.3	12.4.4	12.4.5		
Виды	Вариант 12			Виды		
спереди	сверху	слева	справа	снизу		
б	в	г	д	е		
По наглядным изображениям деталей, используя представленный набор изображений, расположить в соответствующих местах виды спереди, сверху и слева, как это показано на примере.						
Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.						
12.4.1	12.4.2	12.4.3	12.4.4	12.4.5		



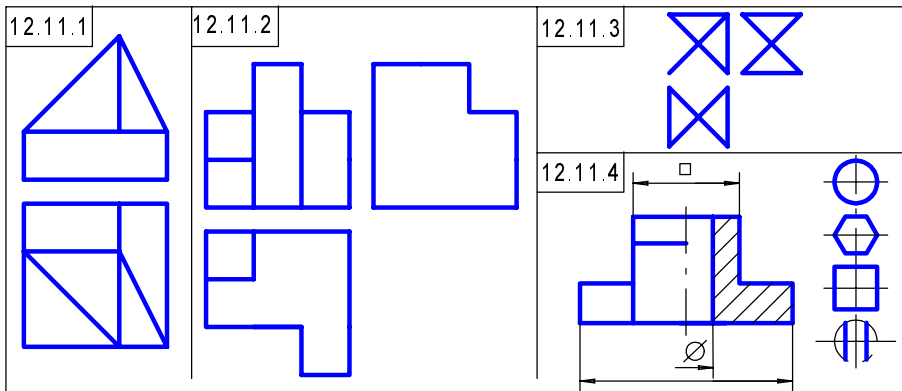
По аксонометрическому изображению выполнить в глазомерном масштабе виды спереди и сверху втулки.



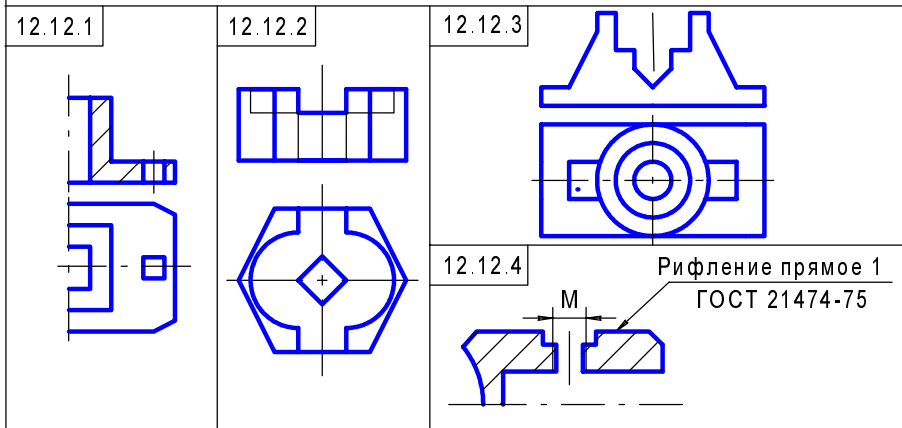
По ортогональным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, изобразить трехмерную модель многогранника и его развертку.



Выполнить чертёж плоской детали с элементами сопряжений. Нанести размеры.

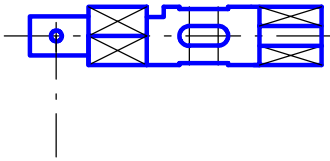


- 12.11.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.
- 12.11.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.
- 12.11.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.
- 12.11.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.



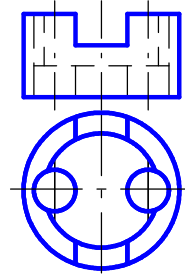
- 12.12.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.
- 12.12.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.
- 12.12.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.
- 12.12.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.

12.13



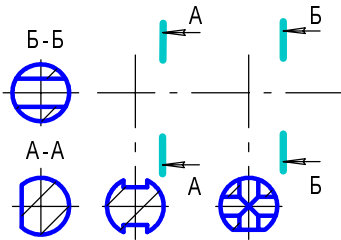
Дополнить главный вид двумя симметричными, двумя несимметричными сечениями и разрезом.

12.16



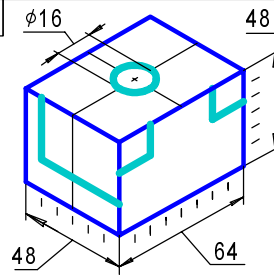
По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки. На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.

12.14



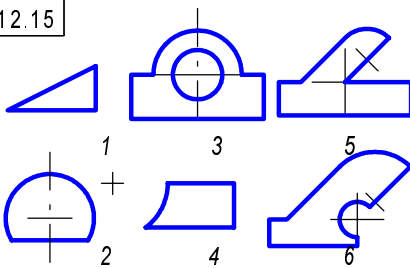
По заданным сечениям и разрезу Б-Б построить главный вид вала.

12.17



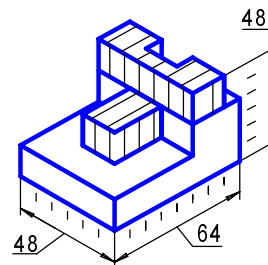
Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.

12.15

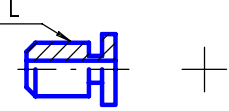
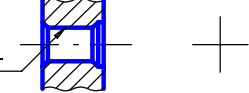
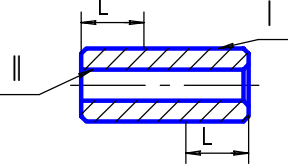
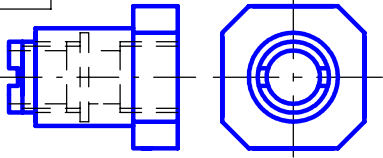
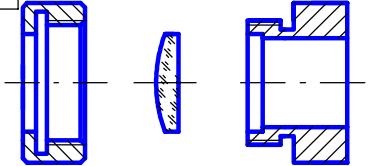
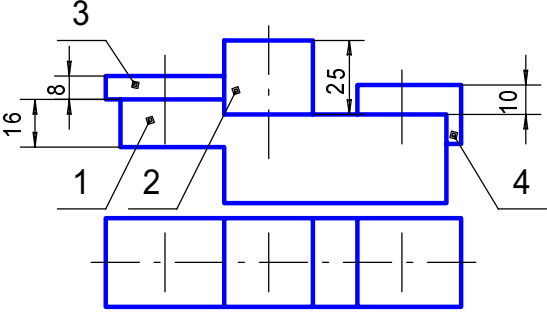


Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.

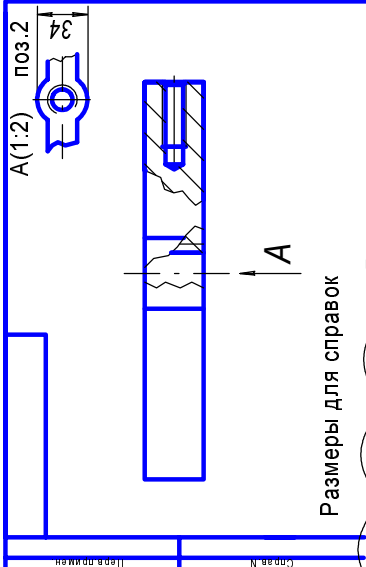
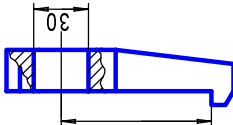
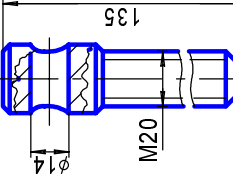
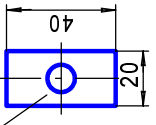
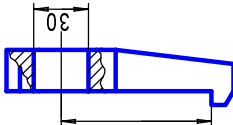
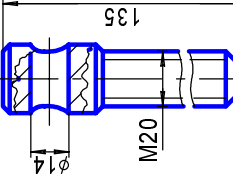
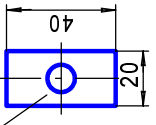
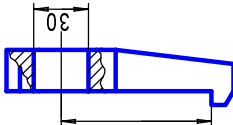
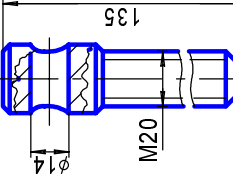
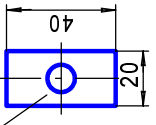
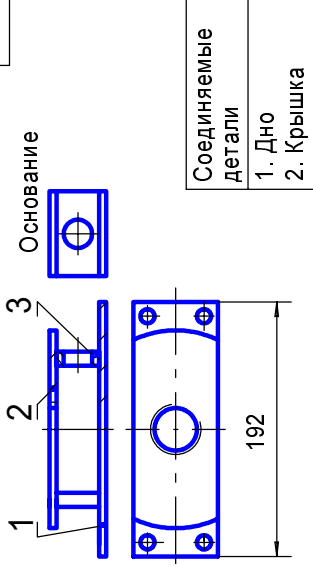
12.18

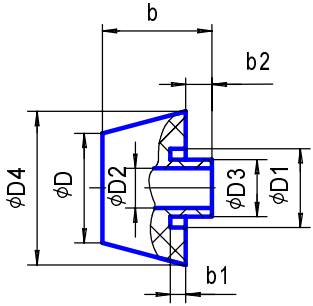
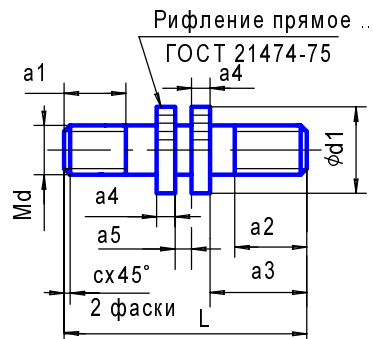
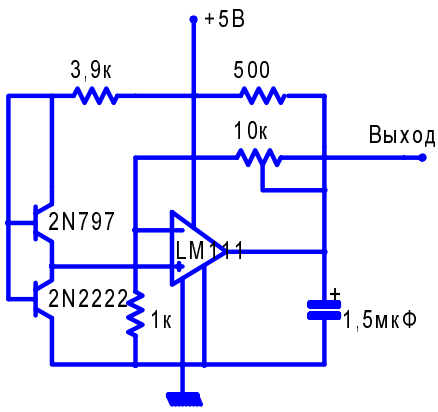


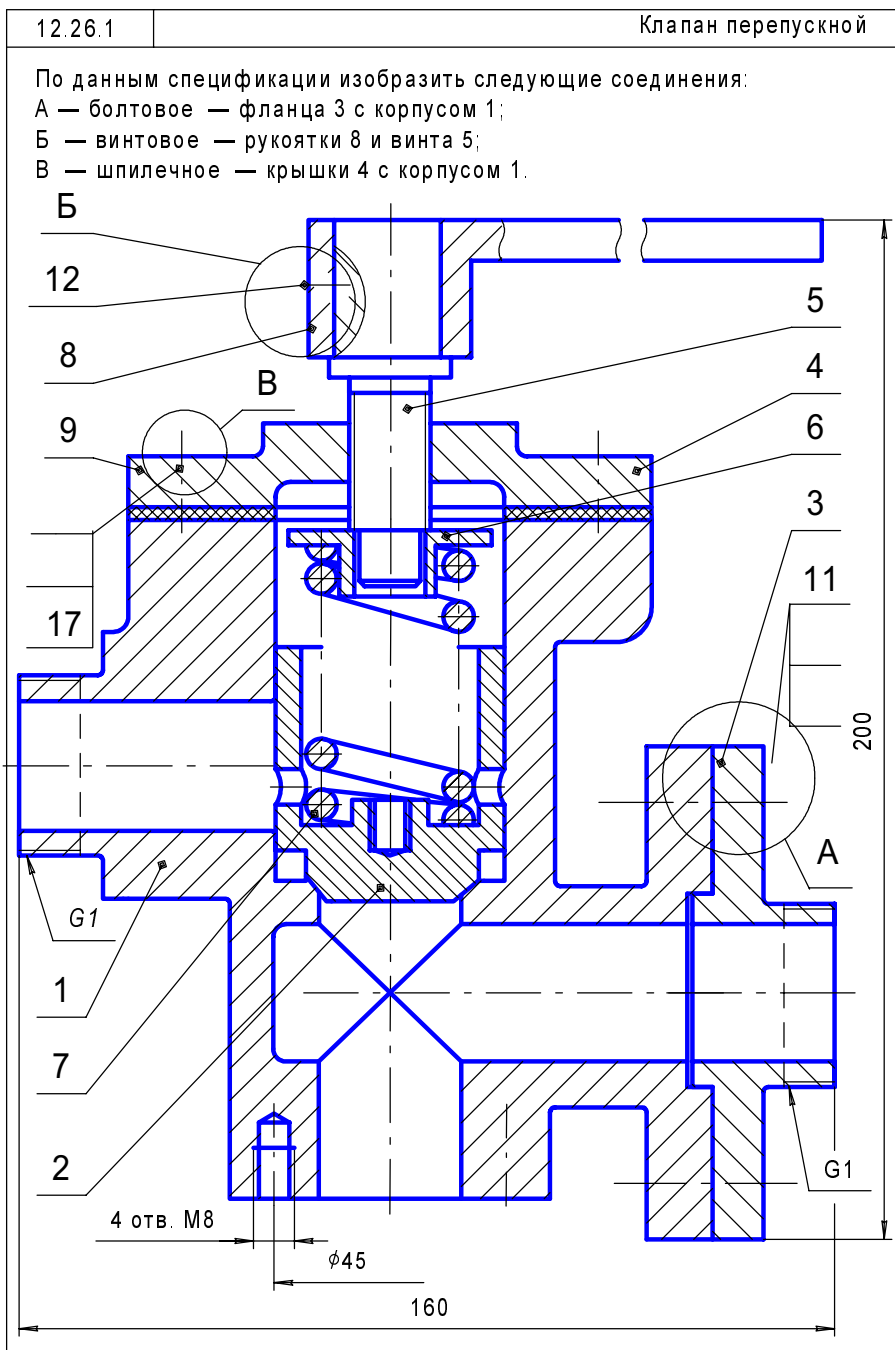
Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой выступы, выделенные штриховкой, заменяются смежными выемками тех же форм и размеров.

12.19.1	Изобразить и обозначить резьбу метрическую с крупным шагом на поверхности L. Построить вид слева.		
12.19.2	Изобразить и обозначить резьбу метрическую с мелким шагом на поверхности L. Построить вид слева.		
12.19.3	Показать условное изображение резьбы при длине нарезанной части L на поверхностях I и II.		
12.20.1	 <p>Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.</p>	12.20.2	 <p>Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.</p>
12.21	 <p>Завершить сборочный чертеж, изобразив соединение основания 1 с накладкой 2 шпилькой М8 (ГОСТ 22032-76), с пластиной 3 – болтом М12 (ГОСТ 7798-70), с угольником 4 – винтом М12 (ГОСТ 1491-80). Заполнить раздел "Стандартные изделия" спецификации, указав выбранные крепежные детали.</p>		



 <p>Размеры для справок</p>	<p style="text-align: right;">12.23</p> <p>Сборочный чертеж и спецификация.</p> <p>Съемник предназначен для съёмки шкивов, подшипников и других деталей с валов. Изображения составных частей съёмника приведены в таблице.</p> <table border="1" data-bbox="288 223 620 817"> <thead> <tr> <th>Захват</th> <th>Винт нажимной</th> <th>Шайба</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Винт 2М8×20 ГОСТ 17473-80</td> </tr> </tbody> </table> <p>Размеры для справок</p>	Захват	Винт нажимной	Шайба						Винт 2М8×20 ГОСТ 17473-80
Захват	Винт нажимной	Шайба								
										
		Винт 2М8×20 ГОСТ 17473-80								
<p style="text-align: right;">12.22</p>  <p>Размеры для справок</p> <table border="1" data-bbox="770 859 927 1049"> <thead> <tr> <th>Соединяемые детали</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. Дно</td> </tr> <tr> <td>2. Крышка</td> </tr> <tr> <td>3. Стенка</td> </tr> </tbody> </table> <p>М 1:2,5</p>	Соединяемые детали	1. Дно	2. Крышка	3. Стенка	<p>Винт нажимной 1 вворачивается в коромысло 2. На концы коромысла надеваются захваты 3. К торцам коромысла прикрепляются шайбы 4 с помощью винтов 5.</p> <p>Задание</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.</li> <li>2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.</li> <li>3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.</li> </ol>					
Соединяемые детали										
1. Дно										
2. Крышка										
3. Стенка										
<p>Завершить сборочный чертеж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.</p>										

12.24	Армированное изделие — стойка															
Пластмассовая часть		Арматура — вставка														
																
D	D1	D2	D3	D4	b	b1	b2	d	d1	L	a1	a2	a3	a4	a5	C
45	30	16	24	65	55	7	10	16	30	90	25	30	42	8	7	2,5
Материал		Фенопласт Вл ГОСТ 5689-79						Материал		Латунь Л63 ГОСТ 15527-70						
По приведенным в таблицах данным, используя показанные изображения арматуры и пластмассовой части армированного изделия, выполнить чертеж этого изделия.																
12.25																
																
Источник питания																
Отредактировать схему по требованиям стандартов ЕСКД.																



12.26.2		Завершить спецификацию клапана перепускного				
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ПМИГ.ХХХХХХ.012СБ	Сборочный чертёж		
				<u>Детали</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.012	Корпус	1	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.012	Клапан	1	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.012	Фланец	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.012	Крышка	1	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.012	Винт	1	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.012	Седло	1	
		7	ПМИГ.ХХХХ07.012	Пружина	1	
		8	ПМИГ.ХХХХ08.012	Рукоятка	1	
		9	ПМИГ.ХХХХ09.012	Прокладка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		11		Болт М10 ... ГОСТ 7805-70	4	
		12		Винт М6 ... ГОСТ 1479-93	2	
				Гайка М ... ГОСТ 5915-70		
				Гайка М ... ГОСТ 5927-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 11371-78		
		17		Шпилька М8 ... ГОСТ 22032-76	4	

## Описание клапана перепускного

Перепускные предохранительные клапана являются элементами системы, в которой возможно повышение давления, но оно не желательно.

Рабочая среда поступает в правое отверстие корпуса 1 и дальше через нижнее отверстие поступает к обслуживаемому объекту.

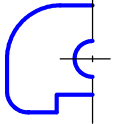

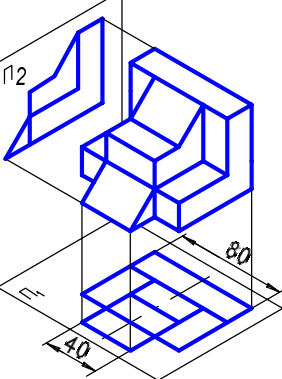
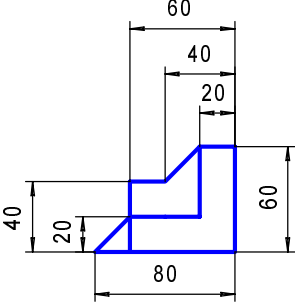
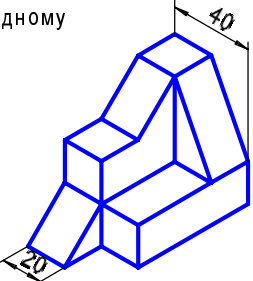
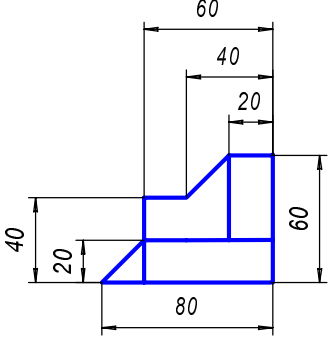
Давление, при котором срабатывает клапан, регулируется натяжением пружины 7 посредством рукоятки 8, посаженной на ходовой винт 5. Пружина, сжата винтом, прижимает клапан к корпусу 1.

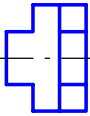
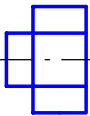
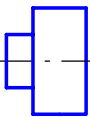
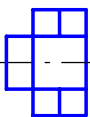
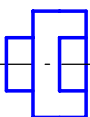
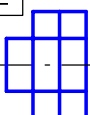
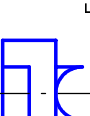
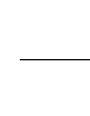



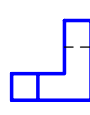
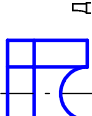
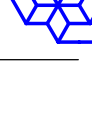



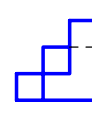
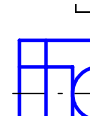
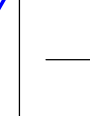
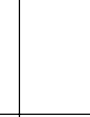
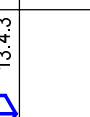
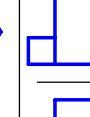
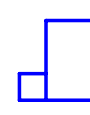

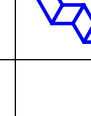



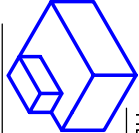
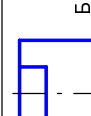
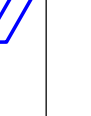

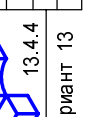
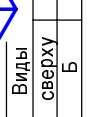
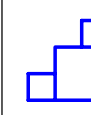
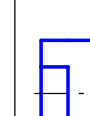
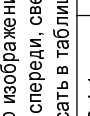
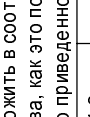
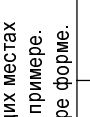

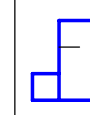
Если в магистрали повышается давление сверх допустимого, срабатывает клапан 2. Под избыточным давлением он поднимается и пропускает через левое отверстие корпуса рабочую среду в запасную емкость.

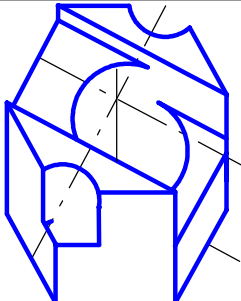
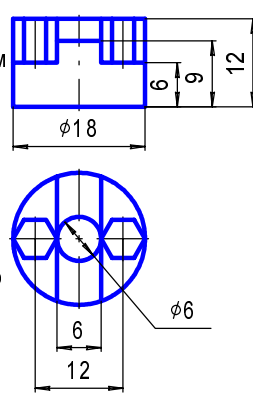
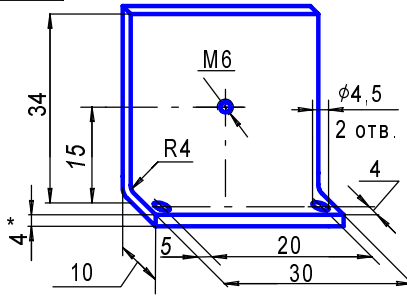
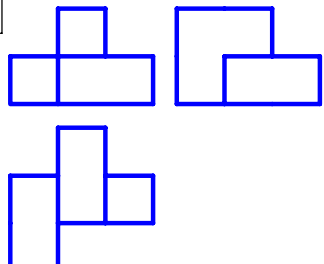
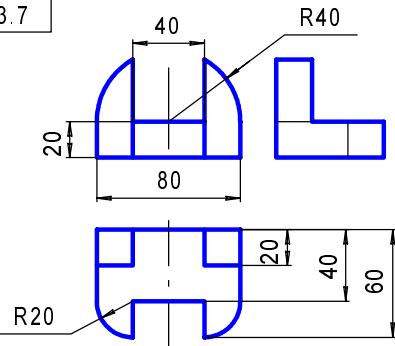
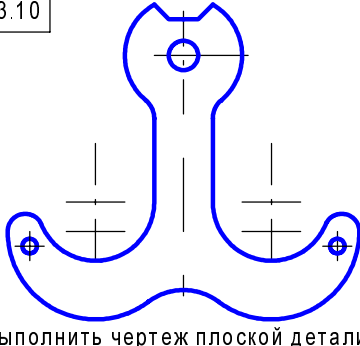
Когда давление упадет до величины, равной силе тяжести пружины, последняя закроет клапаном отверстие, и выпуск рабочей среды в левое отверстие прекратится.

Рукоятка 8 закреплена на винте 5 установочным винтом 12. Крышка 4 посредством прокладки 9 и шпилек 17 плотно крепится к корпусу 1. Фланец 3 к корпусу присоединяется болтами.

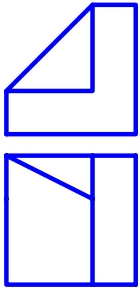
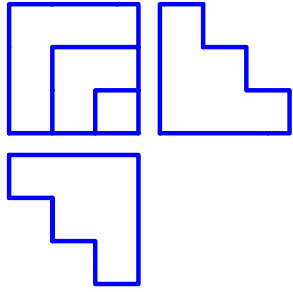
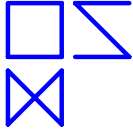
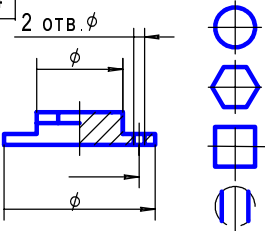
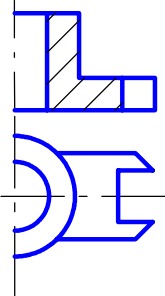
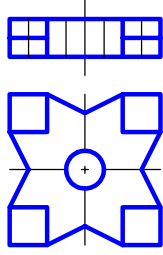
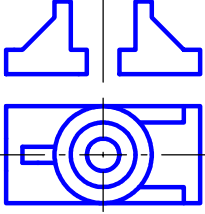
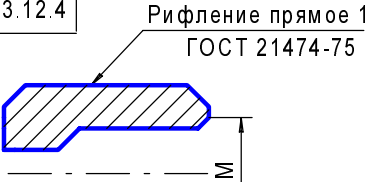
## Задания варианта 13

13.1	Вариант	Номер вопроса	Количество размеров	От-вет	
<p>Завершить изображения плоских деталей по представленным половинкам, ограниченным осью симметрии. Нанести размеры и указать в таблице их количество.</p>	 <p>13.1.1</p>	<p>1 2 3 4</p>	<p>Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов</p>		
	 <p>13.1.2</p>	<p>5 6 7 8</p>	<p>Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов</p>		
	<p>13.2</p> <p>По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху детали. Нанести необходимые размеры.</p>				
	<p>13.3</p> <p>По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху и вид слева детали. Нанести необходимые размеры.</p>				

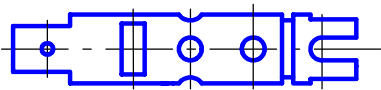
						13.4
						Ж
						И
						К
						Л
						М
						Н
Виды Вариант 13				Виды спереди сверху слева З Б К		
По наглядным изображениям деталей, используя представленный набор изображений, расположить в соответствующих местах виды спереди, сверху и слева, как это показано на примере. Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.				13.4.4		
13.4.1				13.4.2		
13.4.3				13.4.4		
13.4.5				13.4.5		

<p>13.5</p>  <p>По аксонометрическому изображению выполнить в глазомерном масштабе виды спереди и сверху втулки.</p>	<p>13.8</p> <p>По заданным прямоугольным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, построить прямоугольную изометрию детали.</p> 
<p>13.6</p>  <p>По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертеж.</p>	<p>13.9</p>  <p>По ортогональным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, изобразить трехмерную модель многогранника и его развертку.</p>
<p>13.7</p>  <p>По прямоугольным проекциям построить прямоугольную изометрию.</p>	<p>13.10</p>  <p>Выполнить чертеж плоской детали с элементами сопряжений. Нанести размеры.</p>



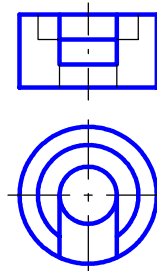
<p>13.11.1</p> 	<p>13.11.2</p> 	<p>13.11.3</p>  <p>13.11.4</p> 
<p>13.11.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.          13.11.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.          13.11.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.          13.11.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>13.12.1</p> 	<p>13.12.2</p> 	<p>13.12.3</p>  <p>13.12.4</p> 
<p>13.12.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.          13.12.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.          13.12.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.          13.12.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		

13.13



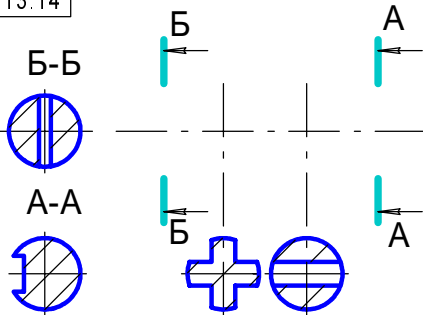
Дополнить главный вид двумя симметричными, двумя несимметричными сечениями и разрезом.

13.16



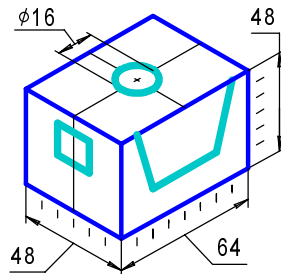
По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки. На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.

13.14



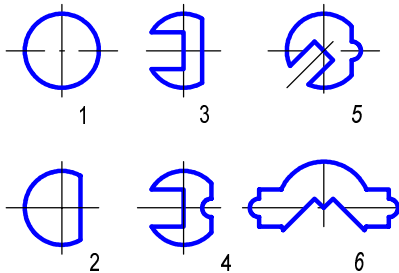
По заданным сечениям и разрезу Б-Б построить главный вид вала.

13.17



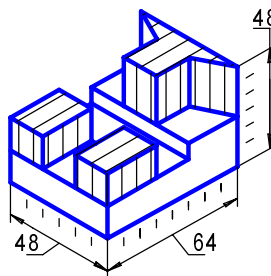
Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.

13.15


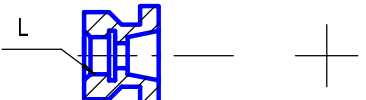
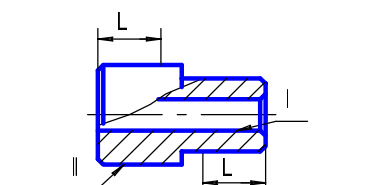
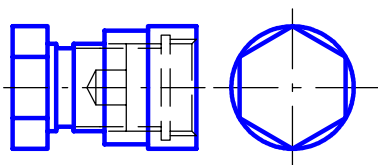
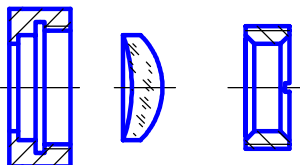
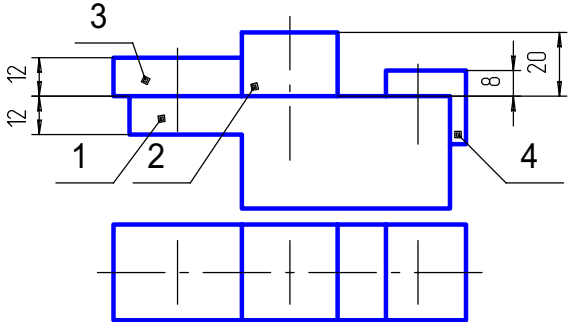


Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.

13.18



Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой выступы, выделенные штриховкой, заменяются смежными выемками тех же форм и размеров.

13.19.1	Изобразить и обозначить резьбу метрическую с крупным шагом на поверхности L. Построить вид слева.	
13.19.2	Изобразить и обозначить резьбу метрическую с мелким шагом на поверхности L. Построить вид слева.	
13.19.3	Показать условное изображение резьбы при длине нарезанной части L на поверхностях I и II.	
13.20.1	 <p data-bbox="150 817 499 900">Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.</p>	
13.20.2	 <p data-bbox="602 817 945 900">Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.</p>	
13.21	 <p data-bbox="150 1255 993 1428">Завершить сборочный чертеж, изобразив соединение основания 1 с накладкой 2 шпилькой М8 (ГОСТ 22032-76), с пластиной 3 — болтом М6 (ГОСТ 7798-70), с угольником 4 — винтом М6 (ГОСТ 1491-80). Заполнить раздел "Стандартные изделия" спецификации, указав выбранные крепежные детали.</p>	

13.23

Сборочный чертеж и спецификация.

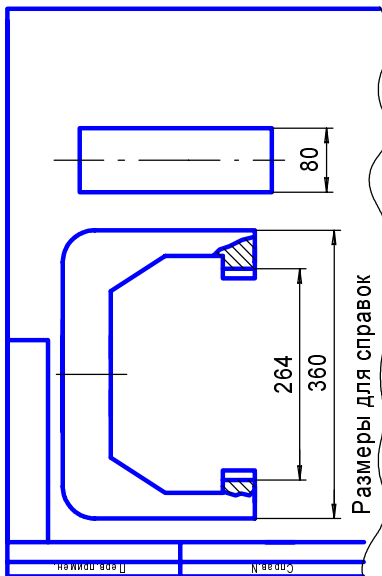
Съемник предназначен для снятия втулок с валов. Изображения составных частей съемника приведены в таблице.

Винт нажимной	Пята	Ручка
<p>Размеры для справок</p>		<p>Кольцо (М 1:2)</p>

Винт нажимной 1 вворачивается с помощью ручки 2 в коромысло 3. На винт надевается пята 4, а на концы ручки 5 надевается по одному кольцу 5, после чего концы ручки и концы винта расклепываются.

Задание

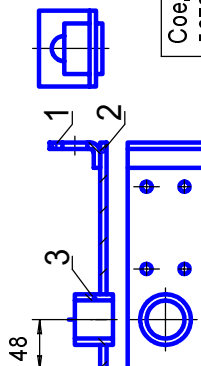
1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.
2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.
3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.



Размеры для справок

13.22

Основание

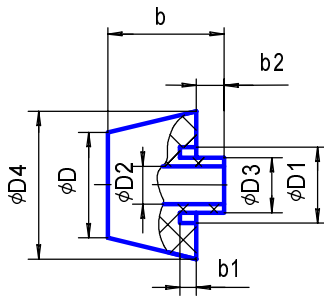
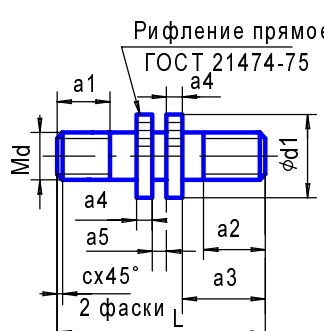
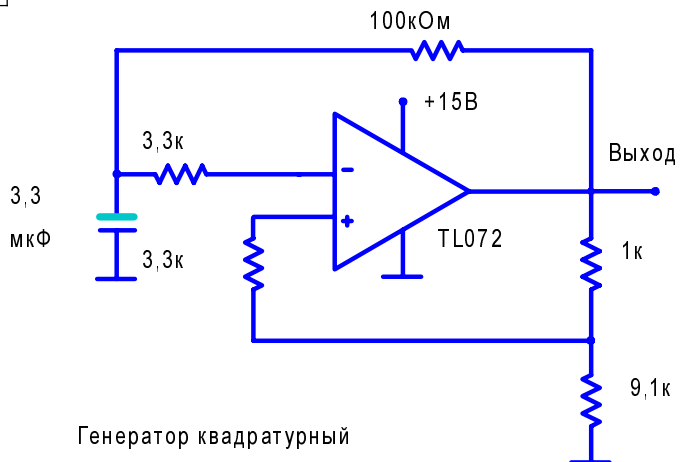


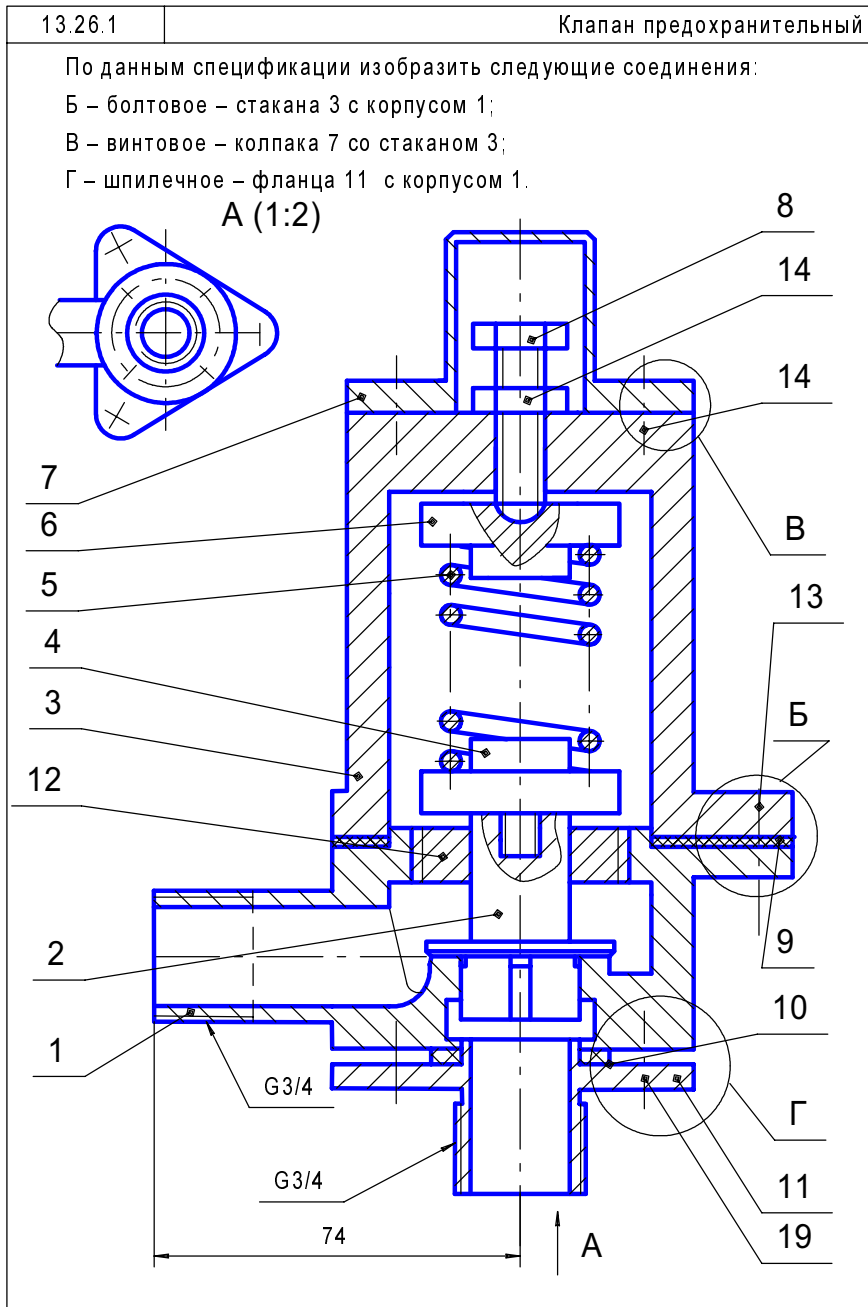
Соединяемые детали

1. Уголок
2. Планка
3. Втулка

М 1:2,5

Завершить сборочный чертеж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.

13.24	Армированное изделие — ручка специальная																																			
Пластмассовая часть		Арматура — штырь																																		
																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>D</th> <th>D1</th> <th>D2</th> <th>D3</th> <th>D4</th> <th>b</th> <th>b1</th> <th>b2</th> </tr> <tr> <td>50</td> <td>35</td> <td>18</td> <td>26</td> <td>70</td> <td>50</td> <td>7</td> <td>12</td> </tr> </table>	D	D1	D2	D3	D4	b	b1	b2	50	35	18	26	70	50	7	12	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>d</th> <th>d1</th> <th>L</th> <th>a1</th> <th>a2</th> <th>a3</th> <th>a4</th> <th>a5</th> <th>C</th> </tr> <tr> <td>18</td> <td>35</td> <td>125</td> <td>30</td> <td>35</td> <td>58</td> <td>8</td> <td>7,1</td> <td>3</td> </tr> </table>		d	d1	L	a1	a2	a3	a4	a5	C	18	35	125	30	35	58	8	7,1	3
D	D1	D2	D3	D4	b	b1	b2																													
50	35	18	26	70	50	7	12																													
d	d1	L	a1	a2	a3	a4	a5	C																												
18	35	125	30	35	58	8	7,1	3																												
Материал      Фенопласт Вл ГОСТ 5689-79		Материал      Латунь Л63 ГОСТ 15527-70																																		
По приведенным в таблицах данным, используя показанные изображения арматуры и пластмассовой части армированного изделия, выполнить чертеж этого изделия.																																				
13.25																																				
Генератор квадратурный																																				
Отредактировать схему по требованиям стандартов ЕСКД.																																				



13.26.2		Завершить спецификацию клапана предохранительного				
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ПМИГ.ХХХХХХ.013СБ	Сборочный чертеж		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.013	Корпус	1	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.013	Клапан	1	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.013	Стакан	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.013	Тарелка	1	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.013	Пружина	1	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.013	Тарелка	1	
		7	ПМИГ.ХХХХ07.013	Колпак	1	
		8	ПМИГ.ХХХХ08.013	Винт регулировочный	1	
		9	ПМИГ.ХХХХ09.013	Прокладка	1	
		10	ПМИГ.ХХХХ10.013	Кольцо	1	
		11	ПМИГ.ХХХХ11.013	Фланец	1	
		12	ПМИГ.ХХХХ12.013	Втулка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		13		Болт М10...ГОСТ 7798-70	3	
		14		Винт М6...ГОСТ 17473-72	4	
				Гайка ГОСТ 5915-70		
				Гайка ГОСТ 5915-70		
				Шайба ГОСТ 6402-70		
				Шайба ГОСТ 6402-70		
		19		Шпилька М8 ... ГОСТ 22034-76	4	

## Описание клапана предохранительного

Предохранительные клапаны предназначаются для исключения возможности повышения давления сверх установленного в обсуждаемых объектах и системах путем сброса рабочей среды.

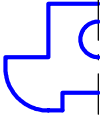
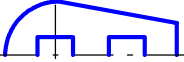
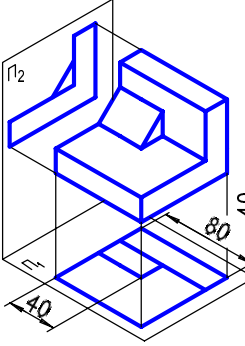
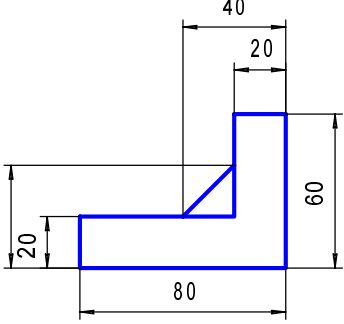
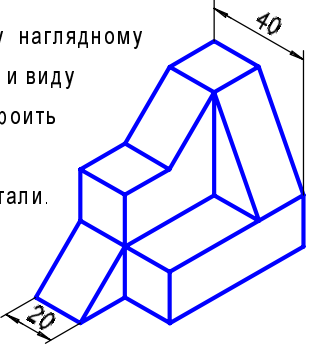
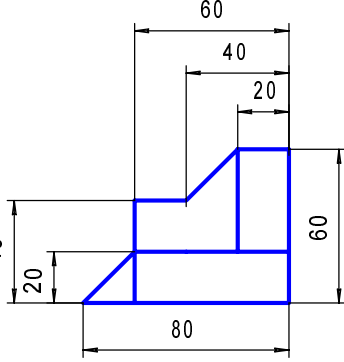
Клапан состоит из корпуса 1, к которому крепится стакан 3. Стакан закреплен в корпусе болтами 13, шайбами и гайками. К нижней части корпуса прикреплен фланец 11, соединенный с корпусом при помощи шпилек 19, шайб и гаек. Клапан 2 установлен в корпусе и торцевой частью цилиндрического буртика упирается в торцевую плоскость внутренней цилиндрической части корпуса. В торец верхнего цилиндрического конца клапана 2 установлена на резьбе тарелка 4, на которую опирается пружина 5, регулируемая винтом 8. Винт 8 опирается на тарелку 6. Колпак 7 крепится к стакану 3 винтами 14. На чертеже клапан изображен в закрытом положении.

При повышении давления в системе жидкость, находящаяся в полости отверстия фланца 11 под клапаном 2, давит на него и клапан, сжимая пружину 5, открывает отверстие. Избыточная жидкость через отверстия в резьбовом патрубке корпуса сливается по трубопроводам (на чертеже не изображены) в бак.

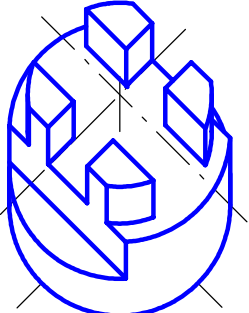
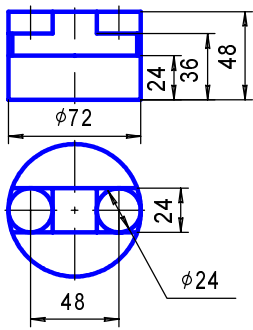
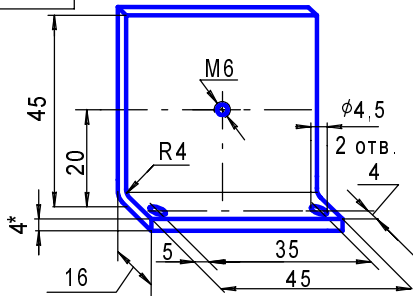
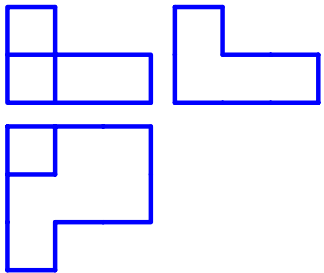
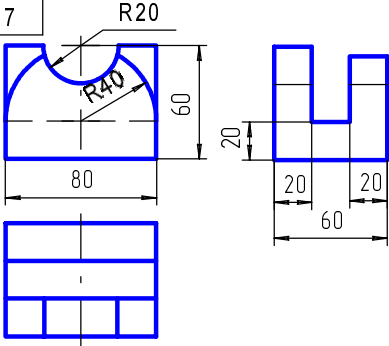
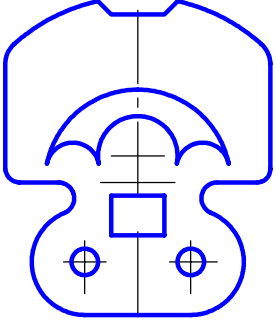
Герметичность соединения корпуса 1 и фланца 11 осуществлена резиновым кольцом 10. Для избежания утечки жидкости между корпусом 1 и стаканом 3 установлена прокладка 9.

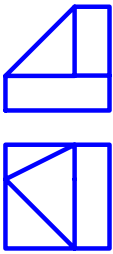
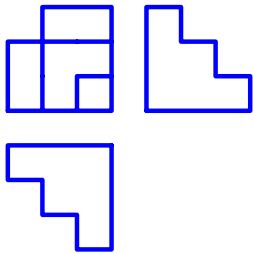
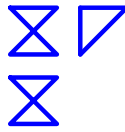
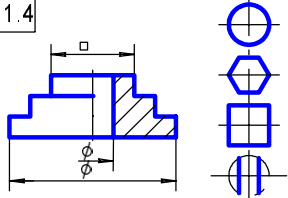
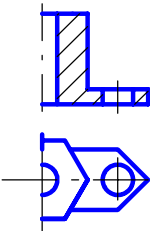
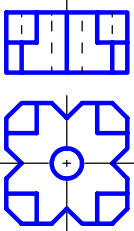
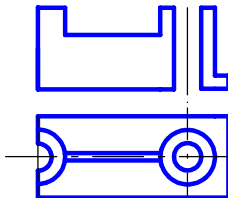
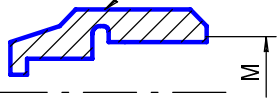


## Задания варианта 14

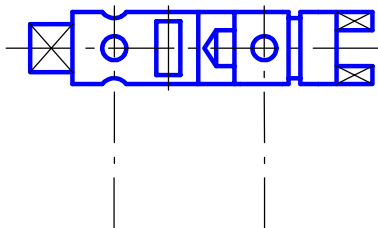
14.1	Завершить изображение плоских деталей по представленным половинкам, ограниченным осью симметрии. Нанести размеры и указать в таблице их количество.	Вариант	Номер вопроса	Количество размеров	Ответ
		 <p>14.1.1</p>	1 2 3 4	Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов	
		 <p>14.1.2</p>	5 6 7 8	Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов	
14.2	По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху детали. Нанести необходимые размеры.				
14.3	По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху и вид слева детали. Нанести необходимые размеры.				

14.4											
1		2		3		4		5		6	
Е		Д		Г		В		Б		А	
14.4.1		14.4.2		14.4.3		14.4.4		14.4.5		14.4.6	
Ж		И		К		Л		М		Н	
Виды						Виды					
спереди		спереди		спереди		спереди		спереди		спереди	
6		6		6		6		6		6	
слева		слева		слева		слева		слева		слева	
Н		Н		Н		Н		Н		Н	
Вариант 14						Вариант 14					
По наглядным изображениям деталей, используя представленный набор						По наглядным изображениям деталей, используя представленный набор					
изображений, расположить в соответствующих местах виды спереди, сверху						изображений, расположить в соответствующих местах виды спереди, сверху					
и слева, как это показано на примере.						и слева, как это показано на примере.					
Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.						Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.					
14.4.1		14.4.2		14.4.3		14.4.4		14.4.5		14.4.6	

<p>14.5</p>  <p>По аксонометрическому изображению выполнить в глазомерном масштабе виды спереди и сверху втулки.</p>	<p>14.8</p> <p>По заданным прямоугольным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, построить прямоугольную изометрию детали.</p> 
<p>14.6</p>  <p>По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертеж.</p>	<p>14.9</p>  <p>По ортогональным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, изобразить трехмерную модель многогранника и его развертку.</p>
<p>14.7</p>  <p>По прямоугольным проекциям построить прямоугольную изометрию.</p>	<p>14.10</p>  <p>Выполнить чертеж плоской детали с элементами сопряжений. Нанести размеры.</p>

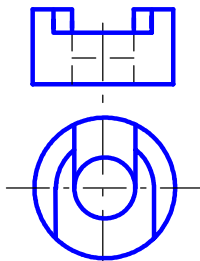
<p>14.11.1</p> 	<p>14.11.2</p> 	<p>14.11.3</p>  <hr/> <p>14.11.4</p> 
<p>14.11.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.          14.11.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.          14.11.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.          14.11.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>14.12.1</p> 	<p>14.12.2</p> 	<p>14.12.3</p>  <hr/> <p>14.12.4</p> <p>Рифление прямое 1 ГОСТ 21474-75</p> 
<p>14.12.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.          14.12.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.          14.12.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.          14.12.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления</p>		

14.13



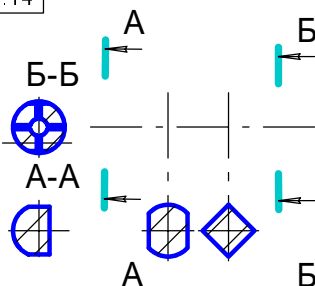
Дополнить главный вид двумя симметричными, двумя несимметричными сечениями и разрезом.

14.16



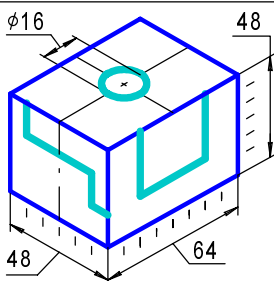
По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки. На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.

14.14



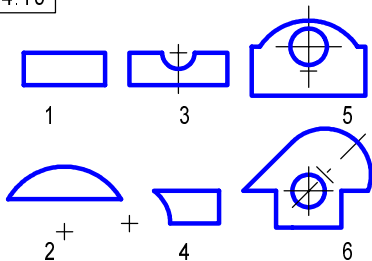
По заданным сечениям и разрезу Б-Б построить главный вид вала.

14.17



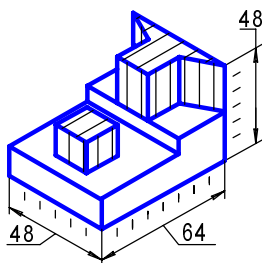
Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.

14.15

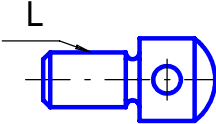
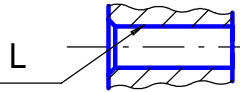
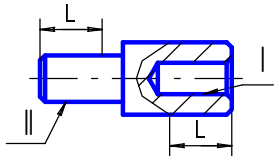
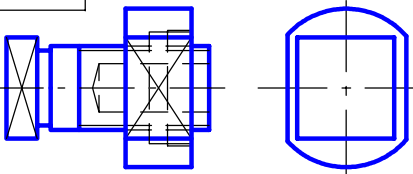
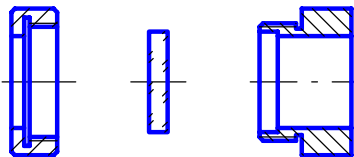
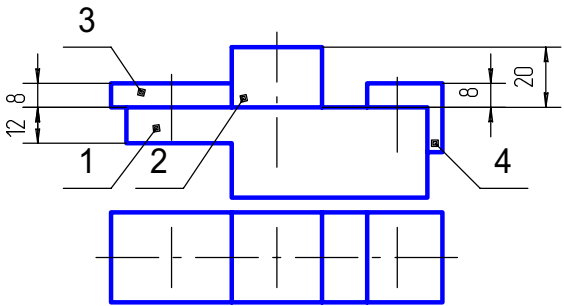


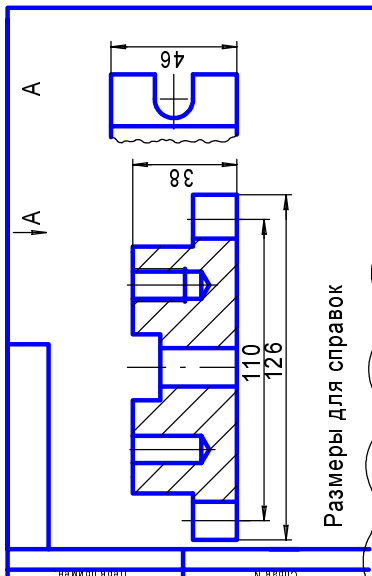
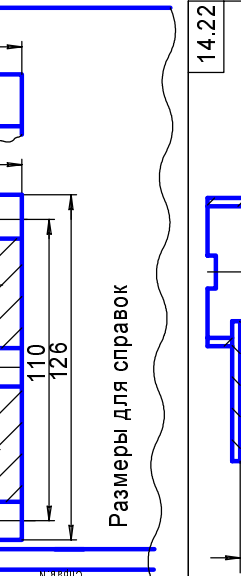
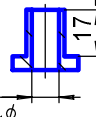
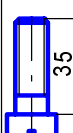
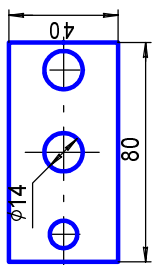
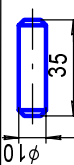
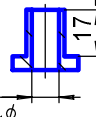
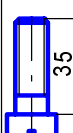
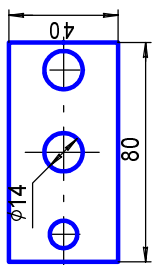
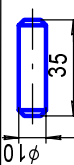
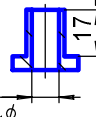
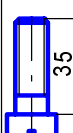
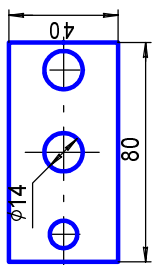
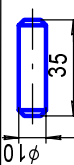
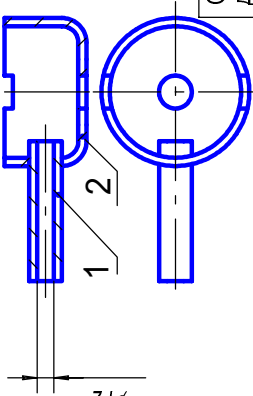
Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.

14.18



Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой выступы, выделенные штриховкой, заменяются смежными выемками тех же форм и размеров.

<p>14.19.1 Изобразить и обозначить резьбу метрическую с крупным шагом на поверхности L. Построить вид слева.</p>	
<p>14.19.2 Изобразить и обозначить резьбу метрическую с мелким шагом на поверхности L. Построить вид слева.</p>	
<p>14.19.3 Показать условное изображение резьбы при длине нарезанной части L на поверхностях I и II.</p>	
<p>14.20.1</p>  <p>Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.</p>	<p>14.20.2</p>  <p>Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.</p>
<p>14.21</p>  <p>Завершить сборочный чертеж, изобразив соединение основания 1 с накладкой 2 шпилькой М10 (ГОСТ 22032-76), с пластиной 3 — болтом М6 (ГОСТ 7798-70), с угольником 4 — винтом М12 (ГОСТ 1491-80). Заполнить раздел "Стандартные изделия" спецификации, указав выбранные крепежные детали.</p>	

 <p>Размеры для справок</p>	14.23									
<p>Сборочный чертёж и спецификация.</p> <p>Кондуктор предназначен для обеспечения правильной пространственной ориентации режущего инструмента относительно обрабатываемого изделия. Изображения составных частей кондуктора приведены в таблице.</p>	14.23									
 <p>Размеры для справок</p>	<table border="1"> <tr> <td>Втулка</td> <td>Винт М12×35 ГОСТ 1491-80</td> <td>Планка</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Штифт 2.10×35 ГОСТ 3128-70</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Втулка	Винт М12×35 ГОСТ 1491-80	Планка				Штифт 2.10×35 ГОСТ 3128-70		
Втулка	Винт М12×35 ГОСТ 1491-80	Планка								
										
Штифт 2.10×35 ГОСТ 3128-70										
<p>14.22</p>  <p>Соединяемые детали</p> <p>1. Трубка 2. Кожух</p> <p>М 1:2,5</p>	<p>Планка 1 накладывается на основание 2. В центральное отверстие планки вставляется сверху втулка 3. Для крепления планки 1 служат винт 5 и штифт 6.</p> <p>Задание</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.</li> <li>2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.</li> <li>3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнить графу.</li> </ol>									
<p>Завершить сборочный чертёж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.</p>										

14.24	Армированное изделие — ручка специальная																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">Пластмассовая часть</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">Арматура — штырь</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> <p>Рифление сетчатое. ГОСТ 21474-75</p> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>D</td><td>D1</td><td>d1</td><td>H</td><td>h</td><td>h1</td><td>r</td><td>r1</td><td>r2</td><td>к</td><td>к1</td><td>с</td><td>α</td> </tr> <tr> <td>12</td><td>14</td><td>8</td><td>16</td><td>11</td><td>0,6</td><td>12</td><td>0,8</td><td>0,5</td><td>1</td><td>3</td><td>0,5</td><td>45</td> </tr> </table> </td> <td style="text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>d</td><td>d1</td><td>d2</td><td>с</td><td>l</td><td>l1</td><td>l2</td><td>l3</td> </tr> <tr> <td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>0,5</td><td>13</td><td>3</td><td>5</td><td>3</td> </tr> </table> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> <p>Материал      Пресс-материал АГ-4В ГОСТ 20437-75</p> </td> <td style="text-align: center;"> <p>Материал Латунь Л63 ГОСТ 15527-70</p> </td> </tr> </table>		Пластмассовая часть	Арматура — штырь		<p>Рифление сетчатое. ГОСТ 21474-75</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>D</td><td>D1</td><td>d1</td><td>H</td><td>h</td><td>h1</td><td>r</td><td>r1</td><td>r2</td><td>к</td><td>к1</td><td>с</td><td>α</td> </tr> <tr> <td>12</td><td>14</td><td>8</td><td>16</td><td>11</td><td>0,6</td><td>12</td><td>0,8</td><td>0,5</td><td>1</td><td>3</td><td>0,5</td><td>45</td> </tr> </table>	D	D1	d1	H	h	h1	r	r1	r2	к	к1	с	α	12	14	8	16	11	0,6	12	0,8	0,5	1	3	0,5	45	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>d</td><td>d1</td><td>d2</td><td>с</td><td>l</td><td>l1</td><td>l2</td><td>l3</td> </tr> <tr> <td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>0,5</td><td>13</td><td>3</td><td>5</td><td>3</td> </tr> </table>	d	d1	d2	с	l	l1	l2	l3	4	5	3	0,5	13	3	5	3	<p>Материал      Пресс-материал АГ-4В ГОСТ 20437-75</p>	<p>Материал Латунь Л63 ГОСТ 15527-70</p>
Пластмассовая часть	Арматура — штырь																																																		
	<p>Рифление сетчатое. ГОСТ 21474-75</p>																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>D</td><td>D1</td><td>d1</td><td>H</td><td>h</td><td>h1</td><td>r</td><td>r1</td><td>r2</td><td>к</td><td>к1</td><td>с</td><td>α</td> </tr> <tr> <td>12</td><td>14</td><td>8</td><td>16</td><td>11</td><td>0,6</td><td>12</td><td>0,8</td><td>0,5</td><td>1</td><td>3</td><td>0,5</td><td>45</td> </tr> </table>	D	D1	d1	H	h	h1	r	r1	r2	к	к1	с	α	12	14	8	16	11	0,6	12	0,8	0,5	1	3	0,5	45	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>d</td><td>d1</td><td>d2</td><td>с</td><td>l</td><td>l1</td><td>l2</td><td>l3</td> </tr> <tr> <td>4</td><td>5</td><td>3</td><td>0,5</td><td>13</td><td>3</td><td>5</td><td>3</td> </tr> </table>	d	d1	d2	с	l	l1	l2	l3	4	5	3	0,5	13	3	5	3								
D	D1	d1	H	h	h1	r	r1	r2	к	к1	с	α																																							
12	14	8	16	11	0,6	12	0,8	0,5	1	3	0,5	45																																							
d	d1	d2	с	l	l1	l2	l3																																												
4	5	3	0,5	13	3	5	3																																												
<p>Материал      Пресс-материал АГ-4В ГОСТ 20437-75</p>	<p>Материал Латунь Л63 ГОСТ 15527-70</p>																																																		
<p>По приведенным в таблицах данным, используя показанные изображения арматуры и пластмассовой части армированного изделия, выполнить чертеж этого изделия.</p>																																																			
14.25	<p style="text-align: right;">Мультивибратор</p>																																																		
<p>Отредактировать схему по требованиям стандартов ЕСКД.</p>																																																			





14.26.2			Завершить спецификацию цилиндра воздушного			
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ПМИГ.ХХХХХХ.014СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.014	Корпус	1	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.014	Крышка	1	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.014	Крышка	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.014	Крышка	1	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.014	Поршень	1	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.014	Шток	1	
		7	ПМИГ.ХХХХ07.014	Манжета	2	
		8	ПМИГ.ХХХХ08.014	Диск	2	
		9	ПМИГ.ХХХХ09.014	Уплотнение	1	
		10	ПМИГ.ХХХХ10.014	Уплотнение	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		11		Болт М6 ... ГОСТ 7798-70	4	
		12		Винт М8 ...ГОСТ 17473-72	4	
				Гайка М ... ГОСТ 5915-70		
				Гайка М ... ГОСТ 5915-70		
		15		Гайка М ... ГОСТ 5918-73		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 11371-78		
				Шайба ... ГОСТ 11371-78		
		19		Шпилька М8 ... ГОСТ 22034-76	4	
		20		Шплинт 3x28 ГОСТ 397-79	1	
		21		Кольцо нажимное МН 5655-65	1	



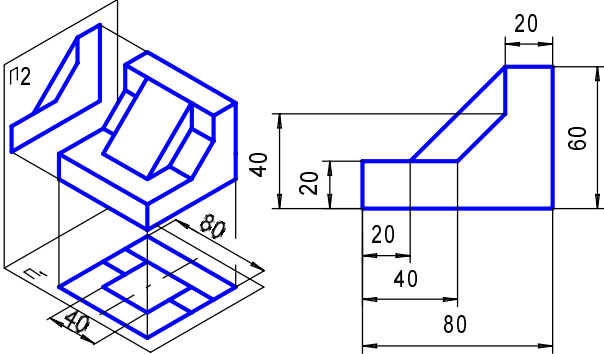
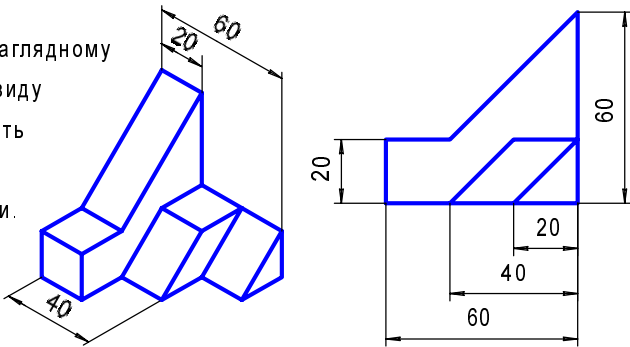
## Описание цилиндра воздушного

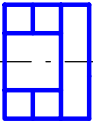
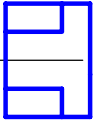
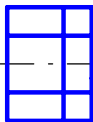
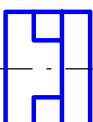
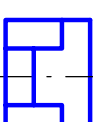
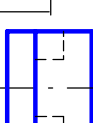
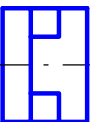
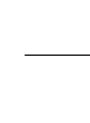



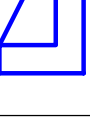
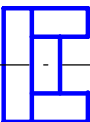
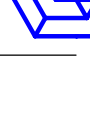


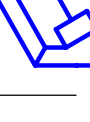
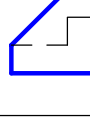
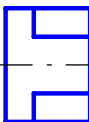

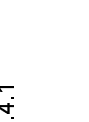
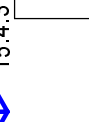

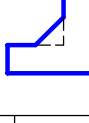
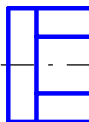
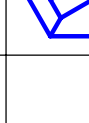

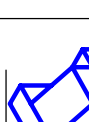
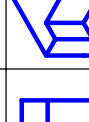

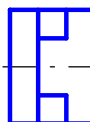
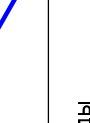
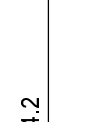
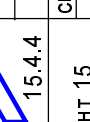

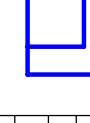
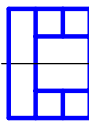
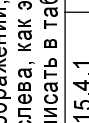

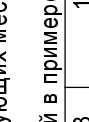

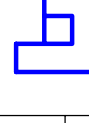
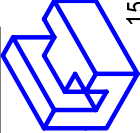
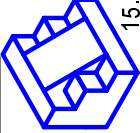
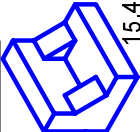
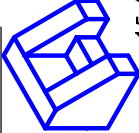

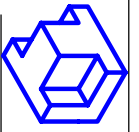
Под действием сжатого воздуха происходит движение поршня 5 внутри корпуса 1. Поршень тянет за собой шток 6. Подавая воздух поочередно в оба отверстия корпуса 1, можно двигать поршень 5 вверх или вниз и тем самым придавать нужное движение присоединенному к штоку 6 механизму.

Уплотнение поршня внутри корпуса достигается двумя манжетами 7 из специальной маслостойчивой резины. Прижатие манжет к корпусу и поршню производится дисками 8 с помощью болтов 11, гаек, шайб. Поршень закрепляется на штоке 6 гайкой 15, которая стопорится на штоке шайбой и шплинтом. Нажимное кольцо 21, закрываемое крышкой 2, обеспечивает дополнительное уплотнение штоку 6.

Крышки 2 и 3 крепятся шпильками 19, гайками и шайбами. К корпусу 1 прикрепляется винтами 12 крышка 3. Уплотнения 9 и 10 обеспечивают герметичность соединений.

## Задания варианта 15

15.1	Вариант	Номер вопроса	Количество размеров	Ответ	
<p>Завершить изображения плоских деталей по представленным половинкам, ограниченным осью симметрии. Нанести размеры и указать в таблице их количество.</p>	 <p>15.1.1</p>	1	Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов		
	 <p>15.1.2</p>	5			Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов
	2				
	3				
	4				
	6				
	7				
	8				
15.2					
15.3					

						15.4	
Ж							3
Е							И
Г							К
В							Л
Б							М
А							Н
							
							
		Виды		Виды			
		1		В		К	
		спереди		спереху		слева	
		Вариант 15		Вариант 15			
<p>По наглядным изображениям деталей, используя представленный набор изображений, расположить в соответствующих местах виды спереди, сверху и слева, как это показано на примере.          Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.</p>							
15.4.1		15.4.2		15.4.3		15.4.4	
15.4.5		15.4.5		15.4.5		15.4.5	

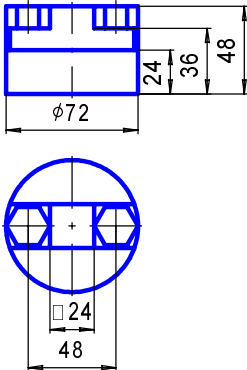
15.5



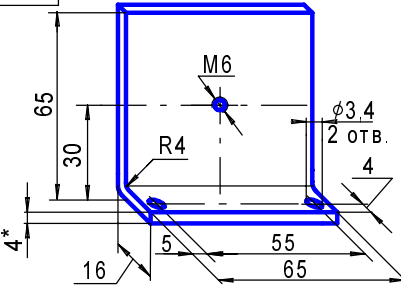
По аксонометрическому изображению выполнить в глазомерном масштабе виды спереди и сверху втулки.

15.8

По заданным прямоугольным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, построить прямоугольную изометрию детали.



15.6



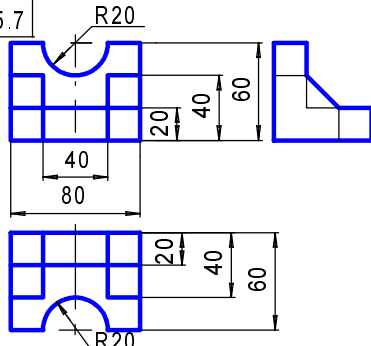
По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертеж.

15.9



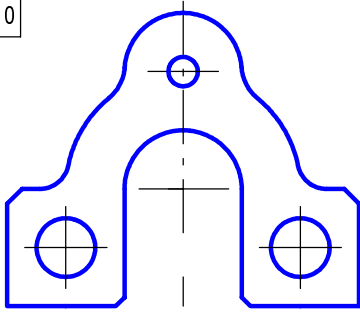
По ортогональным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, изобразить трехмерную модель многогранника и его развертку.

15.7

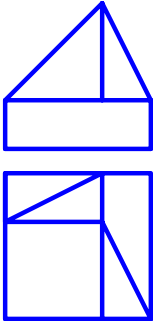
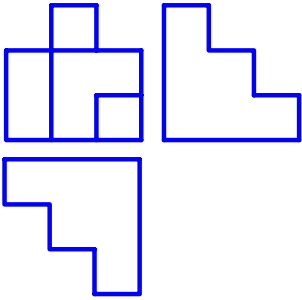
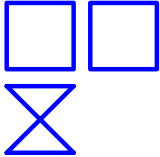
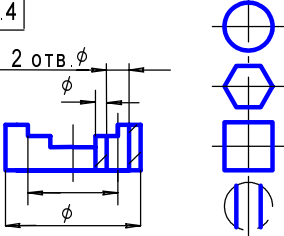
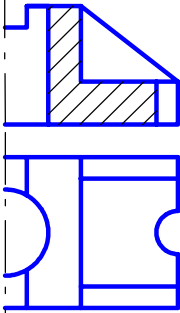
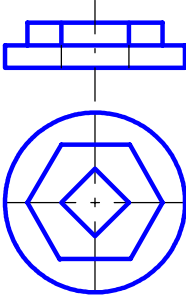
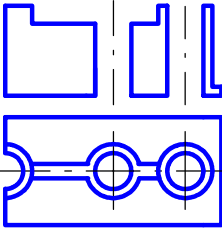
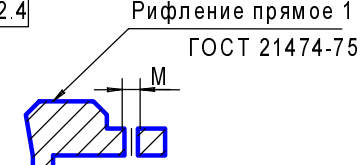


По прямоугольным проекциям построить прямоугольную изометрию.

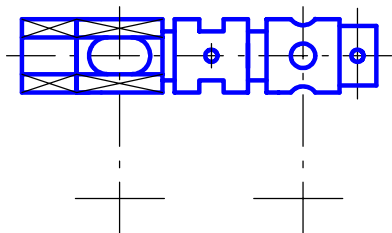
15.10



Выполнить чертеж плоской детали с элементами сопряжений. Нанести размеры.

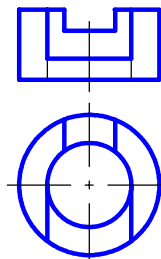
<p>15.11.1</p> 	<p>15.11.2</p> 	<p>15.11.3</p>  <p>15.11.4</p> 
<p>15.11.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.          15.11.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.          15.11.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.          15.11.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>15.12.1</p> 	<p>15.12.2</p> 	<p>15.12.3</p>  <p>15.12.4</p> 
<p>15.12.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.          15.12.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.          15.12.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.          15.12.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		

15.13



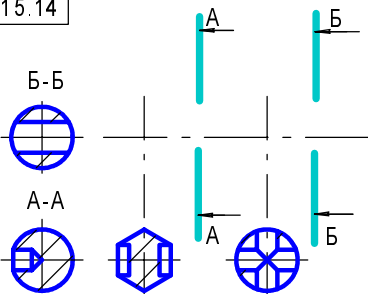
Дополнить главный вид двумя симметричными, двумя несимметричными сечениями и разрезом.

15.16



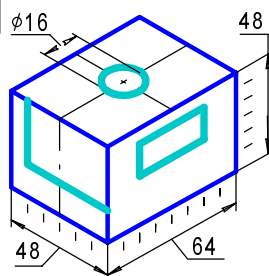
По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки. На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.

15.14



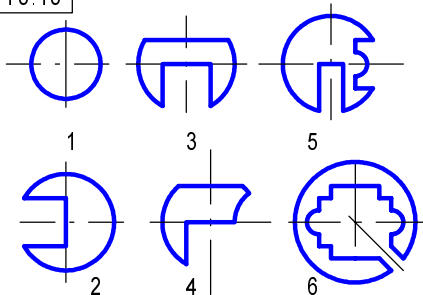
По заданным сечениям и разрезу Б-Б построить главный вид вала.

15.17



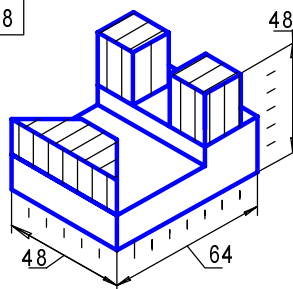
Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.

15.15



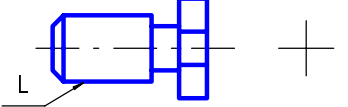
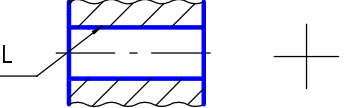
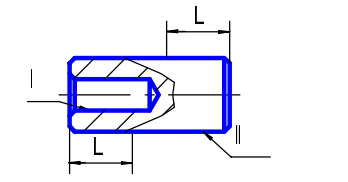
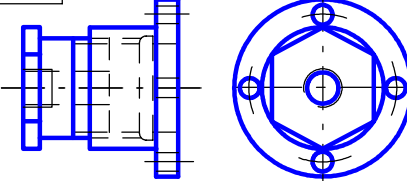
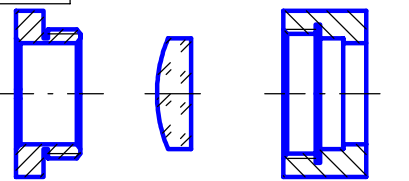
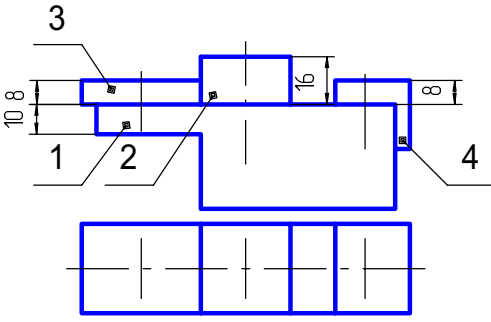
Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.

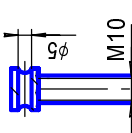
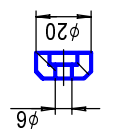
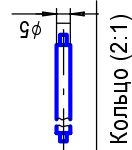

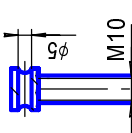
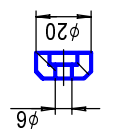
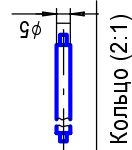

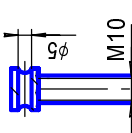
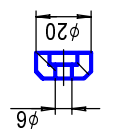
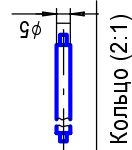

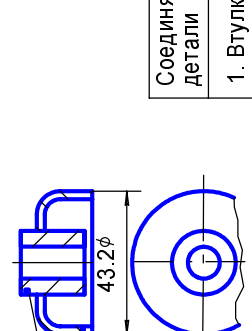
15.18



Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой выступы, выделенные штриховкой, заменяются смежными выемками тех же форм и размеров.

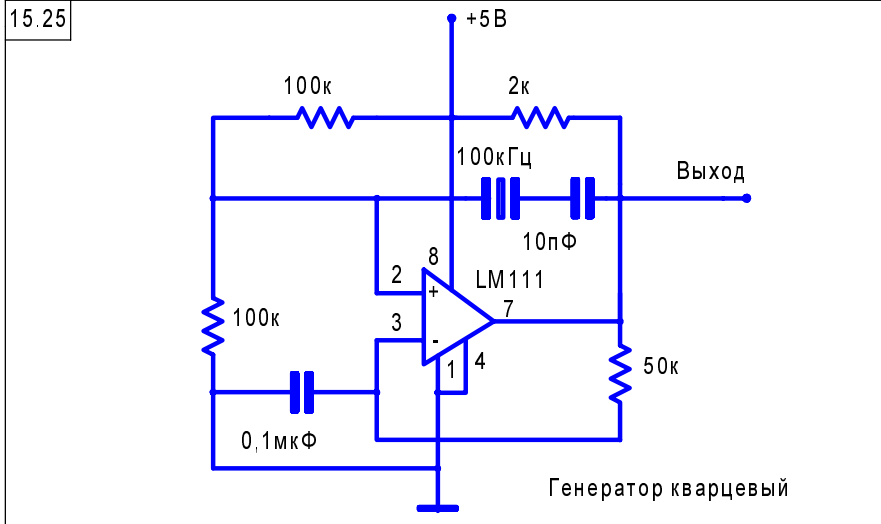


15.19.1	Изобразить и обозначить резьбу метрическую с крупным шагом на поверхности L. Построить вид слева.	
15.19.2	Изобразить и обозначить резьбу метрическую с мелким шагом на поверхности L. Построить вид слева.	
15.19.3	Показать условное изображение резьбы при длине нарезанной части L на поверхностях I и II.	
15.20.1	 <p data-bbox="150 817 559 900">Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.</p>	15.20.2  <p data-bbox="595 817 1005 900">Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.</p>
15.21	 <p data-bbox="150 1247 1005 1428">Завершить сборочный чертеж, изобразив соединение основания 1 с накладкой 2 шпилькой М12 (ГОСТ 22032-76), с пластиной 3 — болтом М6 (ГОСТ 7798-70), с угольником 4 — винтом М12 (ГОСТ 1491-80). Заполнить раздел "Стандартные изделия" спецификации, указав выбранные крепежные детали.</p>	

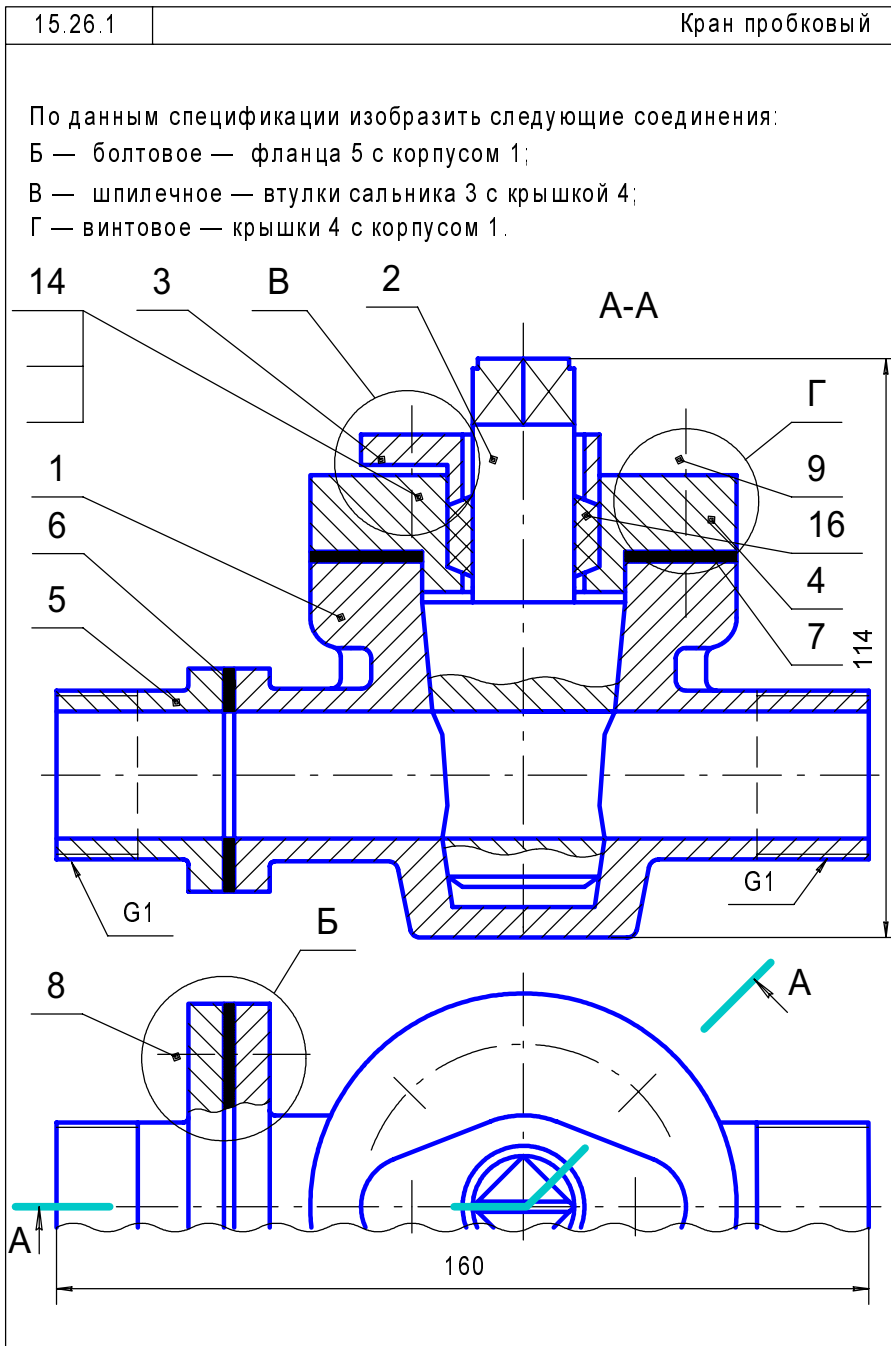
<p>15.23</p>	<p>Вариант 15</p>												
<p>Сборочный чертеж и спецификация. Струбина предназначена для сжатия изделий, размещаемых между пятой и основанием скобы. Изображение деталей, входящих в струбину, приведены в таблице.</p>													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Винт нажимной</th> <th>Пята</th> <th>Рукоятка</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3">Кольцо (2:1)</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> </tr> </tbody> </table> <p>Размеры для справок</p>	Винт нажимной	Пята	Рукоятка				Кольцо (2:1)						<p>Размеры для справок</p>
Винт нажимной	Пята	Рукоятка											
													
Кольцо (2:1)													
													
<p>Винт нажимной 1 вворачивается с помощью рукоятки 2 в скобу 3. На винт 1 надевается пята 4, а на концы рукоятки надевается по одному кольцу 5, после чего концы рукоятки расклепываются, а конец винта развальцовывается.</p>													
<p>Задание</p>													
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.</li> <li>2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.</li> <li>3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.</li> </ol>													
<p>15.22</p>	<p>Крышка</p>												
 <p>Размеры для справок</p>													
<p>Соединяемые детали</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Втулка</li> <li>2. Кожух</li> </ol>													
<p>Завершить сборочный чертеж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.</p>													

15.24	Армированное изделие — ручка специальная																											
Пластмассовая часть		Арматура — контакт																										
		<p style="text-align: center;">Рифление сетчатое ...</p> <p style="text-align: center;">ГОСТ 21474-75</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>d</th> <th>d1</th> <th>d2</th> <th>c</th> <th>l</th> <th>l1</th> <th>l2</th> <th>l3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>5</td> <td>3</td> <td>0,5</td> <td>13</td> <td>3</td> <td>5</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Материал Латунь Л63 ГОСТ 15527-70</p>	d	d1	d2	c	l	l1	l2	l3	4	5	3	0,5	13	3	5	3										
d	d1	d2	c	l	l1	l2	l3																					
4	5	3	0,5	13	3	5	3																					
<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>D</th> <th>D1</th> <th>d1</th> <th>H</th> <th>h</th> <th>h1</th> <th>r</th> <th>r1</th> <th>r2</th> <th>k</th> <th>k1</th> <th>c</th> <th>α</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>16</td> <td>18</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>13</td> <td>0,8</td> <td>16</td> <td>0,8</td> <td>0,5</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>0,5</td> <td>45</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Пресс-материал АГ-4В Материал ГОСТ 20437-75</p>		D	D1	d1	H	h	h1	r	r1	r2	k	k1	c	α	16	18	10	20	13	0,8	16	0,8	0,5	1	3	0,5	45	
D	D1	d1	H	h	h1	r	r1	r2	k	k1	c	α																
16	18	10	20	13	0,8	16	0,8	0,5	1	3	0,5	45																

По приведенным в таблицах данным, используя показанные изображения арматуры и пластмассовой части армированного изделия, выполнить чертеж этого изделия.



Отредактировать схему по требованиям стандартов ЕСКД.



15.26.2		Завершить спецификацию крана пробкового				
Форм	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ПМИГ.ХХХХ00.015СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.015	Корпус	1	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.015	Пробка	1	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.015	Втулка сальника	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.015	Крышка	1	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.015	Фланец	1	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.015	Прокладка	1	
		7	ПМИГ.ХХХХ07.015	Прокладка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		8		Болт М10 ... ГОСТ 7798-70	2	
		9		Винт М10 ... ГОСТ 1491-72	4	
				Гайка М...ГОСТ 5915-70		
				Гайка М...ГОСТ 5915-70		
				Шайба...ГОСТ 6402-70		
				Шайба...ГОСТ 6402-70		
		14		Шпилька М8 ... ГОСТ 22032-76	4	
				<u>Материалы</u>		
		16		Пенька ГОСТ 5152-66	0,02	кг

## Описание крана пробкового



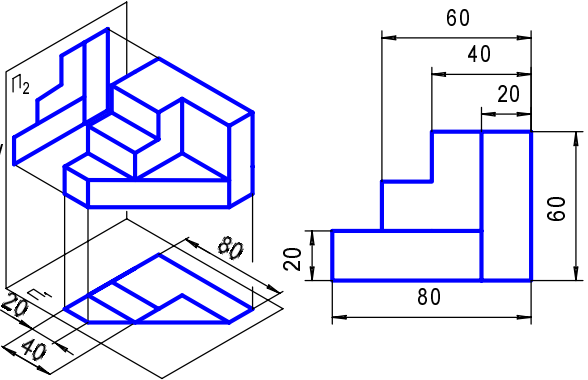
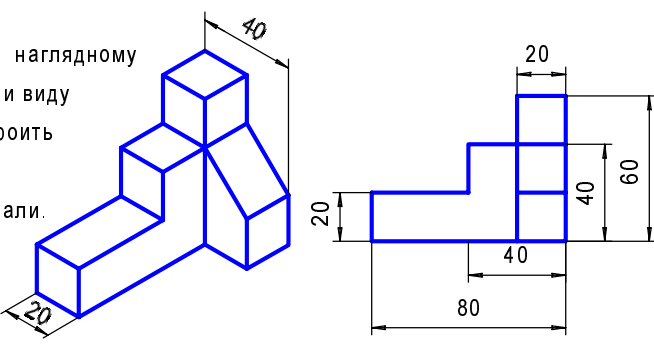
Пробковый кран является одним из видов арматуры трубопроводов и предназначается для подачи жидкости по трубопроводу или для изменения ее количества.

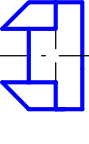
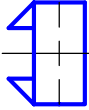
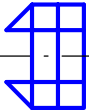
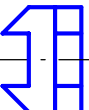
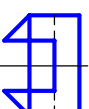
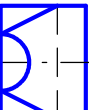
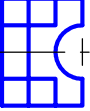




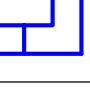
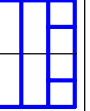
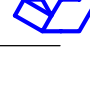




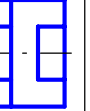
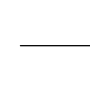



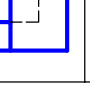
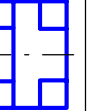
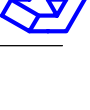



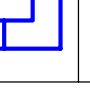
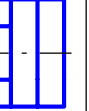
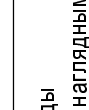
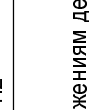
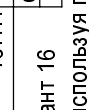
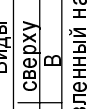
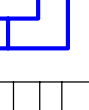
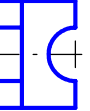
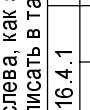
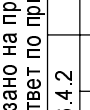
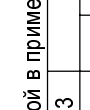
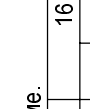
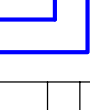
Кран состоит из корпуса 1, в котором установлена коническая пробка 2, верхним основанием конуса упирающаяся в крышку. Крышка 4 закреплена на корпусе винтами 9. На крышке 4 установлена втулка сальника 3, которая уплотняет пробку 2 сальниковой набивкой 16. Втулка сальника 3 закреплена на крышке с помощью шпилек 14, шайб и гаек. Для поворачивания пробки в нужное положение на свободном конце ее выполнен квадрат, на который надевается рукоятка (на чертеже она не изображена). Фланец 5 крепится к корпусу с помощью болтов 8, шайб и гаек. На чертеже кран изображен в открытом положении.

При повороте пробки 2 изменяется поперечное сечение или полностью закрывается отверстие в корпусе, по которому проходит жидкость, соответственно изменяется количество жидкости, проходящей через кран, или подача ее полностью прекращается. К корпусу подсоединяются два трубопровода (на чертеже они не показаны), по которым проходит жидкость.

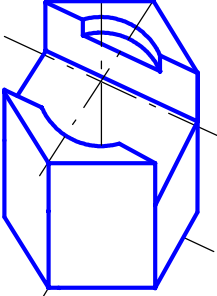
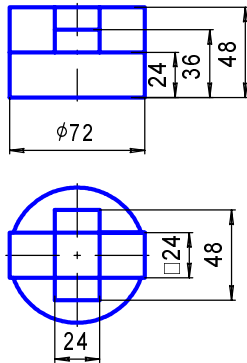
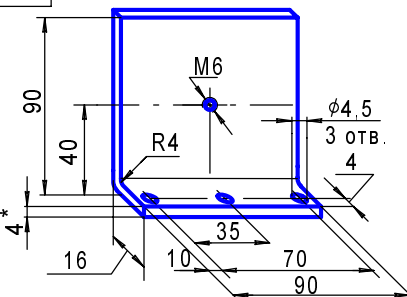
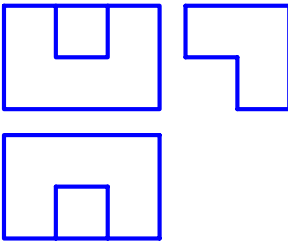
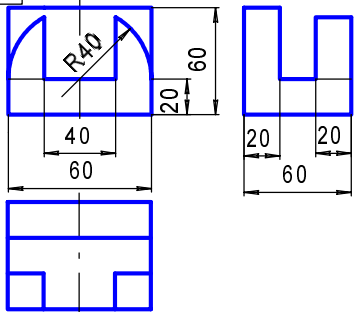
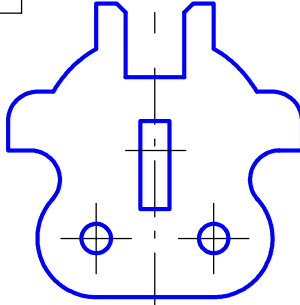
Полное прилегание сопрягаемых поверхностей пробки 2 и корпуса 1 достигается конической формой этих деталей. Уплотнение пробки 2 осуществляется при помощи сальниковой набивки 16. Герметизация корпуса 1 и крышки 4 обеспечена прокладкой 7, а фланца 5 и корпуса 1 — прокладкой 6.

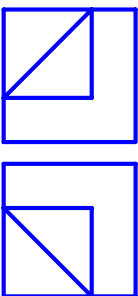
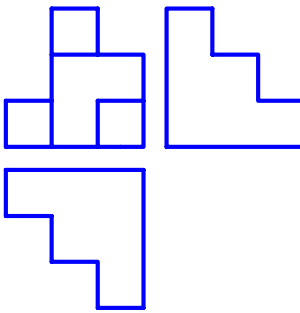
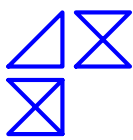
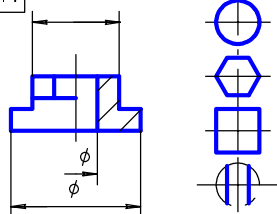
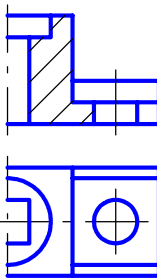
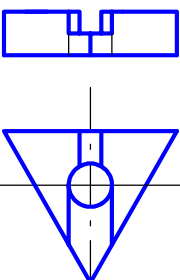
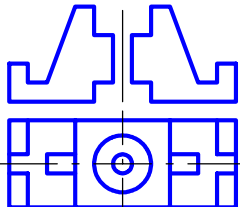
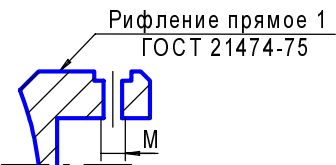
## Задания варианта 16

16.1	Вариант	Номер вопроса	Количество размеров	Ответ
Завершить изображения плоских деталей по представленным половинкам, ограниченным осью симметрии. Нанести размеры и указать в таблице их количество.	 16.1.1	1 2 3 4	Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов	
	 16.1.2	5 6 7 8	Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов	
16.2  По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху детали. Нанести необходимые размеры.				
16.3  По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху и вид слева детали. Нанести необходимые размеры.				

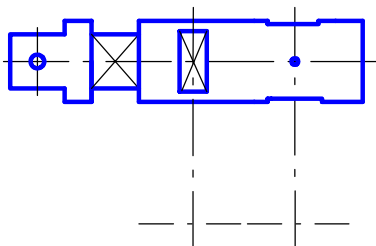
						16.4									
1	2	3	4	5	6										
						3									
Ж															
						И									
Е															
						К									
Г															
						Л									
В															
						М									
Б															
						Н									
А															
<p>Виды</p> <p>По наглядным изображениям деталей, используя представленный набор изображений, расположить в соответствующих местах виды спереди, сверху и слева, как это показано на примере.</p> <p>Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.</p>															
<p>Виды</p> <table border="1"> <tr> <td>спереди</td> <td>сверху</td> <td>слева</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>В</td> <td>К</td> </tr> </table>						спереди	сверху	слева	1	В	К				
спереди	сверху	слева													
1	В	К													
<p>Вариант 16</p>															
<p>16.4.4</p>															
<p>16.4.1</p>															
<p>16.4.2</p>															
<p>16.4.3</p>															
<p>16.4.4</p>															
<p>16.4.5</p>															



<p>16.5</p>  <p>По аксонометрическому изображению выполнить в глазомерном масштабе виды спереди и сверху втулки.</p>	<p>16.8</p> <p>По заданным прямоугольным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, построить прямоугольную изометрию детали.</p> 
<p>16.6</p>  <p>По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекторный чертеж.</p>	<p>16.9</p>  <p>По ортогональным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, изобразить трехмерную модель многогранника и его развертку.</p>
<p>16.7</p>  <p>По прямоугольным проекциям построить прямоугольную изометрию.</p>	<p>16.10</p>  <p>Выполнить чертеж плоской детали с элементами сопряжений. Нанести размеры.</p>

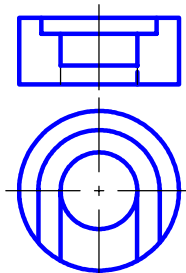
<p>16.11.1</p> 	<p>16.11.2</p> 	<p>16.11.3</p>  <p>16.11.4</p> 
<p>16.11.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.          16.11.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.          16.11.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.          16.11.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>16.12.1</p> 	<p>16.12.2</p> 	<p>16.12.3</p>  <p>16.12.4</p> 
<p>16.12.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.          16.12.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.          16.12.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.          16.12.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		

16.13



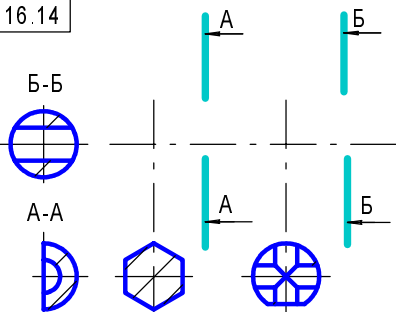
Дополнить главный вид двумя симметричными, двумя несимметричными сечениями и разрезом.

16.16



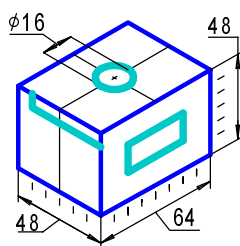
По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки. На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.

16.14



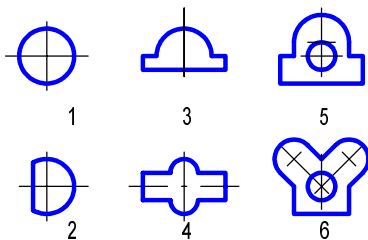
По заданным сечениям и разрезу Б-Б построить главный вид вала.

16.17



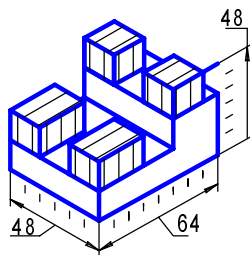
Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.

16.15

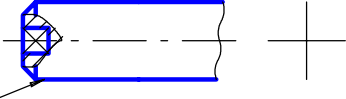
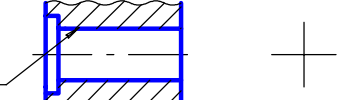
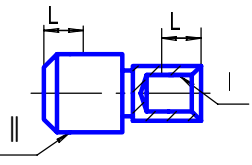
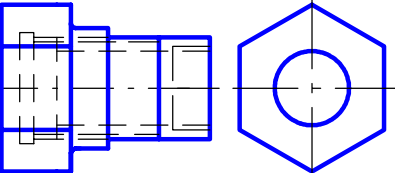
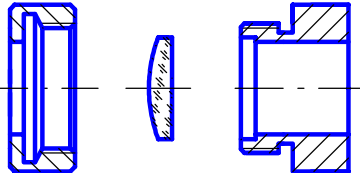
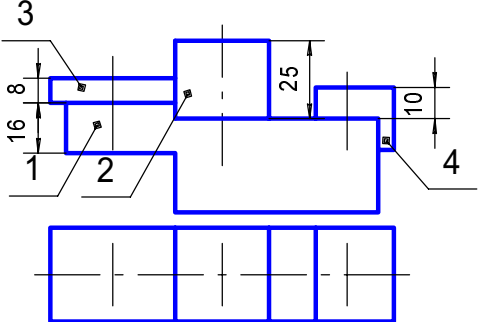


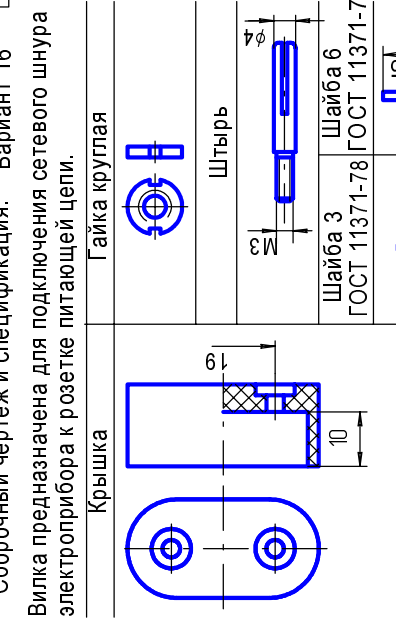
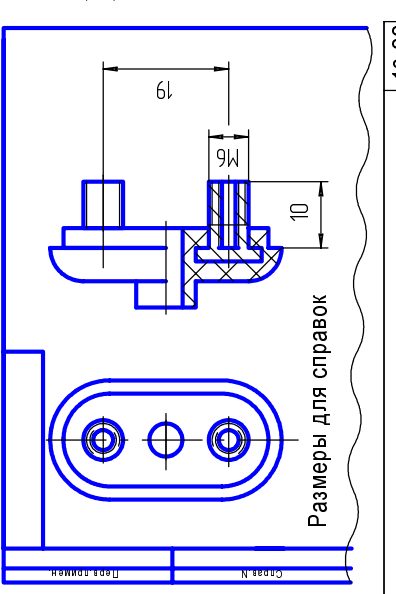
Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.

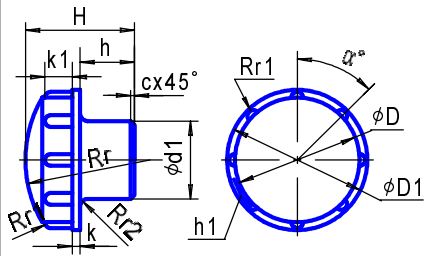
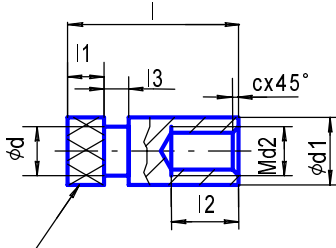
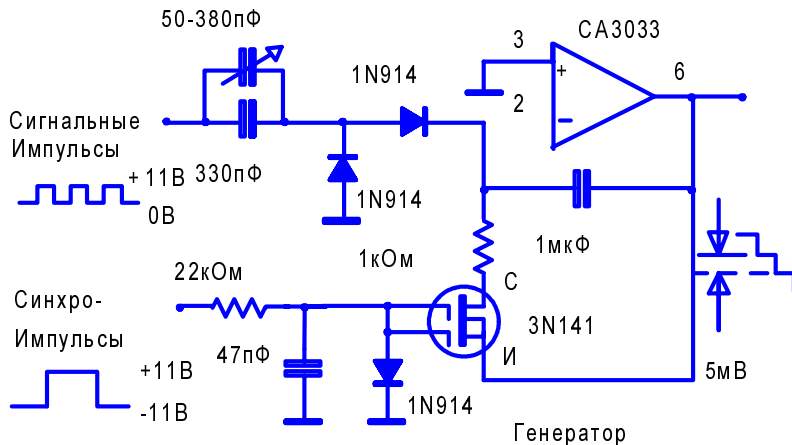
16.18



Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой выступы, выделенные штриховкой, заменяются смежными выемками тех же форм и размеров.

<p>16.19.1</p>	<p>Изобразить и обозначить резьбу метрическую с крупным шагом на поверхности L. Построить вид слева.</p>	
<p>16.19.2</p>	<p>Изобразить и обозначить резьбу метрическую с мелким шагом на поверхности L. Построить вид слева.</p>	
<p>16.19.3</p>	<p>Показать условное изображение резьбы при длине нарезанной части L на поверхностях I и II.</p> 	
<p>16.20.1</p>	 <p>Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.</p>	<p>16.20.2</p>  <p>Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.</p>
<p>16.21</p>	 <p>Завершить сборочный чертеж, изобразив соединение основания 1 с накладкой 2 шпилькой М8 (ГОСТ 22032-76), с пластиной 3 — болтом М6 (ГОСТ 7798-70), с угольником 4 — винтом М6 (ГОСТ 1491-80). Заполнить раздел "Стандартные изделия" спецификации, указав выбранные крепежные детали.</p>	

16.23	<p>Сборочный чертеж и спецификация. Вариант 16</p> <p>Вилка предназначена для подключения сетевого шнура электроприбора к розетке питающей цепи.</p>  <p>Крышка</p> <p>Гайка круглая</p> <p>Штырь</p> <p>Шайба 3 ГОСТ 11371-78</p> <p>Шайба 6 ГОСТ 11371-78</p> <p>Размеры для справок</p> <p>На каждую выступающую из корпуса 1 втулку устанавливаются шайба и гайка круглая 2. Крышка 3 прижимается к корпусу шайбами, которые устанавливаются на резьбовые концы штырей 4 перед их вворачиванием во втулки корпуса.</p> <p>Задание</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображение составных частей.</li> <li>2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.</li> <li>3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.</li> </ol>
16.22	 <p>Опора</p> <p>Соединяемые детали</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Планка</li> <li>2. Втулка</li> <li>3. Уголок</li> </ol> <p>М 1:2,5</p> <p>Завершить сборочный чертеж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.</p>

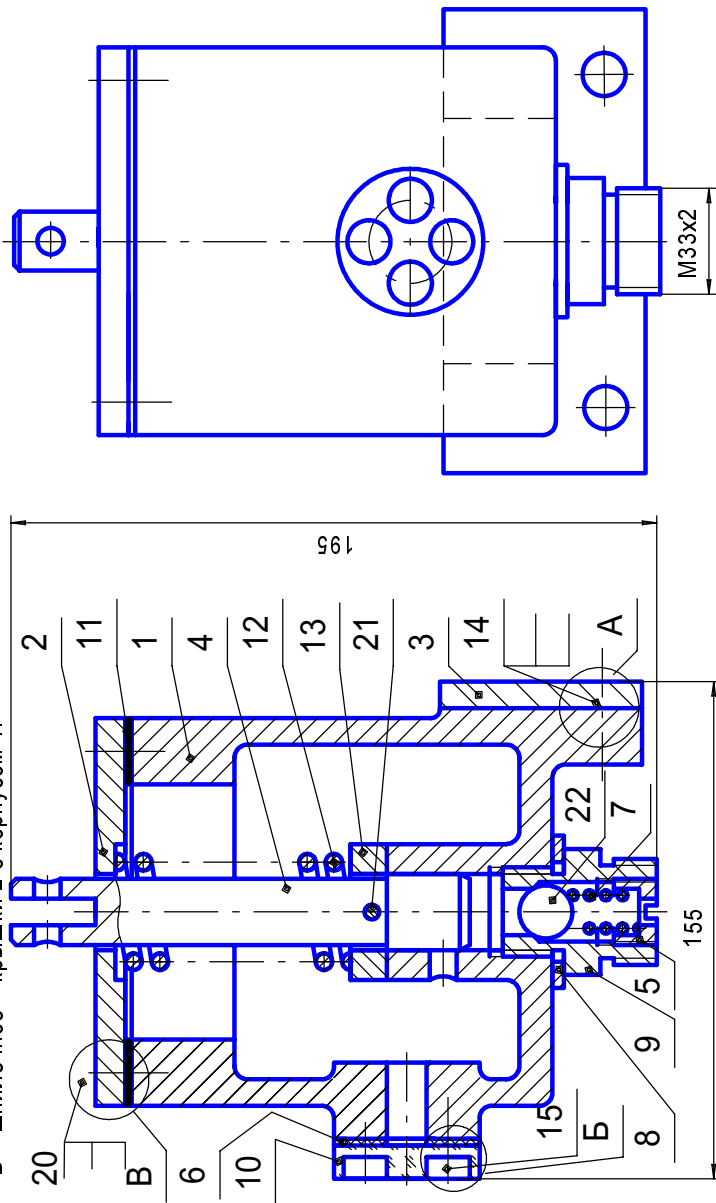
16.24	Армированное изделие — ручка специальная																																											
Пластмассовая часть		Арматура — штырь																																										
		 <p style="text-align: center;">Рифление сетчатое... ГОСТ 21474-75</p>																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>D</th><th>D1</th><th>d1</th><th>H</th><th>h</th><th>h1</th><th>r</th><th>r1</th><th>r2</th><th>k</th><th>k1</th><th>c</th><th>α</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20</td><td>22</td><td>12</td><td>27</td><td>18</td><td>0,8</td><td>20</td><td>1,0</td><td>1,0</td><td>1,5</td><td>4</td><td>0,7</td><td>45</td> </tr> </tbody> </table>		D	D1	d1	H	h	h1	r	r1	r2	k	k1	c	α	20	22	12	27	18	0,8	20	1,0	1,0	1,5	4	0,7	45	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>d</th><th>d1</th><th>d2</th><th>c</th><th>l</th><th>l1</th><th>l2</th><th>l3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6</td><td>8</td><td>5</td><td>0,5</td><td>23</td><td>5</td><td>10</td><td>5</td> </tr> </tbody> </table>	d	d1	d2	c	l	l1	l2	l3	6	8	5	0,5	23	5	10	5
D	D1	d1	H	h	h1	r	r1	r2	k	k1	c	α																																
20	22	12	27	18	0,8	20	1,0	1,0	1,5	4	0,7	45																																
d	d1	d2	c	l	l1	l2	l3																																					
6	8	5	0,5	23	5	10	5																																					
Материал      Пресс-материал АГ-4В ГОСТ 20437-75		Материал      Латунь Л63 ГОСТ 15527-70																																										
По приведенным в таблицах данным, используя показанные изображения арматуры и пластмассовой части армированного изделия, выполнить чертеж этого изделия.																																												
16.25																																												
																																												
Отредактировать схему по требованиям стандартов ЕСКД.																																												

16.26.1

Насос смазочный

По данным спецификации изобразить следующие соединения:

- А – болтовое – опоры 3 с корпусом 1;
- Б – винтовое – крышки 10 с корпусом 1;
- В – шпилечное – крышки 2 с корпусом 1.



16.26.2			Завершить спецификацию насоса смазочного			
Форм	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
				<u>Документация</u>		
			ПМИГ.ХХХХХХ.016СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
	1		ПМИГ.ХХХХ01.016	Корпус	1	
	2		ПМИГ.ХХХХ02.016	Крышка	1	
	3		ПМИГ.ХХХХ03.016	Опора	1	
	4		ПМИГ.ХХХХ04.016	Плунжер	1	
	5		ПМИГ.ХХХХ05.016	Пробка	1	
	6		ПМИГ.ХХХХ06.016	Прокладка	1	
	7		ПМИГ.ХХХХ07.016	Пружина	1	
	8		ПМИГ.ХХХХ08.016	Шайба	1	
	9		ПМИГ.ХХХХ09.016	Штуцер	1	
	10		ПМИГ.ХХХХ10.016	Крышка	1	
	11		ПМИГ.ХХХХ11.016	Прокладка	1	
	12		ПМИГ.ХХХХ12.016	Пружина	1	
	13		ПМИГ.ХХХХ13.016	Шайба	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
	14			Болт М12 ... ГОСТ 7805-70	4	
	15			Винт М8 ... ГОСТ 1491-80	4	
				Гайка М ... ГОСТ 5915-70		
				Гайка М ... ГОСТ 5915-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 11371-78		
	20			Шпилька М10 ... ГОСТ 22032-76	4	
	21			Штифт 5x45 ГОСТ 1050-88	1	
	22			Шарик $\phi$ 16 ГОСТ 3722-60	1	





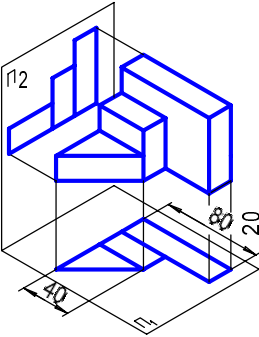
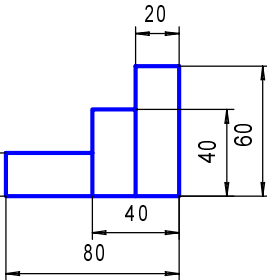
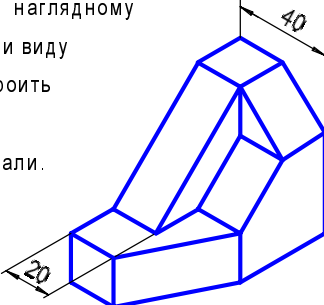
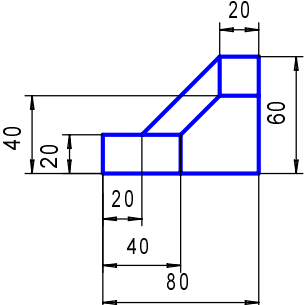
## Описание насоса смазочного

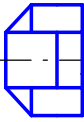

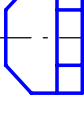

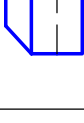

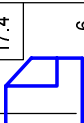
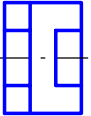
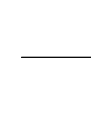


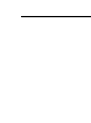
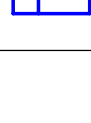

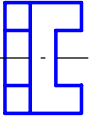
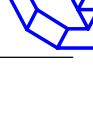




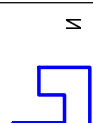
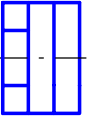
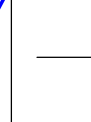
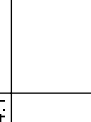

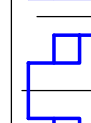
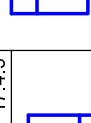
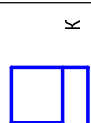
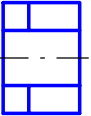



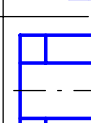


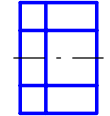

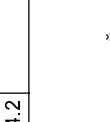
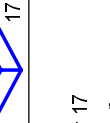
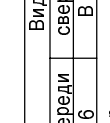


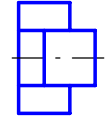
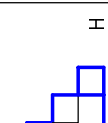
Смазочный насос одноплунжерный предназначен для смазки трущихся деталей. При движении рычага (на чертеже не показан) плунжер 2 поднимается вверх, освобожденное пространство в полости корпуса заполняется жидкой смазкой.

При движении плунжера вниз под действием пружины 9, работающей на растяжение, вытесняемое масло давит на шарик 20. Передвигаясь вниз, он открывает отверстие в штуцере 5, и масло подается к трущимся частям деталей. При обратном движении плунжера 2 пружина 10 возвращает шарик 20 в первоначальное положение — клапан закрыт. Периодическая заливка масла осуществляется через отверстие крышки 3, которое закрывается пробкой 17. Для наблюдения за уровнем масла в насосе имеется маслоуказатель — крышка 4, изготовленная из прозрачной пластмассы. Крышка 4 посредством прокладки 12 и потайных винтов 15 плотно крепится к корпусу 1, а крышка 3 — шпильками 21, гайками 16 и шайбами 19. Корпус 1 с опорой 6 соединяют болтами 14, гайками 16 и шайбами 18.

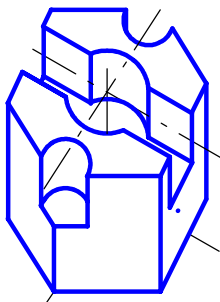
Шайба 7, служащая опорой для пружины 9, соединяется с плунжером 2 штифтом 22. Второй опорой пружины 9 является плоскость на крышке 3.

## Задания варианта 17

17.1	Вариант	Номер вопроса	Количество размеров	От-вет		
<p>Завершить изображения плоских деталей по представленным половинкам, ограниченным осью симметрии. Нанести размеры и указать в таблице их количество.</p>	 <p>17.1.1</p>	1	Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов			
	 <p>17.1.2</p>	2			Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов	
		3				
		4				
	<p>По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху детали. Нанести необходимые размеры.</p>					
	<p>По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху и вид слева детали. Нанести необходимые размеры.</p>					

						
						
						
						
						
						
	<p>Виды</p> <p>Вариант 17</p> <p>По наглядным изображениям деталей, используя представленный набор изображений, расположить в соответствующих местах виды спереди, сверху и слева, как это показано на примере.</p> <p>Записать в таблице ответ по приведенной в примере форме.</p>					
<p>17.4</p>	<p>6</p>	<p>5</p>	<p>4</p>	<p>3</p>	<p>2</p>	<p>1</p>
<p>Ж</p>	<p>И</p>	<p>К</p>	<p>Л</p>	<p>М</p>	<p>Н</p>	<p>17.4.1</p>
<p>17.4.1</p>	<p>17.4.2</p>	<p>17.4.3</p>	<p>17.4.4</p>	<p>17.4.5</p>	<p>17.4.5</p>	<p>17.4.5</p>
<p>Виды</p>	<p>спереди</p>	<p>сверху</p>	<p>слева</p>	<p>В</p>	<p>К</p>	<p>6</p>

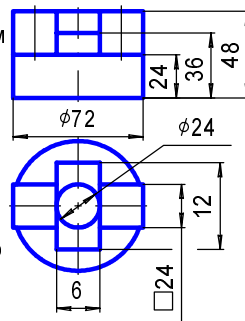
17.5



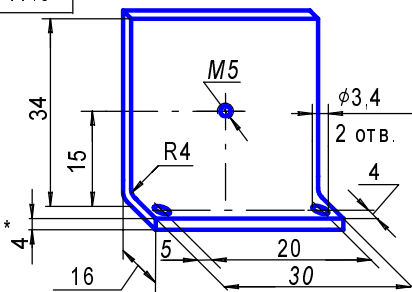
По аксонометрическому изображению выполнить в глазомерном масштабе виды спереди и сверху втулки.

17.8

По заданным прямоугольным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, построить прямоугольную изометрию детали.

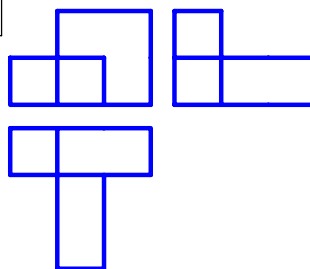


17.6



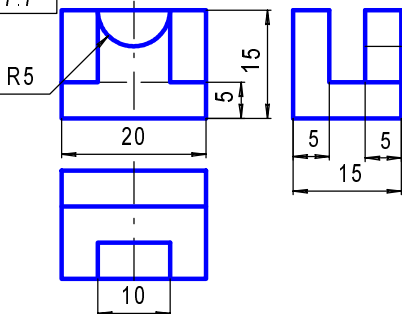
По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертеж.

17.9



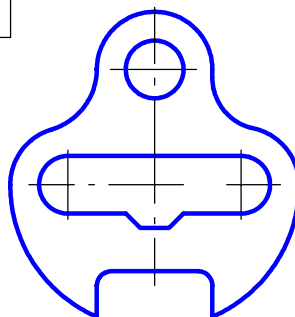
По ортогональным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, изобразить трехмерную модель многогранника и его развертку.

17.7

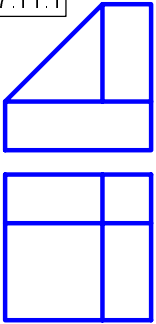
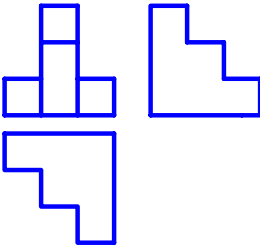
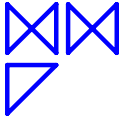
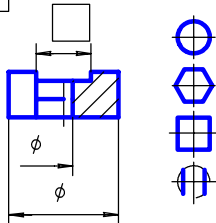
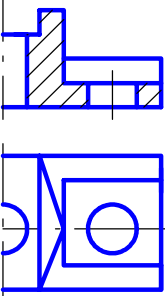
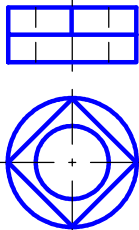
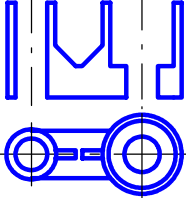
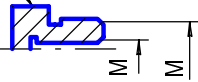


По прямоугольным проекциям построить прямоугольную изометрию.

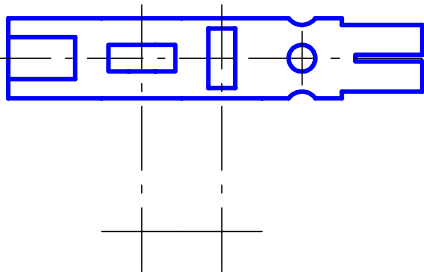
17.10



Выполнить чертеж плоской детали с элементами сопряжений. Нанести размеры.

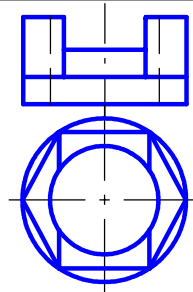
<p>17.11.1</p> 	<p>17.11.2</p> 	<p>17.11.3</p>  <hr/> <p>17.11.4</p> 
<p>17.11.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.          17.11.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.          17.11.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.          17.11.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>17.12.1</p> 	<p>17.12.2</p> 	<p>17.12.3</p>  <hr/> <p>17.12.4</p> <p>Рифление прямое 1 ГОСТ 21474-75</p> 
<p>17.12.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.          17.12.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.          17.12.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.          17.12.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		

17.13



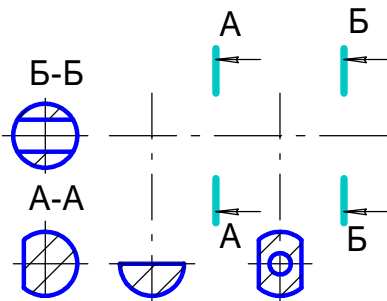
Дополнить главный вид двумя симметричными, двумя несимметричными сечениями и разрезом.

17.16



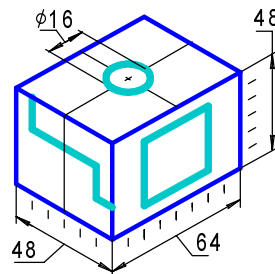
По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки. На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.

17.14



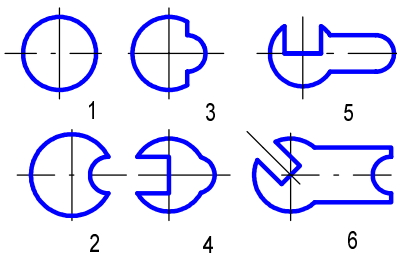
По заданным сечениям и разрезу Б-Б построить главный вид вала.

17.17



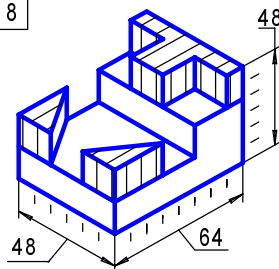
Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.

17.15

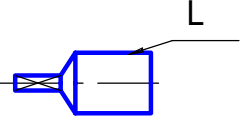
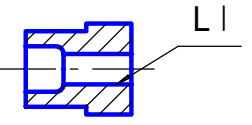
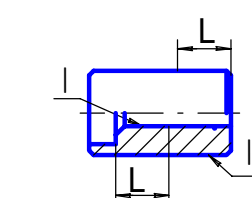
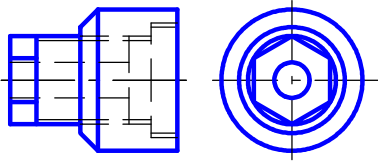
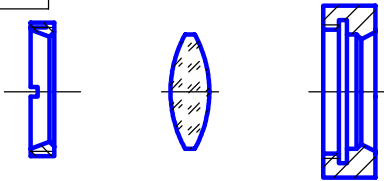
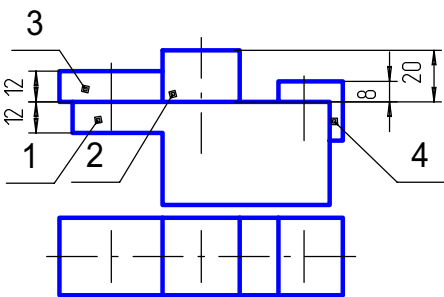


Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.

17.18



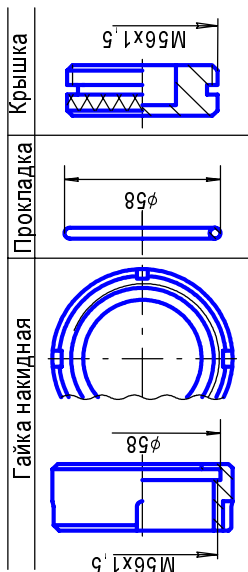
Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой выступы, выделенные штриховкой, заменяются смежными выемками тех же форм и размеров.

17.19.1	Изобразить и обозначить резьбу метрическую с крупным шагом на поверхности L. Построить вид слева.		
17.19.2	Изобразить и обозначить резьбу метрическую с мелким шагом на поверхности L. Построить вид слева.		
17.19.3	Показать условное изображение резьбы при длине нарезанной части L на поверхностях I и II.		
17.20.1	 <p data-bbox="150 817 511 900">Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.</p>		<p data-bbox="577 602 662 636">17.20.2</p>  <p data-bbox="595 817 945 900">Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.</p>
17.21	 <p data-bbox="150 1255 1017 1428">Завершить сборочный чертеж, изобразив соединение основания 1 с накладкой 2 шпилькой M10 (ГОСТ 22032-76), с пластиной 3 — болтом M12 (ГОСТ 7798-70), с угольником 4 — винтом M6 (ГОСТ 1491-80). Заполнить раздел "Стандартные изделия" спецификации, указав выбранные крепежные детали.</p>		

17.23

Сборочный чертеж и спецификация.

Экран излучателя предназначен для защиты окружающей среды от высокочастотного излучения, а также для формирования узкого луча в нужном направлении.

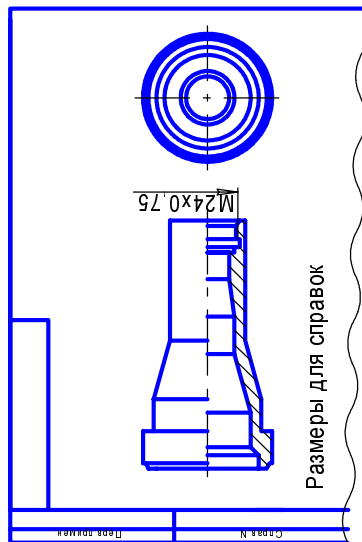


Размеры для справок

На кожух 1 надевается гайка накидная 2, в которой во внутреннюю канавку устанавливается прокладка 3. С другой стороны к кожуху крепится крышка 4, которая вворачивается в накидную гайку.

Задание

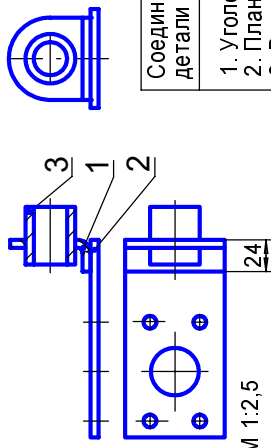
1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображение составных частей.
2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.
3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.



Размеры для справок

17.22

Основание



Соединяемые детали

1. Уголок
2. Планка
3. Втулка

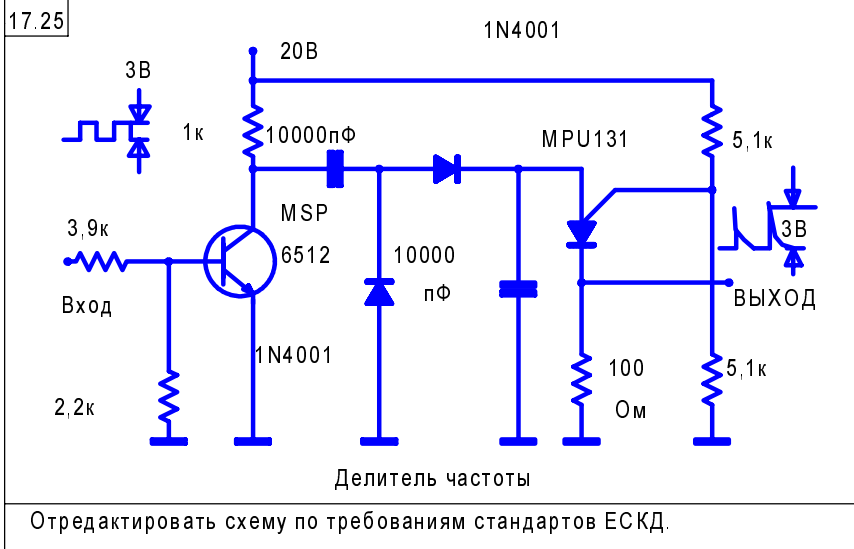
М 1:2,5

Завершить сборочный чертеж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.



17.24 Армированное изделие — ручка специальная																																											
Пластмассовая часть	Арматура — штырь																																										
	<p>Рифление сетчатое ГОСТ 21474-75</p>																																										
<table border="1"> <tr> <th>D</th> <th>D1</th> <th>d1</th> <th>H</th> <th>h</th> <th>h1</th> <th>r</th> <th>r1</th> <th>r2</th> <th>к</th> <th>к1</th> <th>с</th> <th>α</th> </tr> <tr> <td>25</td> <td>28</td> <td>15</td> <td>32</td> <td>21</td> <td>1,0</td> <td>25</td> <td>1,0</td> <td>1,0</td> <td>1,5</td> <td>5</td> <td>0,7</td> <td>30</td> </tr> </table>	D	D1	d1	H	h	h1	r	r1	r2	к	к1	с	α	25	28	15	32	21	1,0	25	1,0	1,0	1,5	5	0,7	30	<table border="1"> <tr> <th>d</th> <th>d1</th> <th>d2</th> <th>с</th> <th>l</th> <th>l1</th> <th>l2</th> <th>l3</th> </tr> <tr> <td>7</td> <td>10</td> <td>6</td> <td>1,0</td> <td>28</td> <td>5</td> <td>12</td> <td>8</td> </tr> </table>	d	d1	d2	с	l	l1	l2	l3	7	10	6	1,0	28	5	12	8
D	D1	d1	H	h	h1	r	r1	r2	к	к1	с	α																															
25	28	15	32	21	1,0	25	1,0	1,0	1,5	5	0,7	30																															
d	d1	d2	с	l	l1	l2	l3																																				
7	10	6	1,0	28	5	12	8																																				
<p>Материал Пресс-материал АГ-4В ГОСТ 20437-75</p>	<p>Материал Латунь Л63 ГОСТ 15527-70</p>																																										

По приведенным в таблицах данным, используя показанные изображения арматуры и пластмассовой части армированного изделия, выполнить чертеж этого изделия.



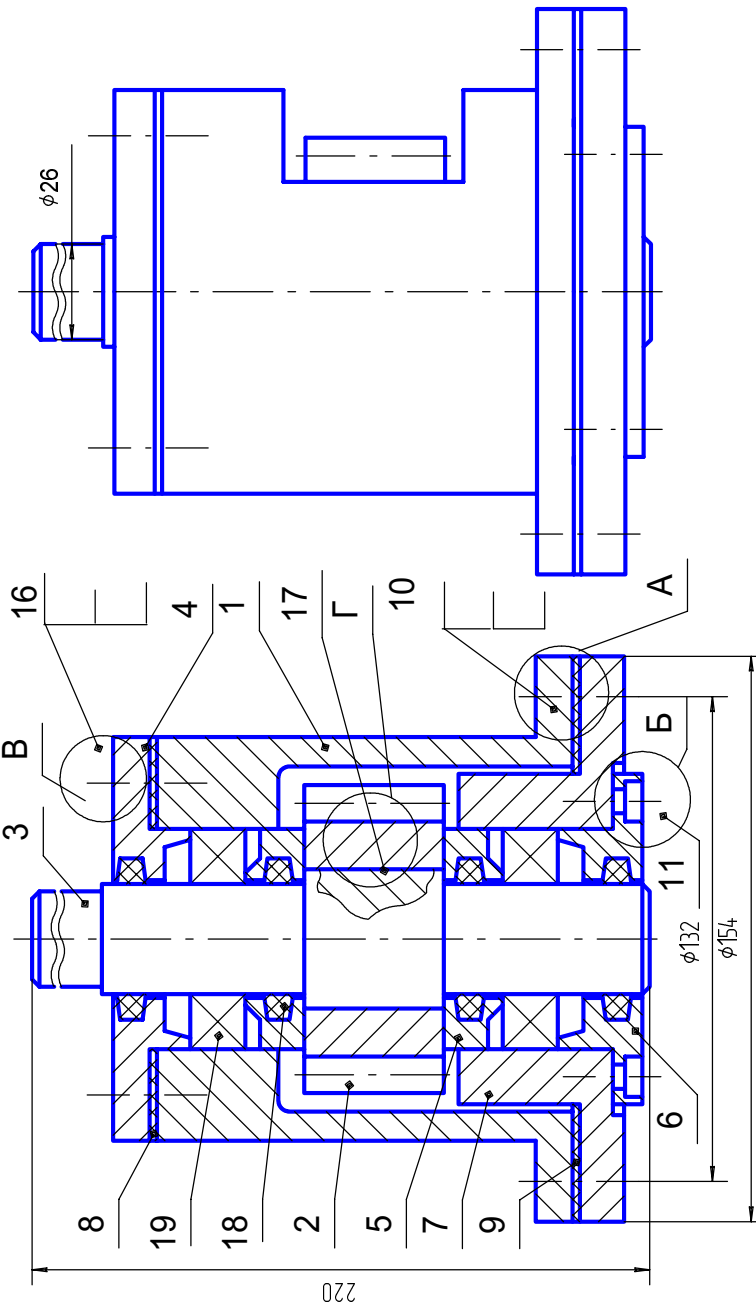
17.26.1

Опора вертикального вала

По данным спецификации изобразить следующие соединения:

А — болтовое — крышки 7 с корпусом 1; Б — винтовое — крышки 6 с крышкой 7;

В — шпильчное — крышки 4 с корпусом 1; Г — шпоночное — вала 3 с колесом зубчатым 2.



220

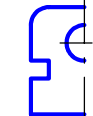

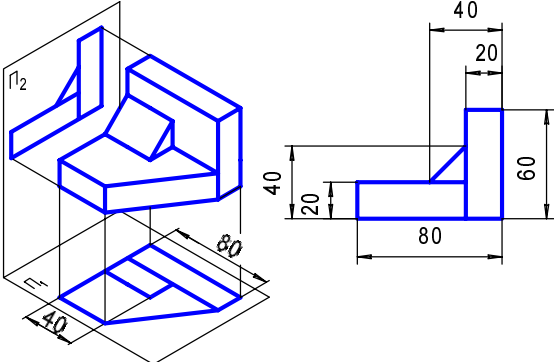
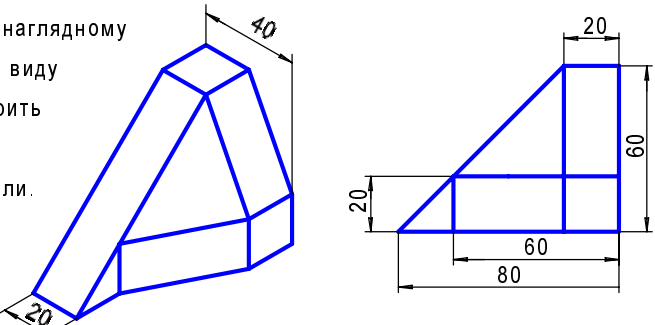
17.26.2			Завершить спецификацию опоры вертикального вала			
Форм	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
				<u>Документация</u>		
			ПМИГ.ХХХХХ.017СБ	Сборочный чертёж		
				<u>Детали</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.017	Корпус	1	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.017	Колесо зубчатое m=5, z=18	1	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.017	Вал	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.017	Крышка	1	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.017	Крышка	2	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.017	Крышка	1	
		7	ПМИГ.ХХХХ07.017	Крышка	1	
		8	ПМИГ.ХХХХ08.017	Прокладка	1	
		9	ПМИГ.ХХХХ09.017	Прокладка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		10		Болт М10 ... ГОСТ 7798-70	4	
		11		Винт М6 ... ГОСТ 1491-80	4	
				Гайка М ... ГОСТ 5915-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 11371-72		
		16		Шпилька М10 ... ГОСТ 22034-76	4	
		17		Шпонка 10х10х22...ГОСТ 23360-78	1	
		18		Кольцо СП42-29-5МН 180-61 ГОСТ 6308-61	4	
		19		Подшипник 7204 ГОСТ 333-59	2	

## Описание опоры вертикального вала

Зубчатое колесо 2, находящееся на валу 3, является ведущим, а на валу машины (на чертеже не показано) — ведомым. Ведущее зубчатое колесо устанавливается на вал 3 посредством призматической шпонки 17 и фиксируется от осевого перемещения крышками 5. Вал 3 вращается в двух конических роликоподшипниках 19. Внутренние кольца обоих подшипников закрепляются на валу 3, торцы их поджимаются крышками 5. Наружные кольца подшипников, вставленные в отверстия крышки 7 и корпуса 1, упираются в торцы крышек 4 и 6.

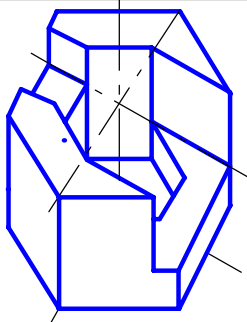
Для герметизации устройства, а также для устранения утечки масла из подшипников поставлены кольца 18. Крышка 4 крепится к корпусу 1 шпильками 16 с гайками и пружинными шайбами, а крышка 7 крепится с крышкой 6 винтами 11 с потайными головками.

## Задания варианта 18

18.1	Вариант	Номер вопроса	Количество размеров	От-вет
<p>Завершить изображе- ния плоских деталей по представленным половинкам, ограниченным осью симметрии. Нанести размеры и указать в таблице их количество.</p>	 <p>18.1.1</p>	<p>1 2 3 4</p>	<p>Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов</p>	
	 <p>18.1.2</p>	<p>5 6 7 8</p>	<p>Горизонтальные Вертикальные Диаметров Радиусов</p>	
<p>18.2</p> <p>По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху детали. Нанести необходимые размеры.</p>				
<p>18.3</p> <p>По заданному наглядному изображению и виду спереди построить вид сверху и вид слева детали. Нанести необходимые размеры.</p>				



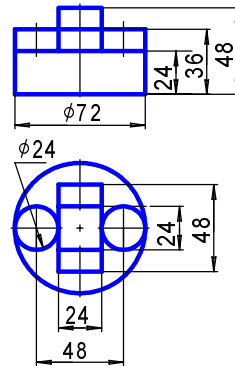
18.5



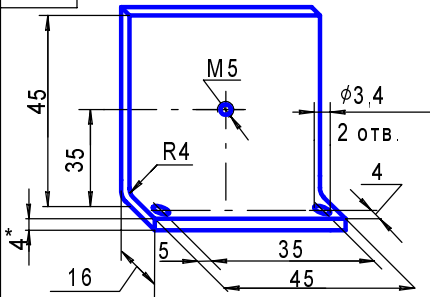
По аксонометрическому изображению выполнить в глазомерном масштабе виды спереди и сверху втулки.

18.8

По заданным прямоугольным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, построить прямоугольную изометрию детали.

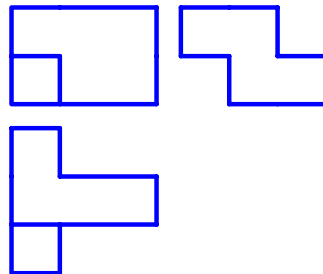


18.6



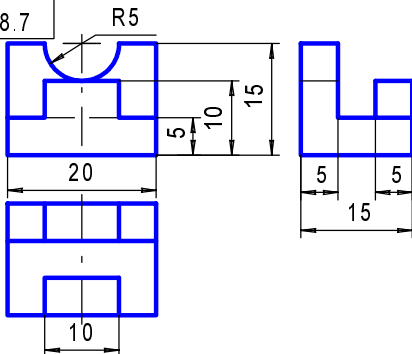
По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертёж.

18.9



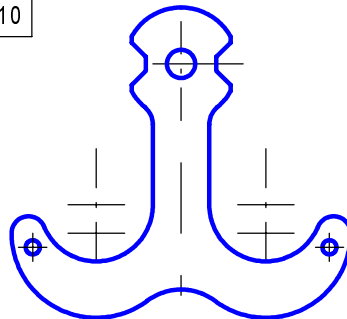
По ортогональным проекциям, используя библиотеку трехмерных элементов, изобразить трехмерную модель многогранника и его развертку.

18.7


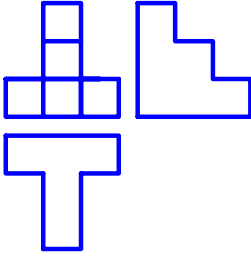
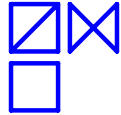
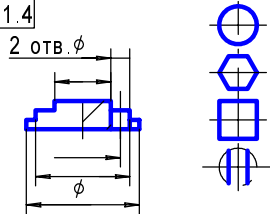
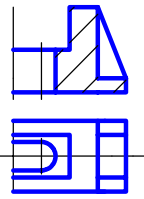
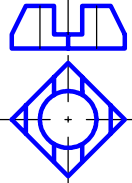
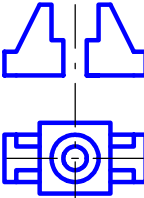
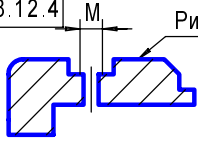


По прямоугольным проекциям построить прямоугольную изометрию.

18.10

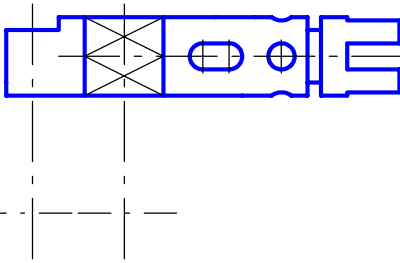


Выполнить чертёж плоской детали с элементами сопряжений. Нанести размеры.

<p>18.11.1</p> 	<p>18.11.2</p> 	<p>18.11.3</p>  <p>18.11.4</p> 
<p>18.11.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.          18.11.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.          18.11.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.          18.11.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>18.12.1</p> 	<p>18.12.2</p> 	<p>18.12.3</p>  <p>18.12.4</p>  <p>Рифление прямое 1 ГОСТ 21474-75</p>
<p>18.12.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.          18.12.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.          18.12.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.          18.12.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		

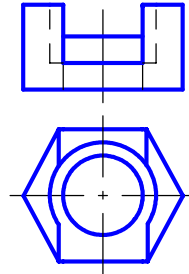


18.13



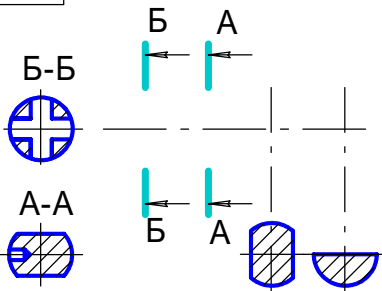
Дополнить главный вид двумя симметричными, двумя несимметричными сечениями и разрезом.

18.16



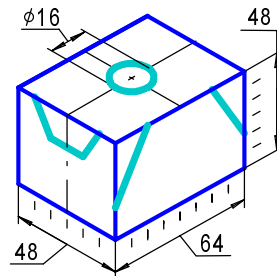
По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки.  
На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.

18.14



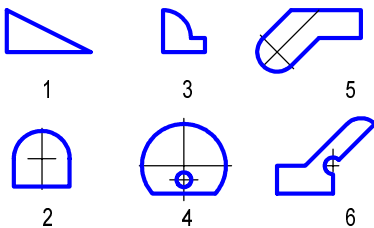
По заданным сечениям и разрезу Б-Б построить главный вид вала.

18.17



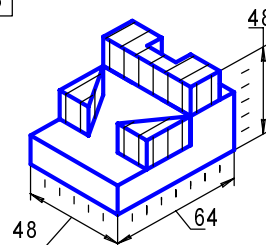
Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.

18.15

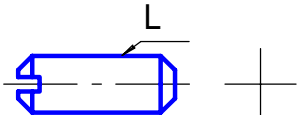
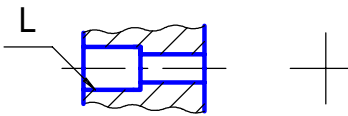
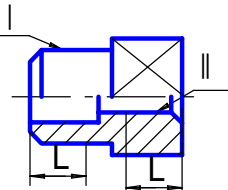
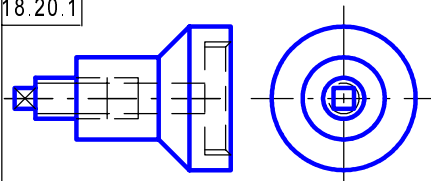

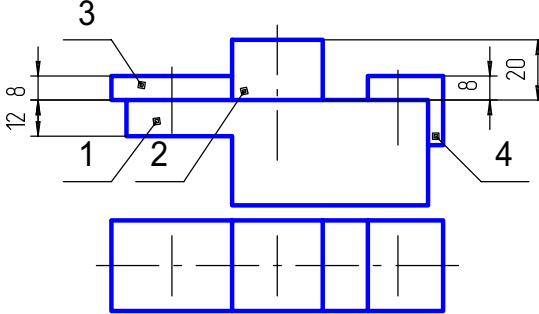


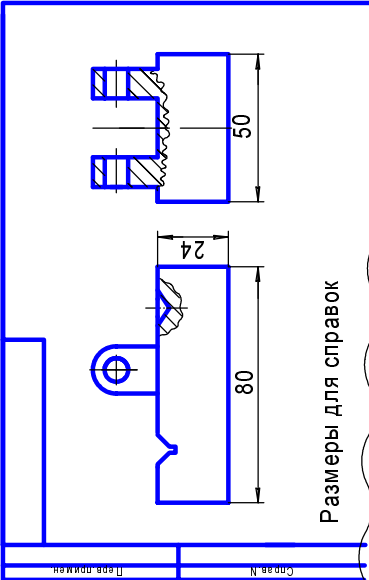
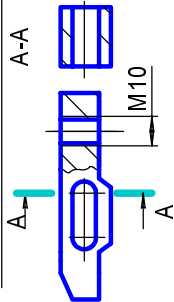
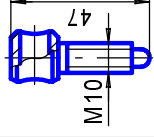
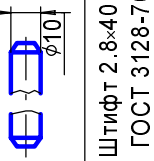
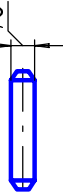
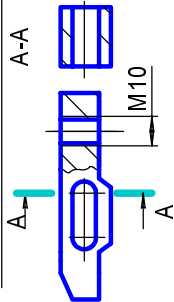
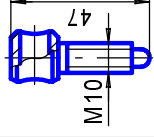
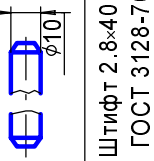
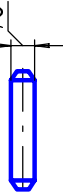
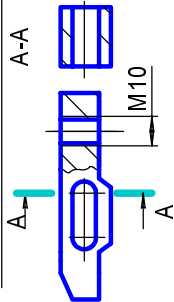
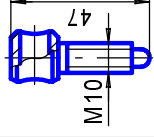
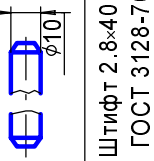
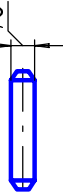
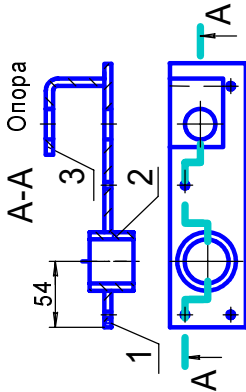
Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.

18.18



Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой выступы, выделенные штриховкой, заменяются смежными выемками тех же форм и размеров.

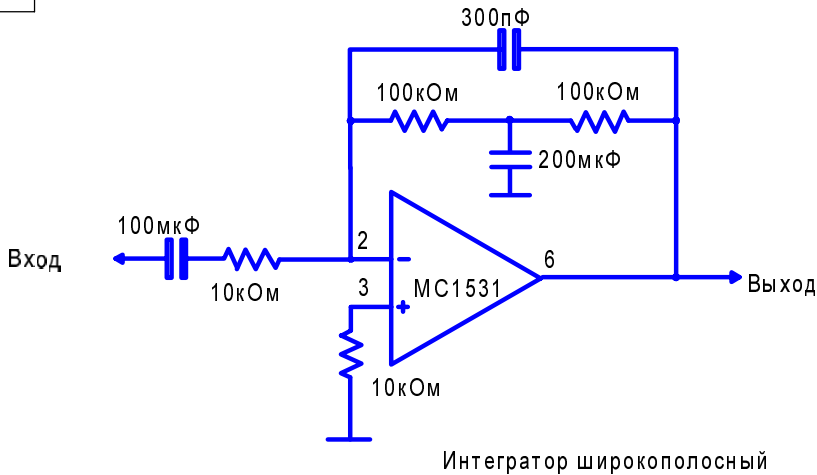
<p>18.19.1 Изобразить и обозначить резьбу метрическую с крупным шагом на поверхности L. Построить вид слева.</p>	
<p>18.19.2 Изобразить и обозначить резьбу метрическую с мелким шагом на поверхности L. Построить вид слева.</p>	
<p>18.19.3 Показать условное изображение резьбы при длине нарезанной части L на поверхностях I и II.</p>	
<p>18.20.1</p>  <p>Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.</p>	<p>18.20.2</p>  <p>Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.</p>
<p>18.21</p>  <p>Завершить сборочный чертеж, изобразив соединение основания 1 с накладкой 2 шпилькой М10 (ГОСТ 22032-76), с пластиной 3 — болтом М8 (ГОСТ 7798-70), с угольником 4 — винтом М6 (ГОСТ 1491-80). Заполнить раздел "Стандартные изделия" спецификации, указав выбранные крепежные детали.</p>	

 <p>Размеры для справок</p>	<p style="text-align: right;">18.23</p> <p>Сборочный чертеж и спецификация.</p> <p>Зажим предназначен для закрепления прутков, закладываемых при обработке в прорезь основания. Изображения составных частей зажима приведены в таблице.</p> <table border="1" data-bbox="302 161 609 827"> <thead> <tr> <th>Рычаг</th> <th>Винт</th> <th>Рукоятка</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">Штифт 2.8x40 ГОСТ 3128-70</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;"></td> </tr> </tbody> </table> <p>Размеры для справок</p> <p>Основание 1 и рычаг 2 соединяются с помощью штифта 5, устанавливаемого в отверстие $\phi 8$ основания и прорезь рычага. Для поворота рычага относительно оси штифта в отверстие M10 рычага с помощью рукоятки 3 вворачивается винт 4.</p> <p>Задание</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.</li> <li>2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.</li> <li>3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.</li> </ol>	Рычаг	Винт	Рукоятка				Штифт 2.8x40 ГОСТ 3128-70					
Рычаг	Винт	Рукоятка											
													
Штифт 2.8x40 ГОСТ 3128-70													
													
<p style="text-align: right;">18.22</p>  <p>Соединяемые детали</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Планка</li> <li>2. Втулка</li> <li>3. Уголок</li> </ol> <p>M 1:2,5</p> <p>Завершить сборочный чертеж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.</p>	<p>Размеры для справок</p> <p>Основание 1 и рычаг 2 соединяются с помощью штифта 5, устанавливаемого в отверстие $\phi 8$ основания и прорезь рычага. Для поворота рычага относительно оси штифта в отверстие M10 рычага с помощью рукоятки 3 вворачивается винт 4.</p> <p>Задание</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.</li> <li>2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.</li> <li>3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.</li> </ol>												

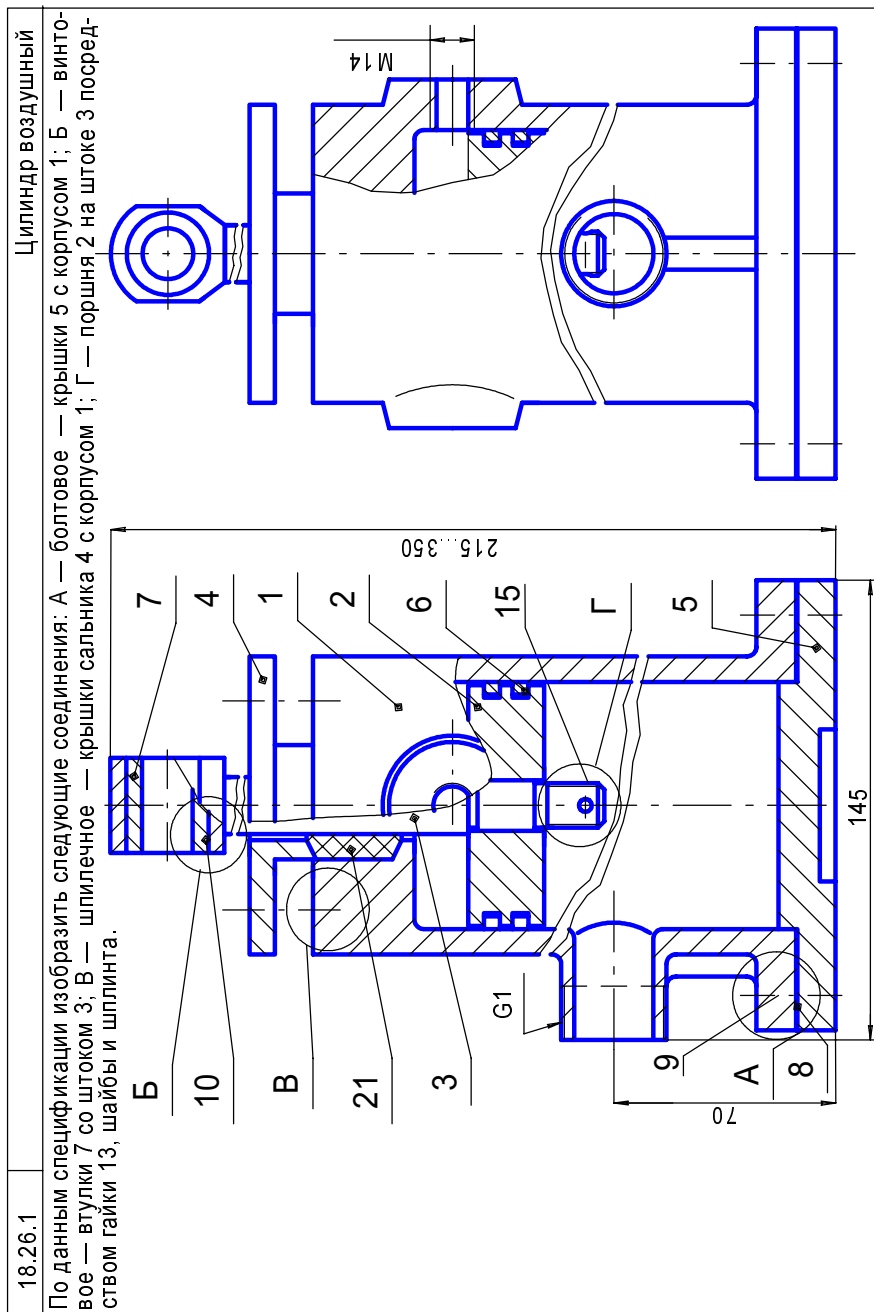
18.24	Армированное изделие — ручка специальная	Арматура — штырь																																										
Пластмассовая часть																																												
		<p>Рифление сетчатое. ГОСТ 21474-75</p>																																										
<table border="1"> <thead> <tr> <th>D</th> <th>D1</th> <th>d1</th> <th>H</th> <th>h</th> <th>h1</th> <th>r</th> <th>r1</th> <th>r2</th> <th>к</th> <th>к1</th> <th>с</th> <th>α</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>32</td> <td>36</td> <td>20</td> <td>40</td> <td>26</td> <td>1,5</td> <td>32</td> <td>1,5</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>7</td> <td>1,0</td> <td>30</td> </tr> </tbody> </table>		D	D1	d1	H	h	h1	r	r1	r2	к	к1	с	α	32	36	20	40	26	1,5	32	1,5	2	2	7	1,0	30	<table border="1"> <thead> <tr> <th>d</th> <th>d1</th> <th>d2</th> <th>с</th> <th>l</th> <th>l1</th> <th>l2</th> <th>l3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>8</td> <td>12</td> <td>8</td> <td>1,0</td> <td>37</td> <td>8</td> <td>15</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	d	d1	d2	с	l	l1	l2	l3	8	12	8	1,0	37	8	15	10
D	D1	d1	H	h	h1	r	r1	r2	к	к1	с	α																																
32	36	20	40	26	1,5	32	1,5	2	2	7	1,0	30																																
d	d1	d2	с	l	l1	l2	l3																																					
8	12	8	1,0	37	8	15	10																																					
<p>Материал      Пресс-материал АГ-4В ГОСТ 20437-75</p>		<p>Материал      Латунь Л63 ГОСТ 15527-70</p>																																										

По приведенным в таблицах данным, используя показанные изображения арматуры и пластмассовой части армированного изделия, выполнить чертеж этого изделия.

18.25



Отредактировать схему по требованиям стандартов ЕСКД.



18.26.2		Завершить спецификацию цилиндра воздушного				
Форм	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ПМИГ.ХХХХХХ.018СБ	Сборочный чертёж	1	
				<u>Детали</u>		
	1		ПМИГ.ХХХХ01.018	Корпус	1	
	2		ПМИГ.ХХХХ02.018	Поршень	1	
	3		ПМИГ.ХХХХ03.018	Шток	1	
	4		ПМИГ.ХХХХ04.018	Крышка сальника	1	
	5		ПМИГ.ХХХХ05.018	Крышка	1	
	6		ПМИГ.ХХХХ06.018	Кольцо поршневое	2	
	7		ПМИГ.ХХХХ07.018	Втулка	1	
	8		ПМИГ.ХХХХ08.018	Прокладка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
	9			Болт М12 ... ГОСТ 7798-70	4	
	10			Винт М8 ... ГОСТ 1477-80	1	
				Гайка М ... ГОСТ 5915-70		
				Гайка М ... ГОСТ 5915-70		
	13			Гайка М ... ГОСТ 5918-73	1	
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 11371-68		
				Шайба ... ГОСТ 11371-68		
	17			Шпилька М10 ... ГОСТ 22032-76	4	
				Шплинт 5х28 ГОСТ 397-79	1	
				<u>Материалы</u>		
	21			Набивка АПД 5 ГОСТ 5152-66	0,01	кг

## Описание цилиндра воздушного

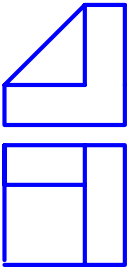
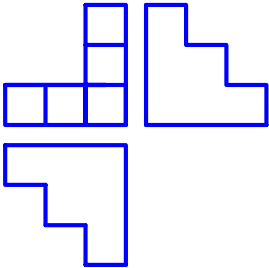
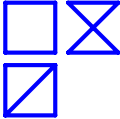
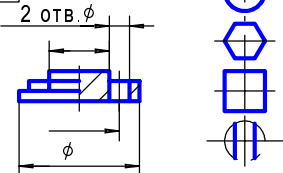
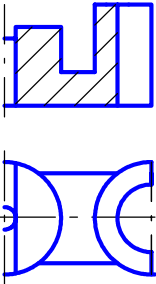
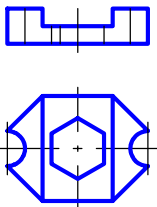
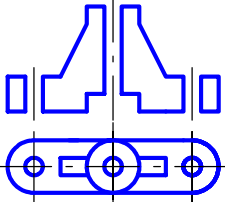

Цилиндр воздушный — устройство, устанавливаемое в тормозной системе подвижного состава.

При понижении давления поршень опускается незначительно, не препятствует проходу воздуха через боковые отверстия из запасного резервуара в тормозной цилиндр. При повышении давления поршень опускается вниз. В этот момент воздух поступает из тормозных цилиндров в атмосферу, а из воздушной магистрали — в запасные резервуары.

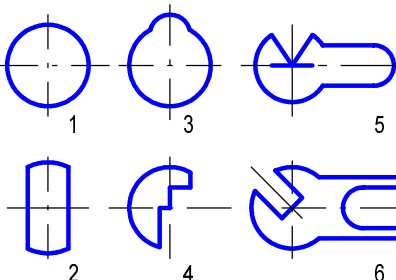
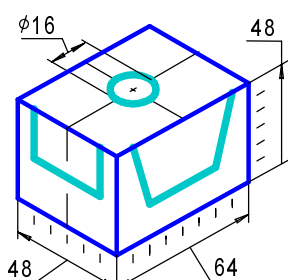
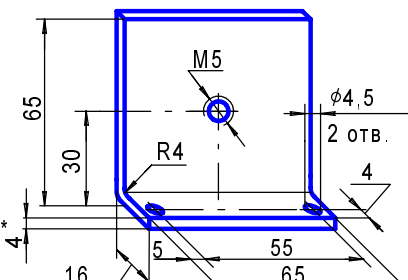
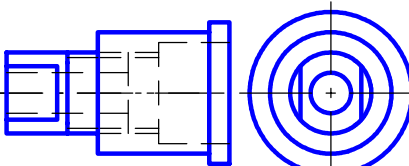
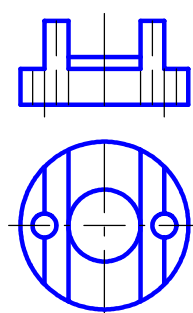
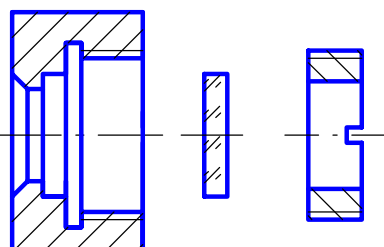
Поршневые кольца 6, изготовленные из чугуна, служат для уплотнения поршня. Поршень 2 закреплен на штоке 3 гайкой 13, шайбой 18 и шплинтом 20.

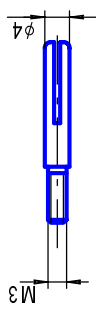

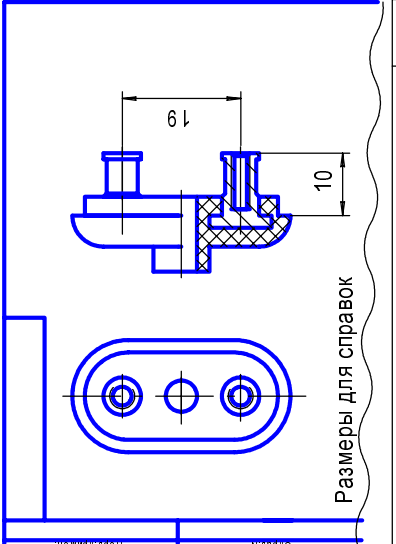
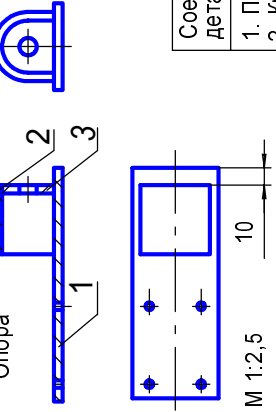
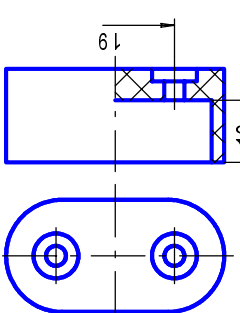
В корпусе 1 в месте выхода штока 3 расположено уплотняющее устройство (сальник) 21, предупреждающее просачивание воздуха через зазор между штоком и отверстием в крышке сальника 4. Материалом для набивки может служить пенька, льняной шнур, асбест. Благодаря упругости материала набивки и конусам у торцов уплотнения, набивка плотно прижимается к штоку. Материал набивки со временем теряет упругость, поэтому необходимо периодически уплотнять его. Это достигается подтягиванием шпилек 19.

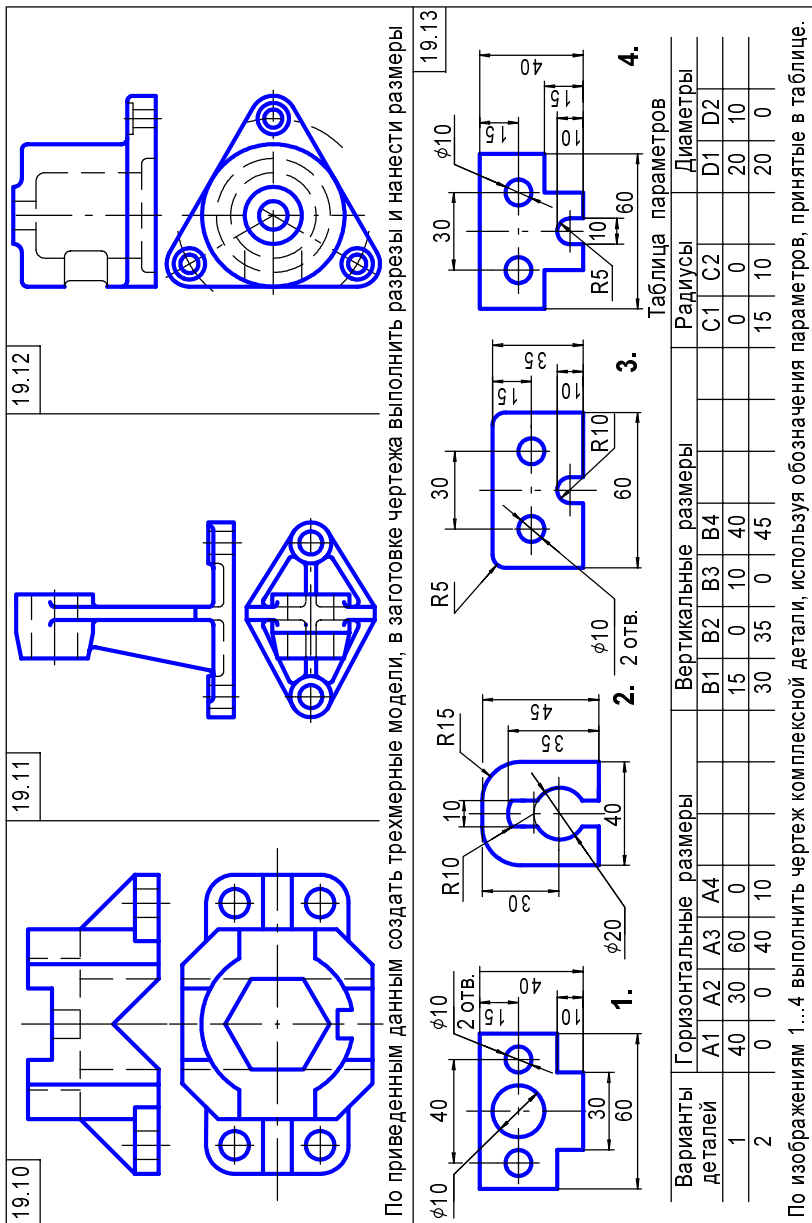
## Задания варианта 19

<p>19.1.1</p> 	<p>19.1.2</p> 	<p>19.1.3</p> 
		<p>19.1.4</p> 
<p>19.1.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.          19.1.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.          19.1.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.          19.1.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>19.2.1</p> 	<p>19.2.2</p> 	<p>19.2.3</p> 
		<p>19.2.4</p> 
<p>19.2.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.          19.2.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.          19.2.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.          19.2.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		



<p>19.3</p>  <p>Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.</p>	<p>19.6</p>  <p>Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.</p>
<p>19.4</p>  <p>По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекции чертеж.</p>	<p>19.7.1</p>  <p>Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.</p>
<p>19.5</p>  <p>По заданным проекциям выполнить трехпроекции чертеж втулки. На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.</p>	<p>19.7.2</p>  <p>Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.</p>

<p>19.9</p> <p>Сборочный чертёж и спецификация. Вилка предназначена для подключения сетевого шнура электроприбора к розетке питающей цепи.</p>	<p>Штырь</p>  <p>Шайба 3 ГОСТ 11371-78</p> 	 <p>Размеры для справок</p>	<p>19.8</p> <p>Опора</p>  <p>Размеры для справок</p>	<p>Соединяемые детали</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Планка</li> <li>2. Крышка</li> <li>3. Стенка</li> </ol>	<p>Задание</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.</li> <li>2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.</li> <li>3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.</li> </ol>	<p>Завершить сборочный чертёж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.</p>
<p>Крышка</p>  <p>Размеры для справок</p>		<p>Размеры для справок</p> <p>Крышка 2 прижимается к корпусу 1 шайбами, которые устанавливаются на резьбовые концы штырей 3 перед их вворачиванием во втулки корпуса. Корпус 1 является армированным изделием.</p>		<p>Задание</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.</li> <li>2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.</li> <li>3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.</li> </ol>		

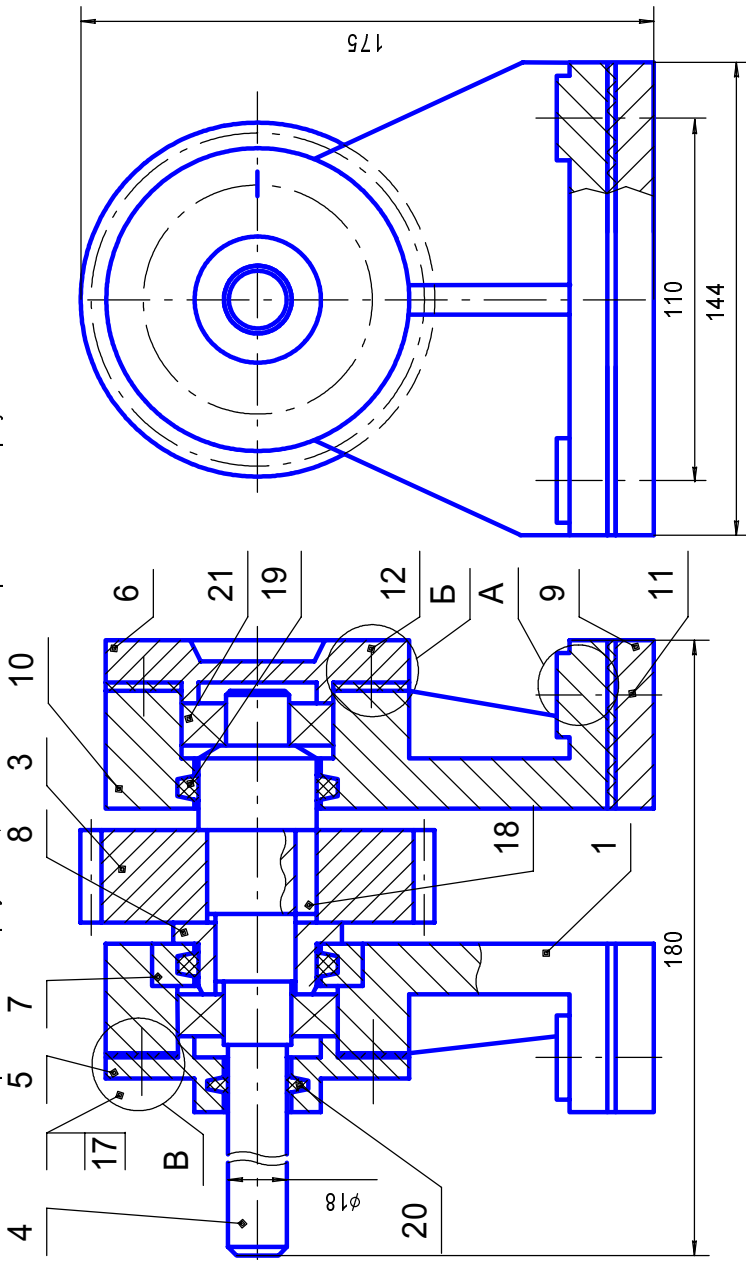


19.14.1

Опора горизонтального вала

По данным спецификации изобразить следующие соединения: А — болтовое — опоры 9 с корпусом 2;

Б— винтовое — крышки 6 с корпусом 2; В — шпилечное — крышки 5 с корпусом 1.



19.14.2			Завершить спецификацию опоры горизонтального вала			
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ПМИГ.ХХХХХ.019СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.019	Корпус	1	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.019	Корпус	1	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.019	Колесо зубчатое m=8, z=14	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.019	Вал	1	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.019	Крышка	1	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.019	Крышка	1	
		7	ПМИГ.ХХХХ07.019	Крышка	1	
		8	ПМИГ.ХХХХ08.019	Втулка	1	
		9	ПМИГ.ХХХХ09.019	Опора	2	
		10	ПМИГ.ХХХХ10.019	Прокладка	2	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		11		Болт М12... ГОСТ 7805-70	4	
		12		Винт М8... ГОСТ 1777-84	4	
				Гайка М... ГОСТ 5915-70		
				Гайка М... ГОСТ 5915-70		
				Шайба... ГОСТ 6402-70		
				Шайба... ГОСТ 11371-78		
		17		Шпилька М10... ГОСТ 22032-76	4	
		18		Шпонка ...x25 ГОСТ 23360-78	1	
		19		Кольцо СП47-34-5 ГОСТ 6308-61	1	
		20		Кольцо СП28-13-35 ГОСТ 6308-61	2	
		21		Подшипник 7204 ГОСТ 333-59	2	

## Описание опоры горизонтального вала

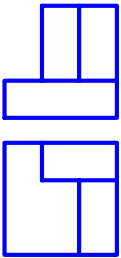
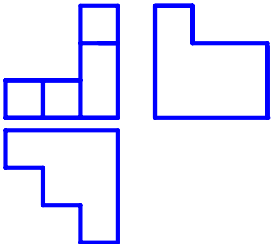

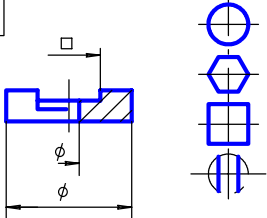
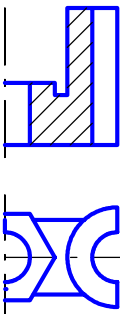
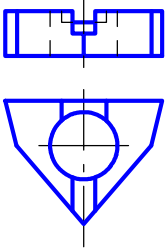
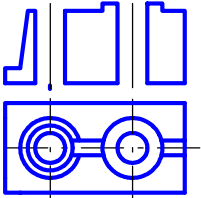
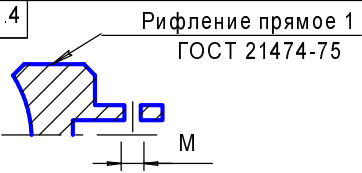
Зубчатое колесо 3 соединено с горизонтальным валом 4 с помощью призматической шпонки 18. Опорами вала являются два конических роликоподшипника 21, внутренние кольца которых туго посажены на цапфы (опорные части) вала. Наружные кольца роликоподшипников торцами упираются в крышки 5 и 6. Внутреннее кольцо правого подшипника упирается в торец вала 4, левого — в торец втулки 8.

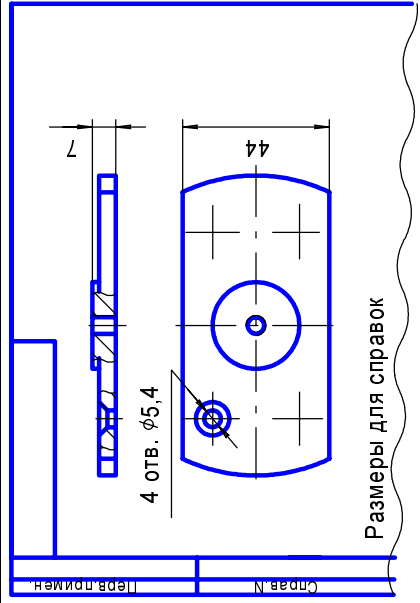
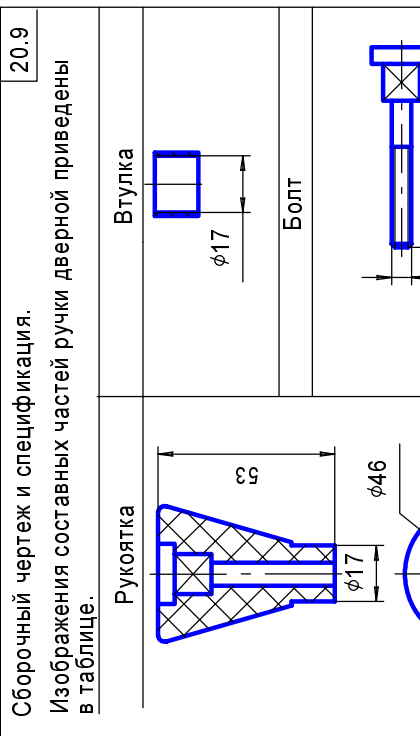
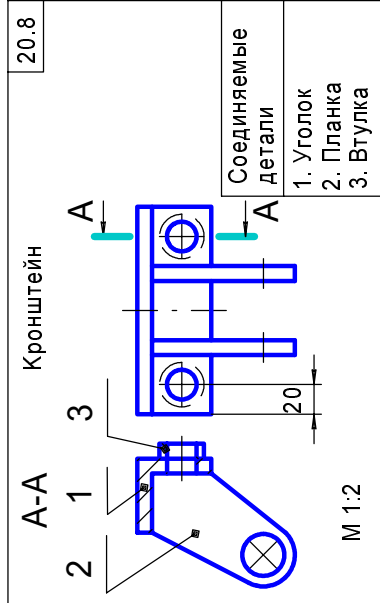
Для предупреждения осевого перемещения зубчатого колеса 3 торцы его упираются в заплечики вала 4 и втулки 8.

Подшипники смазываются густой (консистентной) смазкой. Для уплотнения мест вала в корпусе 2 и крышке 5 поставлены сальниковые кольца 19 и 20, изготовленные из полугрубошерстного войлока. Прокладка 10 обеспечивает плотное прилегание крышки 5 к корпусу 1 посредством шпилек 17, гаек и шайб, крышки 6 к корпусу 2 — посредством винтов 12 с потайными головками.

Корпусы 1 и 2 крепятся к опоре болтами 11, гайками и шайбами.

## Задания варианта 20

<p>20.1.1</p> 	<p>20.1.2</p> 	<p>20.1.3</p>  <p>20.1.4</p> 
<p>20.1.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.</p> <p>20.1.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.</p> <p>20.1.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.</p> <p>20.1.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>20.2.1</p> 	<p>20.2.2</p> 	<p>20.2.3</p>  <p>20.2.4</p> <p>Рифление прямое 1 ГОСТ 21474-75</p> 
<p>20.2.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.</p> <p>20.2.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.</p> <p>20.2.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.</p> <p>20.2.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		

<p>Сборочный чертеж и спецификация. Изображения составных частей ручки дверной приведены в таблице.</p>  <p>Размеры для справок</p>	<p>20.9</p> <p>Сборочный чертеж и спецификация. Изображения составных частей ручки дверной приведены в таблице.</p>  <p>Размеры для справок</p>
<p>20.8</p> <p>Кронштейн</p>  <p>Соединяемые детали</p> <p>1. Уголок 2. Планка 3. Втулка</p> <p>М 1:2</p>	<p>На рукоятку 1 надевается втулка 2 и эти детали приклепываются к основанию 3 болтом 4.</p> <p>Задание</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.</li> <li>2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.</li> <li>3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.</li> </ol>
<p>Завершить сборочный чертеж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.</p>	<p>Размеры для справок</p> <p>На рукоятку 1 надевается втулка 2 и эти детали приклепываются к основанию 3 болтом 4.</p> <p>Задание</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.</li> <li>2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.</li> <li>3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.</li> </ol>



20.10

20.11

20.12

По приведенным данным создать трехмерные модели, в заготовке чертежа выполнить разрезы и нанести размеры.

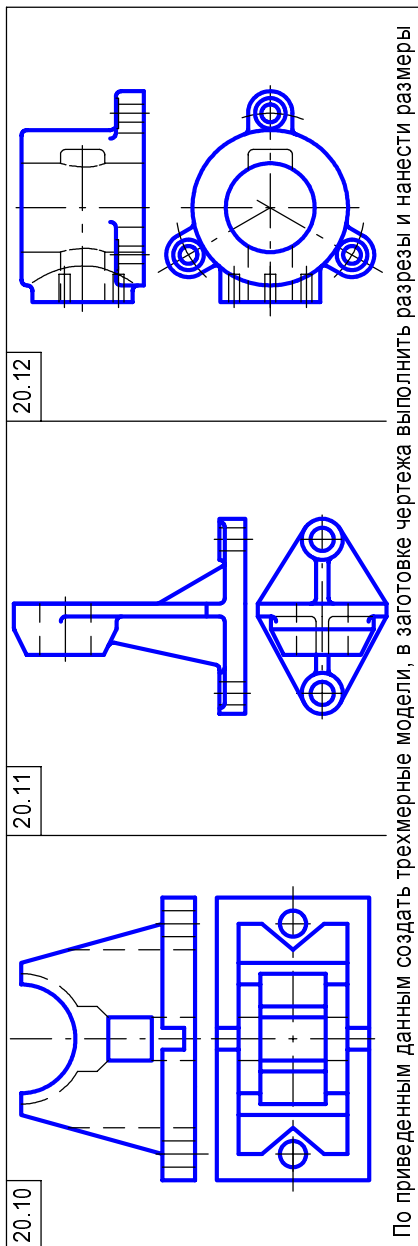
20.13

20.13

20.13

По изображениям 1...4 выполнить чертеж комплексной детали, используя обозначения параметров, принятые в таблице.

Варианты деталей	Горизонтальные размеры					Вертикальные размеры					Радиусы			Диаметры			
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	C1	D1	D2	D3	D4	D5
1	0	30	0	40	60	10	0	15	5	10	40	15	10	0	0	0	0
2	20	40	30	0	60	10	5	15	0	0	30	0	0	0	0	10	10



По приведенным данным создать трехмерные модели, в заготовке чертежа выполнить разрезы и нанести размеры

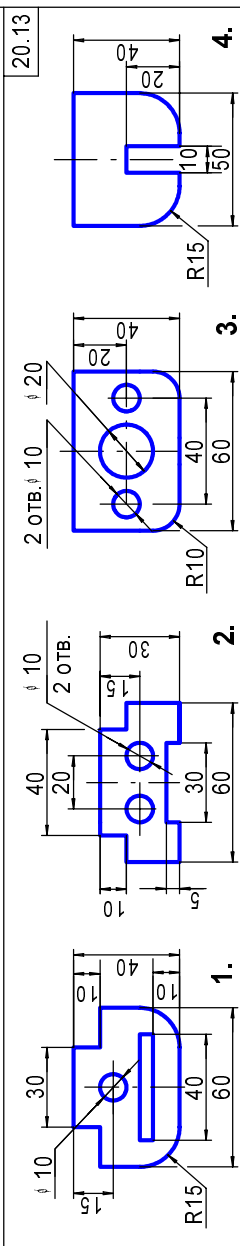


Таблица параметров

Варианты Деталей	Горизонтальные размеры					Вертикальные размеры					Радиусы		Диаметры	
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	C1	D1	D2
1	0	30	0	40	60	10	0	15	5	10	40	15	10	0
2	20	40	30	0	60	10	5	15	0	0	30	0	0	10

По изображениям 1...4 выполнить чертеж комплексной детали, используя обозначения параметров, принятые в таблице.

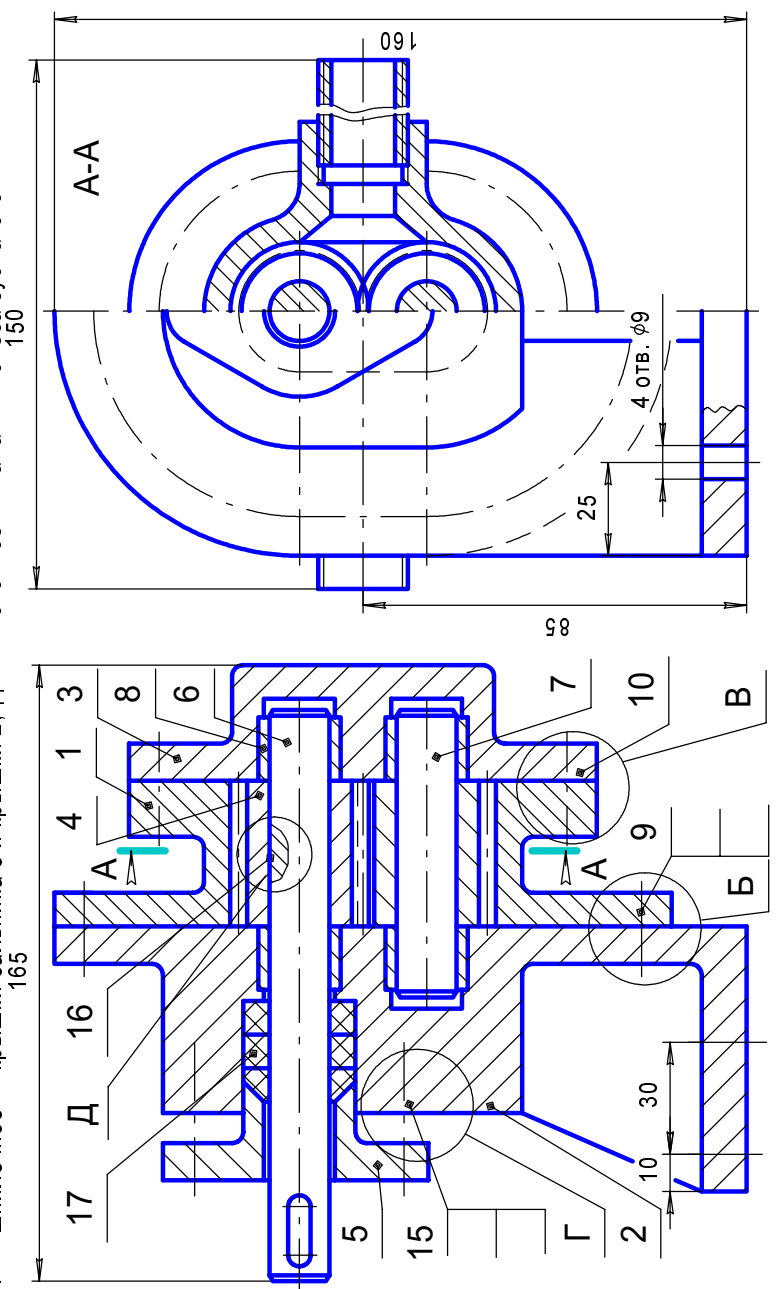
20.14.1

Насос шестеренчатый

По данным спецификации изобразить следующие соединения:

Б — болтовое — корпуса 1 и крышки 2; В — винтовое — корпуса 1 и крышки 3;

Г — шпилечное — крышки сальника 5 и крышки 2; Д — шпоночное — вала 6 и колеса зубчатого 4.



20.14.2		Завершить спецификацию насоса шестеренчатого				
формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ПМИГ.ХХХХХХ.020СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.020	Крышка	1	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.020	Корпус	1	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.020	Крышка	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.020	Колесо зубчатое $m = 2, z = 15$	2	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.020	Крышка сальника	1	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.020	Вал	1	
		7	ПМИГ.ХХХХ07.020	Ось	1	
		8	ПМИГ.ХХХХ08.020	Втулка	4	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		9		Болт М8...ГОСТ 7798-70	5	
		10		Винт М10...ГОСТ 17473-80	6	
				Гайка ... ГОСТ 5915-70		
				Гайка ... ГОСТ 5915-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 11371-73		
		15		Шпилька М8... ГОСТ 22032-76	2	
		16		Шпонка ...x20 ГОСТ 23360-78	2	
		17		Кольцо 14x28 МН5396-64	3	

## Описание насоса шестеренчатого

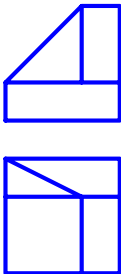
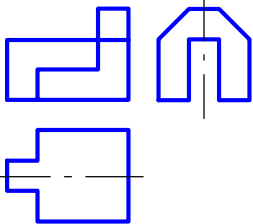
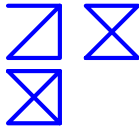
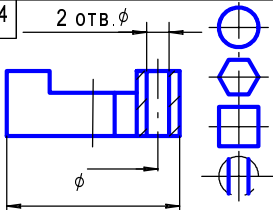
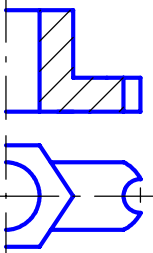
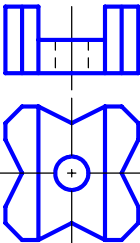
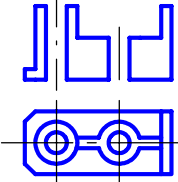
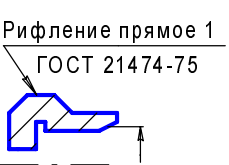
Насос состоит из пары цилиндрических зубчатых колес 4, установленных в стальной корпус 1. При вращении колес масло из всасывающей полости попадает между зубьями и стенкой корпуса и переносится в нагнетательную полость. Зубья колес препятствуют возвращению масла во всасывающую полость.

Чтобы избежать утечки масла, зазоры в сопряжениях насоса должны быть минимальными, особенно между зубьями и корпусом, а также по торцам зубчатых колес.

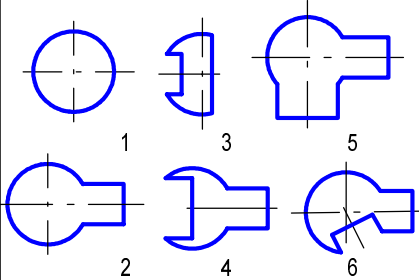
Шестеренчатый насос начинают собирать с запрессовки в крышки 2 и 3 втулок 8. Затем на втулки наносят слой солидола, который обеспечивает смазку для вала 6 и оси 7. С наружных сторон корпуса 1 помещают пропитанные нитролаком бумажные прокладки (на чертеже они не показаны), устанавливают крышку 3 и завинчивают винты 10. На оси 7 монтируют на призматической шпонке 16 зубчатое колесо 4, а на валу 6 — зубчатое колесо монтируют по посадке. Крышку 2 крепят болтами 9 к корпусу 1. Для уплотнения вала 6 в крышке 2 поставлены три сальниковых войлочных кольца 17, которые прижимаются к валу и крышке 2 сальниковой крышкой 5 и шпильками 15.

Вращательное движение двигателя передается на ведущий вал 6. Зубчатое колесо, находящееся на валу 6 и вращающееся от двигателя, является ведущим, второе — ведомым.

## Задания варианта 21

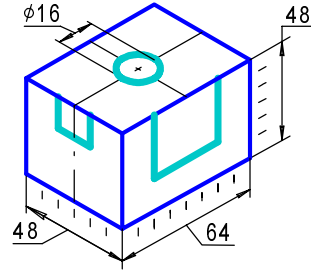
<p>21.1.1</p> 	<p>21.1.2</p> 	<p>21.1.3</p>  <p>21.1.4</p> 
<p>21.1.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.                  21.1.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.                  21.1.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.                  21.1.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>21.2.1</p> 	<p>21.2.2</p> 	<p>21.2.3</p>  <p>21.2.4</p>  <p>Рифление прямое 1 ГОСТ 21474-75</p>
<p>21.2.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.                  21.2.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.                  21.2.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.                  21.2.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		

21.3



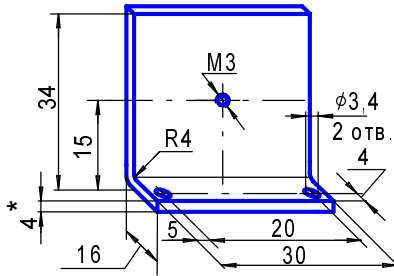
Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.

21.6



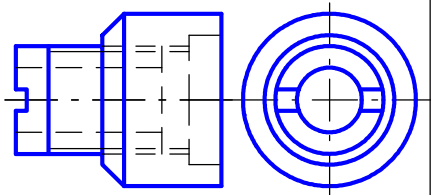
Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.

21.4



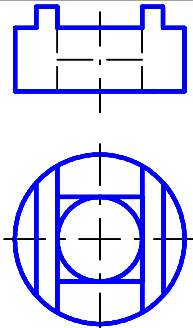
По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертёж.

21.7.1



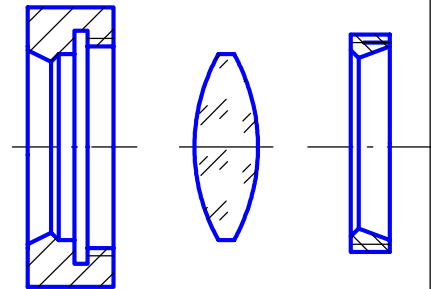
Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.

21.5



По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертёж втулки. На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.

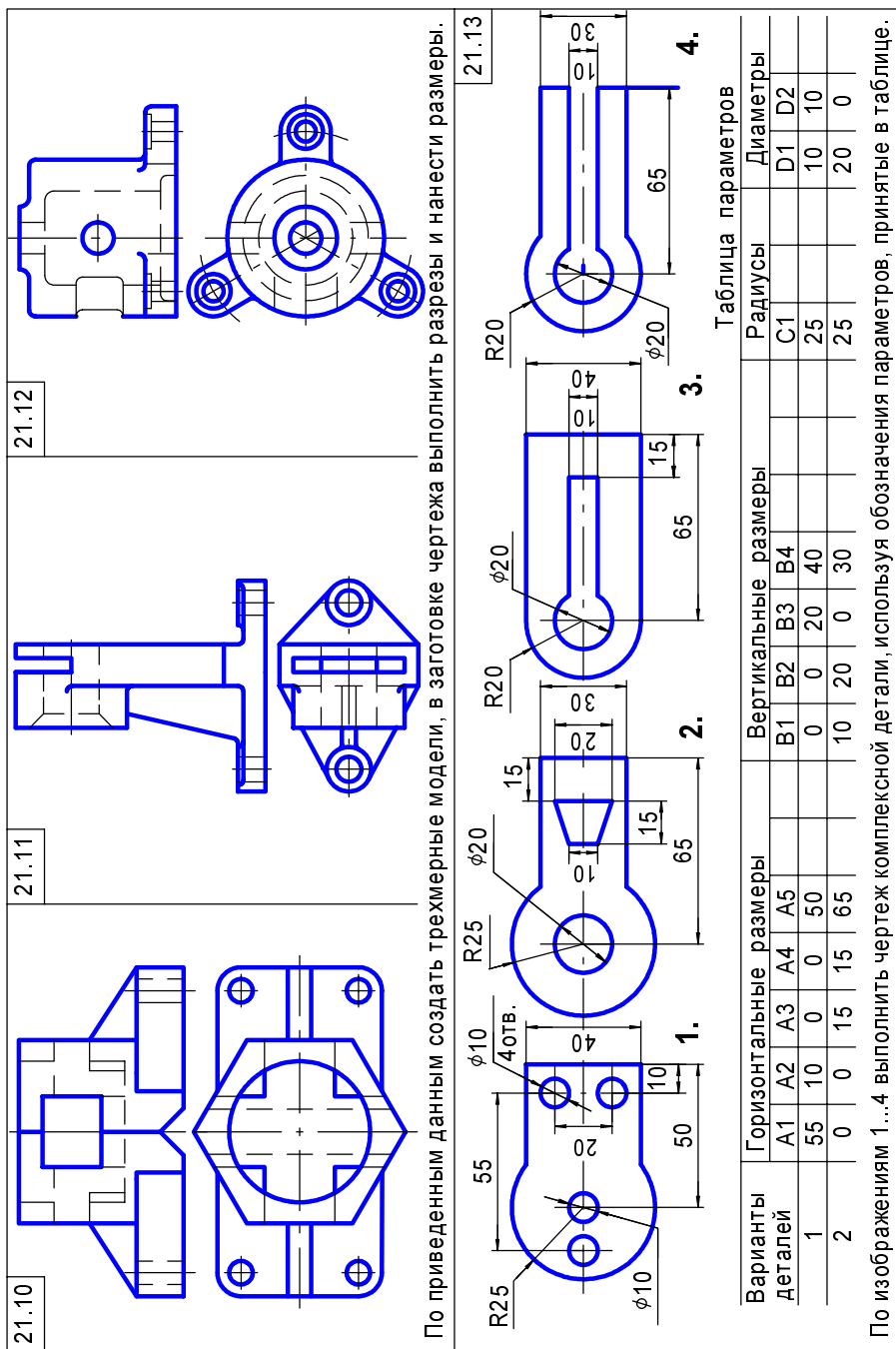
21.7.2



Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.

<p>Размеры для справок</p>	<p>Сборочный чертёж и спецификация.</p> <p>Изображения составных частей вставки приведены в таблице</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="132 685 250 806">Штырь</td> <td data-bbox="250 685 455 806"> <p>88</p> </td> <td data-bbox="132 482 250 685">Втулка</td> <td data-bbox="250 482 455 685"> </td> <td data-bbox="132 118 250 482">Гайка накидная φ40</td> <td data-bbox="250 118 455 482"> </td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td data-bbox="455 482 650 685">Полукольцо</td> <td data-bbox="455 482 650 685"> </td> <td data-bbox="455 118 650 482">Втулка M16x1</td> <td data-bbox="455 118 650 482"> </td> </tr> </table>	Штырь	<p>88</p>	Втулка		Гайка накидная φ40				Полукольцо		Втулка M16x1	
Штырь	<p>88</p>	Втулка		Гайка накидная φ40									
		Полукольцо		Втулка M16x1									
<p>Опора</p> <p>26</p> <p>1 2</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="539 806 740 991">Соединяемые детали</td> <td data-bbox="740 806 893 991"> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Втулка</li> <li>2. Угольник</li> </ol> </td> </tr> </table>	Соединяемые детали	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Втулка</li> <li>2. Угольник</li> </ol>	<p>21.8</p> <p>В корпус 1 вворачивается сверху втулка 2. Снизу вставляется штырь 3, обжатый двумя полукольцами 4, которые фиксируются втулкой 5 с навернутой на нее накидной гайкой 6.</p> <p>Задание</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.</li> <li>2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.</li> <li>3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.</li> </ol>										
Соединяемые детали	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Втулка</li> <li>2. Угольник</li> </ol>												
<p>Завершить сборочный чертёж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.</p>	<p>21.9</p>												





21.14.2		Завершить спецификацию насоса шестеренчатого				
формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ПМИГ.ХХХХХХ.021СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.021	Корпус	1	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.021	Колесо зубчатое $m = 3, z = 17$	2	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.021	Вал	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.021	Ось	1	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.021	Крышка	1	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.021	Крышка	1	
		7	ПМИГ.ХХХХ07.021	Гайка накидная	1	
		8	ПМИГ.ХХХХ08.021	Втулка	4	
		9	ПМИГ.ХХХХ09.021	Опора	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		10		Болт М12 ... ГОСТ 7798-70	4	
		11		Винт М10 ... ГОСТ 17473-80	6	
				Гайка ... ГОСТ 5915-70		
				Гайка ... ГОСТ 5915-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 11371-68		
				Шпилька М8 ... ГОСТ 22034-76	6	
		17		Шпонка ...х25 ГОСТ 23360-78	2	
		18		Кольцо 37х24х6 МН 180-61	3	

21.14.2		Завершить спецификации насоса шестеренчатого				
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ПМИГ.ХХХХХХ.021СБ	Сборочный чертёж		
				<u>Детали</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.021	Корпус	1	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.021	Колесо зубчатое m=3, z=17	2	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.021	Вал	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.021	Ось	1	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.021	Крышка	1	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.021	Крышка	1	
		7	ПМИГ.ХХХХ07.021	Гайка накидная	1	
		8	ПМИГ.ХХХХ08.021	Втулка	4	
		9	ПМИГ.ХХХХ09.021	Опора	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		10		Болт М12 ... ГОСТ 7798-70	4	
		11		Винт М10 ... ГОСТ 17473-80	6	
				Гайка ... ГОСТ 5915-70		
				Гайка ... ГОСТ 5915-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 11371-78		
				Шпилька М8 ... ГОСТ 22034-76	6	
		17		Шпонка 8х7х25 ГОСТ 23360-78	2	
		18		Кольцо 37х24х6 МН 180-61	3	

## Описание насоса шестеренчатого

В гидравлических системах применяют шестеренчатые, лопастные и плунжерные насосы.

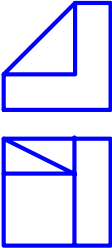
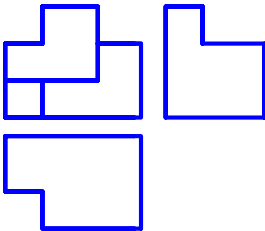
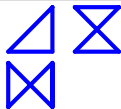
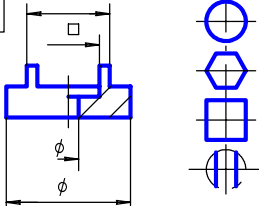
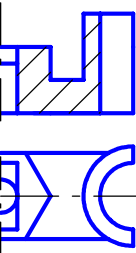
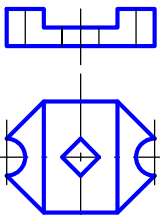
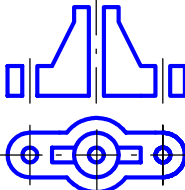
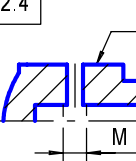
Шестеренчатые насосы создают давление масла (жидкости) до 12 атм. Конструкция этого насоса наиболее проста. Он состоит из пары цилиндрических зубчатых колес 2, установленных в чугунный корпус 1.

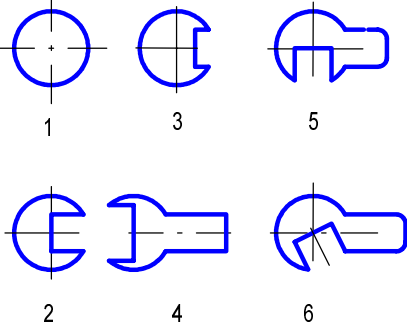
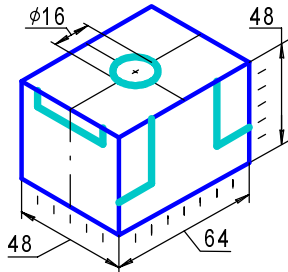
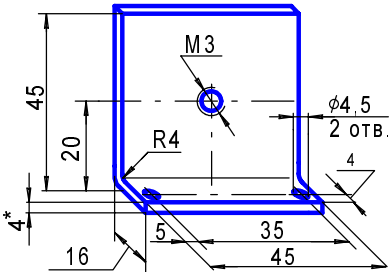
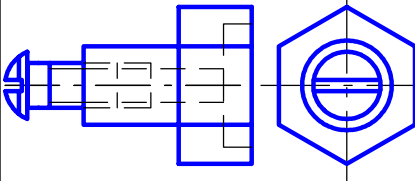
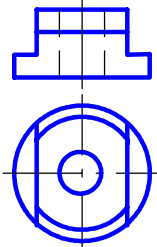
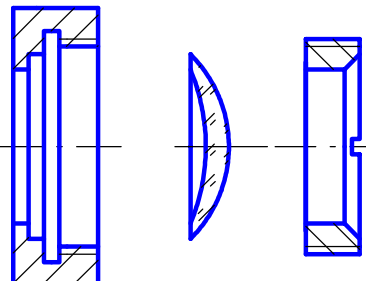
При вращении колес масло из всасывающей полости попадает между стенками корпуса и переносится в нагнетательную полость. Сцепляющиеся зубья колес препятствуют возвращению масла во всасывающую полость. Чтобы избежать утечки масла, зазоры должны быть минимальными, особенно между зубьями и корпусом, а также по торцам зубчатых колес.

Шестеренчатый насос начинают собирать с запрессовки в крышку 5 втулок 8. Затем на втулки 8 наносят слой солидола, который обеспечивает смазку для вала 3 и оси 4. С наружных сторон корпуса 1 помещают пропитанные нитролаком бумажные прокладки (на чертеже они не показаны), устанавливают крышку 5 и завинчивают винты 11. На ось 4 монтируют на призматической шпонке 18 зубчатое колесо 2. Крышку 6 устанавливают к корпусу 1 и крепят шпильками 16 с гайками и шайбами. Для уплотнения вала в крышке 6 поставлены сальниковые войлочные кольца 18, которые прижимаются к нему и крышке посредством гайки 7.

Корпус 1 к опоре 9 крепится болтами 10, гайками и шайбами.

## Задания варианта 22

<p>22.1.1</p> 	<p>22.1.2</p> 	<p>22.1.3</p>  <p>22.1.4</p> 
<p>22.1.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.          22.1.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.          22.1.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.          22.1.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>22.2.1</p> 	<p>22.2.2</p> 	<p>22.2.3</p>  <p>22.2.4</p>  <p>Рифление прямое 1 ГОСТ 21474-75</p>
<p>22.2.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.          22.2.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.          22.2.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.          22.2.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		

<p>22.3</p>  <p>1 3 5 2 4 6</p> <p>Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.</p>	<p>22.6</p>  <p>Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.</p>
<p>22.4</p>  <p>По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертеж.</p>	<p>22.7.1</p>  <p>Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.</p>
<p>22.5</p>  <p>По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки. На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.</p>	<p>22.7.2</p>  <p>Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.</p>

<p>Размеры для справок</p>	<p>Сборочный чертеж и спецификация. Изображения составных частей вилки приведены в таблице</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="222 636 487 855"> <p>Контакт</p> </td> <td data-bbox="222 437 487 636"> <p>Втулка</p> </td> <td data-bbox="222 239 487 437"> <p>Гайка накидная</p> </td> <td data-bbox="222 123 487 239"> <p>Крышка</p> </td> </tr> </table>	<p>Контакт</p>	<p>Втулка</p>	<p>Гайка накидная</p>	<p>Крышка</p>
<p>Контакт</p>	<p>Втулка</p>	<p>Гайка накидная</p>	<p>Крышка</p>		
<p>22.8</p> <p>Основание</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="776 855 933 1049"> <p>Соединяемые детали</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Втулка</li> <li>2. Угольник</li> <li>3. Втулка</li> </ol> </td> </tr> </table>	<p>Соединяемые детали</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Втулка</li> <li>2. Угольник</li> <li>3. Втулка</li> </ol>	<p>Размеры для справок</p> <p>Контакт 1 (армированное изделие) вставляется во втулку 2, на которую надевается гайка накидная 3. Эта "сборка" вставляется в отверстие φ8 корпуса 4 и через отверстие φ2 припаивается к корпусу. При этом пазы под кабель контакта и втулки совмещаются с отверстием φ4 корпуса. Сверху в паз корпуса вставляется крышка 5.</p> <p>Крышку паять ПОС40 ГОСТ 21931-76 после заделки кабеля.</p> <p>Задание</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.</li> <li>2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.</li> <li>3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.</li> </ol>			
<p>Соединяемые детали</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Втулка</li> <li>2. Угольник</li> <li>3. Втулка</li> </ol>					
<p>Завершить сборочный чертеж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.</p>					

22.9

R2

φ7

φ5

10

φ2

1.5

R2

φ

R2

φ8

φ7

9

7

9

φ8

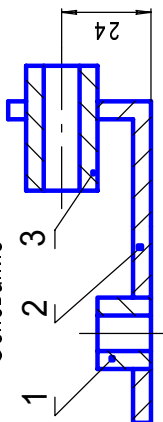
φ15

M12x0.75

φ9

22.8

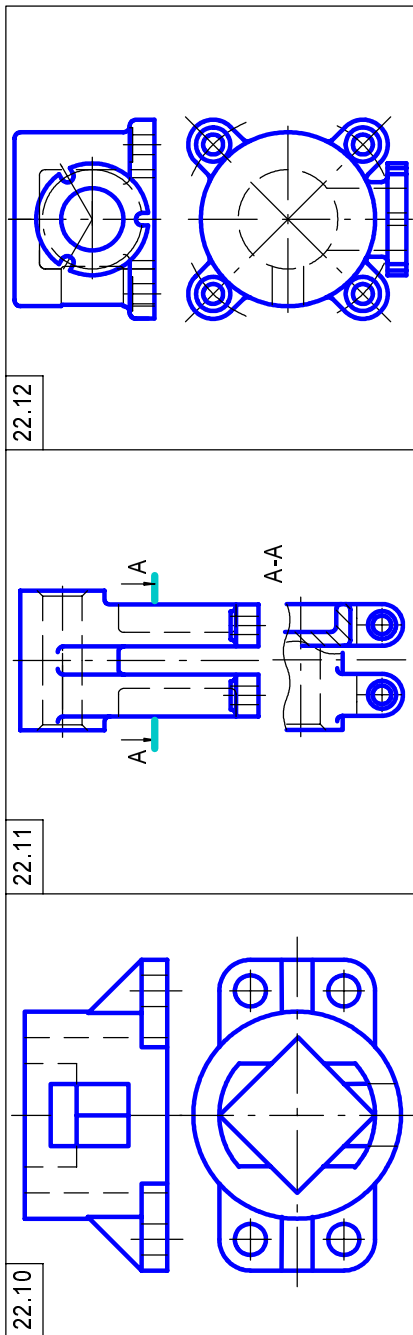
Основание



Соединяемые детали

1. Втулка
2. Угольник
3. Втулка

Завершить сборочный чертеж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.



По приведенным данным создать трехмерные модели, в заготовке чертёжа выполнить разрезы и нанести размеры.

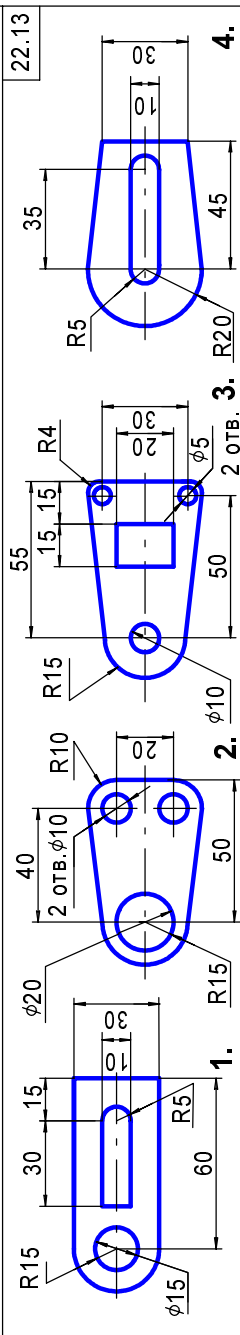


Таблица параметров

Варианты Деталей	Горизонтальные размеры					Вертикальные размеры					Радиусы				Диаметры			
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	D1	D2	D3	D4	
1	60	30	15	-	-	30	10	-	-	-	5	15	-	15	0	-	-	
2	50	-	-	40	-	20	-	-	-	-	-	15	10	20	10	-	-	

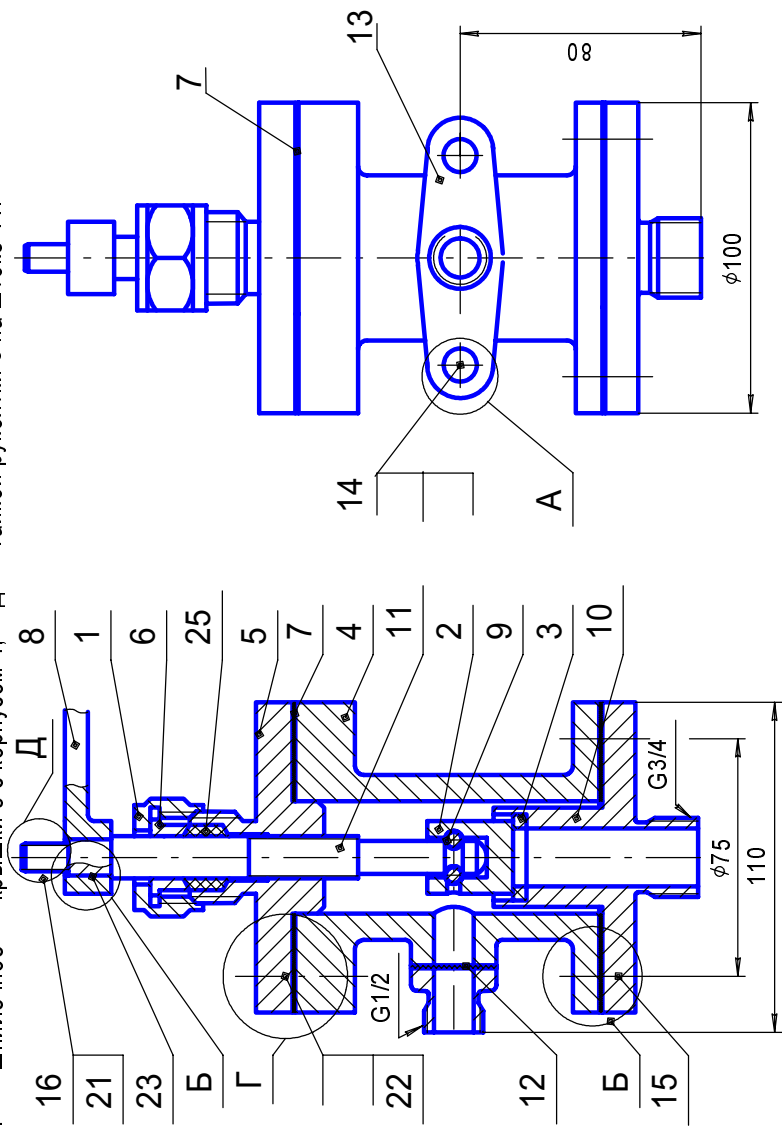
По изображениям 1...4 выполнить чертёж комплексной детали, используя обозначения параметров, принятые в таблице.



22.14.1

Регулятор

По данным спецификации изобразить следующие соединения: А — болтовое — фланца 13 с корпусом 4;  
 Б — шпоночное — рукоятки 8 со штоком 11; В — винтовое — фланца 10 с корпусом 4;  
 Г — шпилечное — крышки 5 с корпусом 4; Д — гайкой рукоятки 8 на штоке 11.



22.14.2		Завершить спецификацию регулятора				
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Детали</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.022	Гайка накидная	1	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.022	Клапан	1	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.022	Кольцо	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.022	Корпус	1	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.022	Крышка	1	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.022	Крышка сальника	1	
		7	ПМИГ.ХХХХ07.022	Прокладка	2	
		8	ПМИГ.ХХХХ08.022	Рукоятка	1	
		9	ПМИГ.ХХХХ09.022	Скоба проволочная	1	
		10	ПМИГ.ХХХХ10.022	Фланец	1	
		11	ПМИГ.ХХХХ11.022	Шток	1	
		12	ПМИГ.ХХХХ12.022	Прокладка	1	
		13	ПМИГ.ХХХХ13.022	Фланец	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		14		Болт М12 ... ГОСТ 7798-70	2	
		15		Винт М8 ... ГОСТ 1491-80	4	
		16		Гайка М10 ... ГОСТ 5915-70	1	
				Гайка М ... ГОСТ 5915-70		
				Гайка М ... ГОСТ 5915-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 11371-78		
				Шайба ... ГОСТ 11371-78		
		22		Шпилька М8 ... ГОСТ 22032-76	4	
		23		Шпонка ...x15 ГОСТ 23360-78	1	
				<u>Материалы</u>		
		24		Пенька ГОСТ 5152-66	0,1	кг

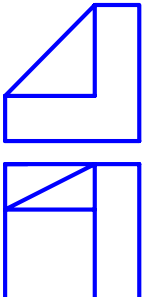
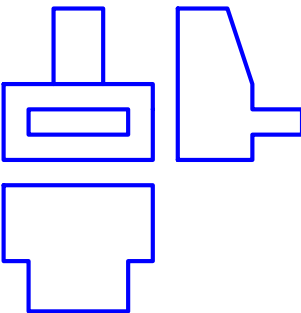
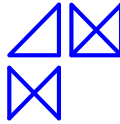
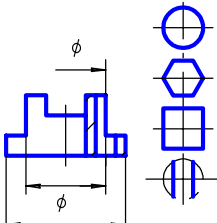
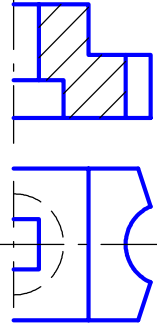
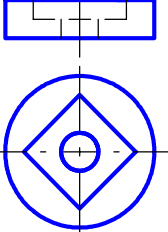
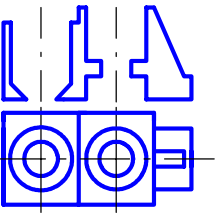
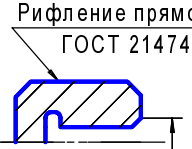
## Описание регулятора

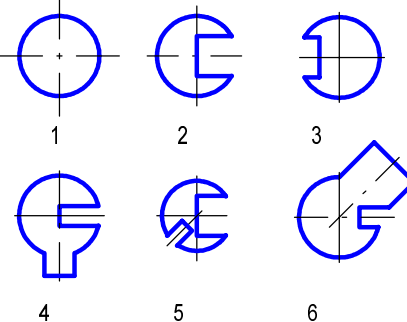
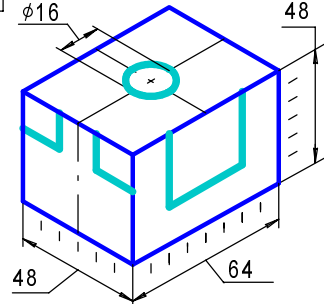
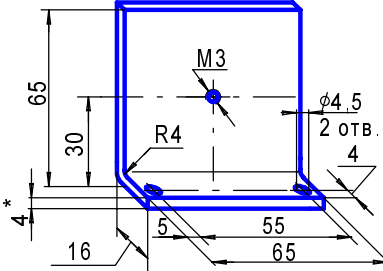
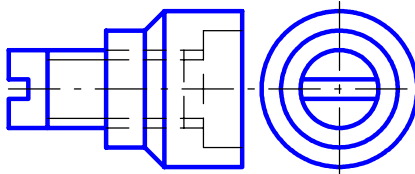
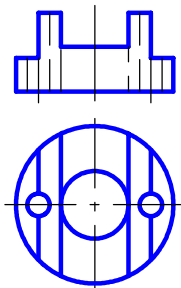
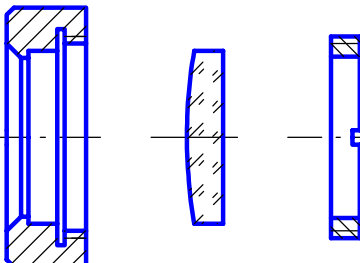
Регулятор — устройство, регулирующее величину проходящей через трубопроводы рабочей среды путем частичного или полного перекрытия проходного отверстия.

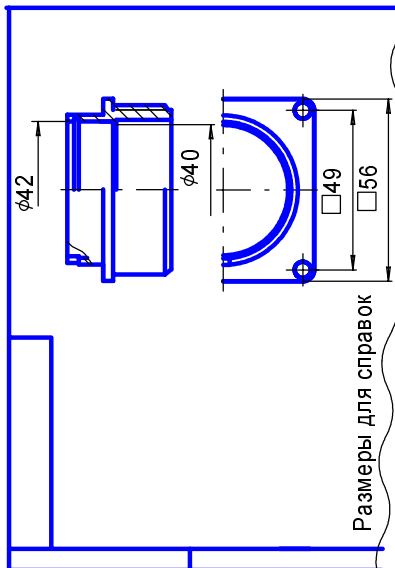
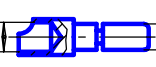
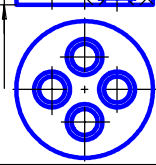
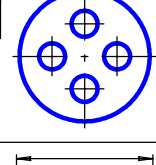
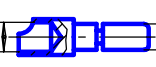
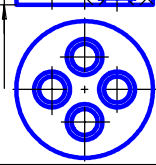
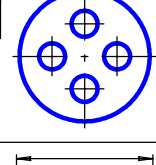
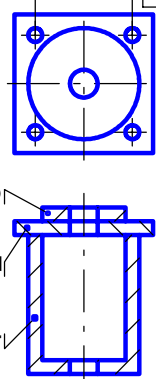
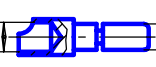
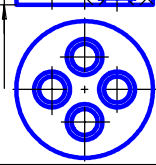
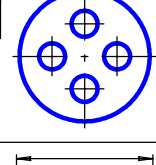
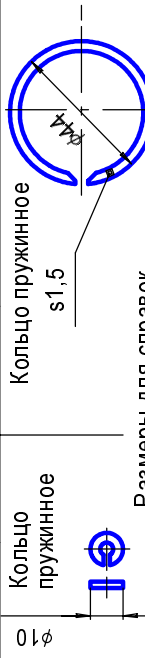
С помощью рукоятки 8, соединенной со штоком 11 призматической шпонкой 23, вручную осуществляется подъем и спускание клапана 2. Крышка 5 скреплена с корпусом 1 шпильками 22, гайками и шайбами. Фланец 10 крепится к корпусу винтами 15, а фланец 13 крепится посредством болтов 14, гаек и шайб.

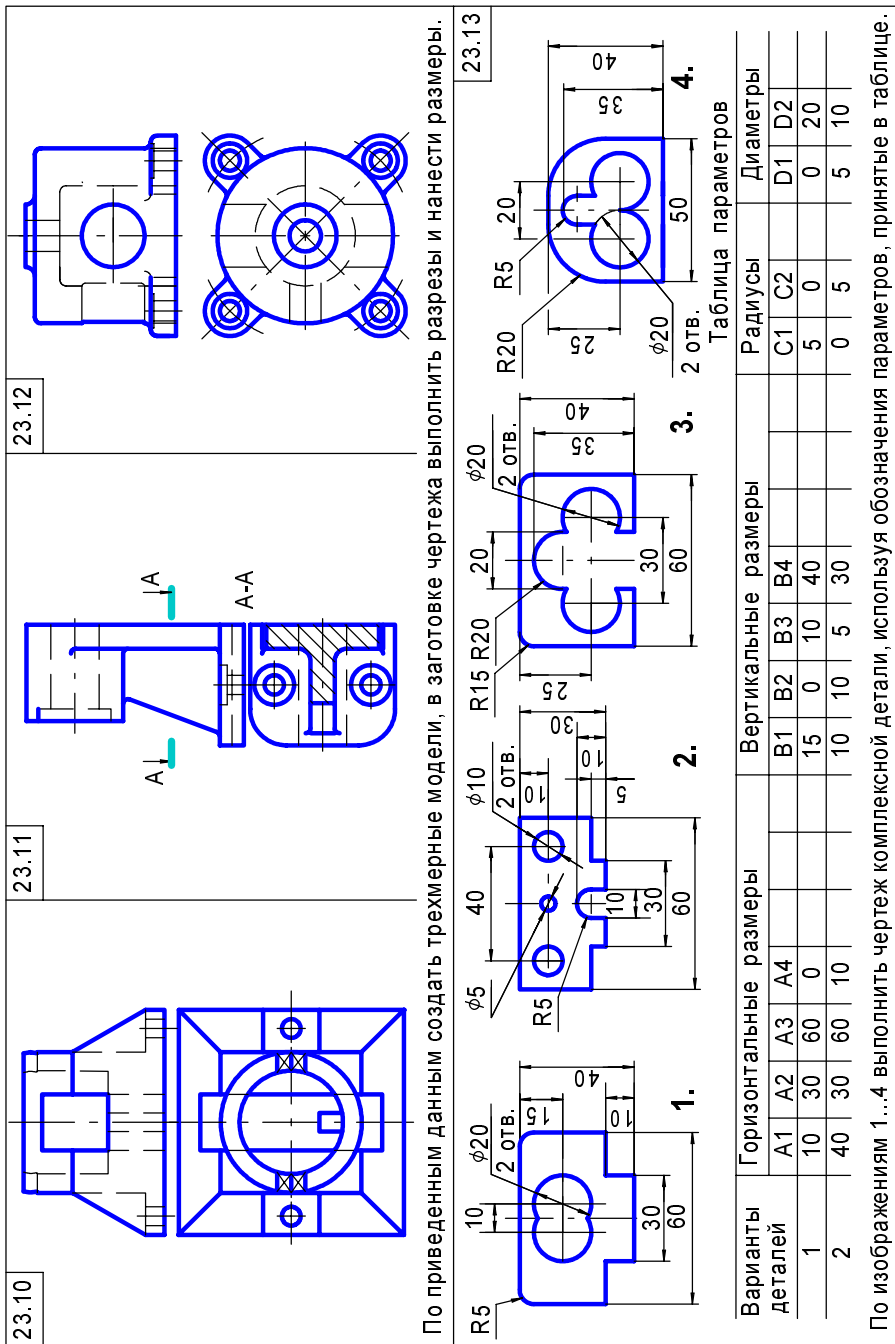
Для обеспечения герметичности регулятора в крышке 5 устроено сальниковое уплотнение 25, состоящее из пеньковой просаленной набивки. Набивка уплотняется крышкой сальника 6 и накидной гайкой 1. На чертеже регулятор изображен в закрытом положении, когда клапан перекрывает отверстие фланца 10. Клапан соединен со штоком 11 посредством проволочной скобы 9.

## Задания варианта 23

<p>23.1.1</p> 	<p>23.1.2</p> 	<p>23.1.3</p>  <p>23.1.4</p> 
<p>23.1.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.                  23.1.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.                  23.1.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.                  23.1.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>23.2.1</p> 	<p>23.2.2</p> 	<p>23.2.3</p>  <p>23.2.4</p> <p>Рифление прямое 1 ГОСТ 21474-75</p> 
<p>23.2.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.                  23.2.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.                  23.2.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.                  23.2.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		

<p>23.3</p>  <p>1 2 3</p> <p>4 5 6</p> <p>Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.</p>	<p>23.6</p>  <p>$\phi 16$ 48 48 64</p> <p>Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.</p>
<p>23.4</p>  <p>65 30 4* 16 5 55 65</p> <p>M3 R4 $\phi 4.5$ 2 отв. 4</p> <p>По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертеж.</p>	<p>23.7.1</p>  <p>Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.</p>
<p>23.5</p>  <p>По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки. На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.</p>	<p>23.7.2</p>  <p>Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.</p>

<p>Сборочный чертеж и спецификация.</p> <p>23.9</p>	 <p>Размеры для справок</p>						
<p>Изображения составных частей разреза четырештырькового приведены в таблице.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Штеккер</th> <th>Изолятор 6,5</th> <th>Изолятор 5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Штеккер	Изолятор 6,5	Изолятор 5				<p>23.8</p> <p>Кожух</p>  <p>Соединяемые детали</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кожух</li> <li>2. Фланец</li> <li>3. Шайба</li> </ol> <p>М 1:2,5</p> <p>Завершить сборочный чертеж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.</p>
Штеккер	Изолятор 6,5	Изолятор 5					
							
<p>Кольцо пружинное</p> <p>Кольцо пружинное</p> <p>Размеры для справок</p> 	<p>В корпус 1 вставляется изолятор 2, затем изолятор 3. Они закрепляются пружинным кольцом 4. В отверстия изоляторов вставляются штекеры 5, которые закрепляются с помощью пружинных колец 6.</p> <p>Задание</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.</li> <li>2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.</li> <li>3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.</li> </ol>						







23.14.2		Завершить спецификацию вентиля углового				
формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Детали</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.023	Корпус	1	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.023	Крышка	1	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.023	Шпindelь	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.023	Клапан	1	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.023	Втулка	1	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.023	Крышка сальника	1	
		7	ПМИГ.ХХХХ07.023	Фланец	1	
		8	ПМИГ.ХХХХ08.023	Ручка	1	
		9	ПМИГ.ХХХХ09.023	Прокладка	1	
		10	ПМИГ.ХХХХ010.023	Скоба проволочная	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		12		Болт М10х... ГОСТ 7798-70	4	
		13		Винт М12х... ГОСТ 1491-72	2	
		14		Гайка ... ГОСТ 5918-73		
				Гайка ... ГОСТ 5918-73		
				Гайка ... ГОСТ 5918-73		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 11371-78		
				Шайба ... ГОСТ 11371-78		
		20		Шплинт 5Х28 ГОСТ 397-79	1	
		21		Шпилька М8х...ГОСТ 22032-76	4	
		22		Шпонка ...х20 ГОСТ 23360-78	1	
				<u>Материалы</u>		
		23		Набивка АПД ГОСТ 5152-66	0,02	кг

## Описание вентиля углового

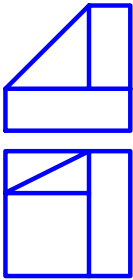
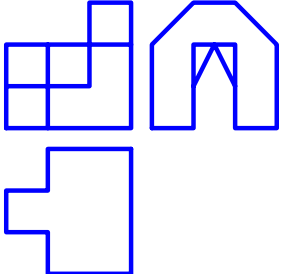
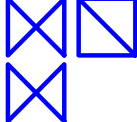
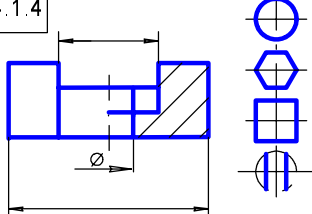
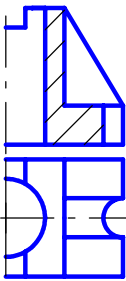
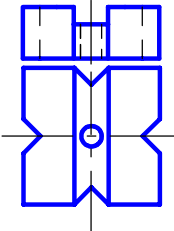
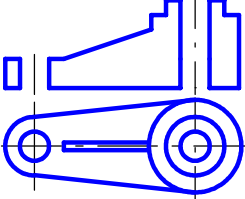
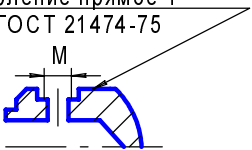
Вентиль — запорное устройство для включения или выключения участка трубопровода, а также для регулирования движения в трубопроводе пара, газа или жидкости.

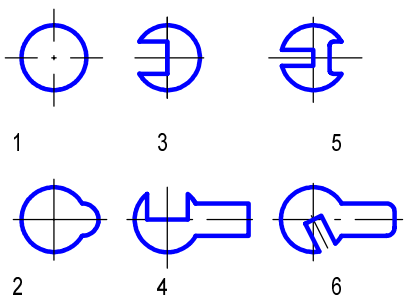
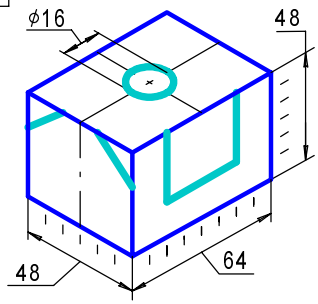
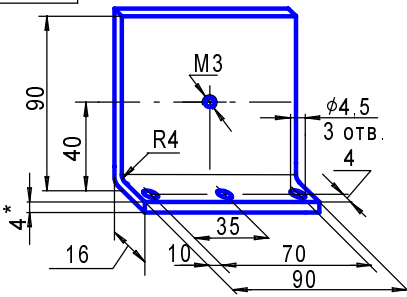
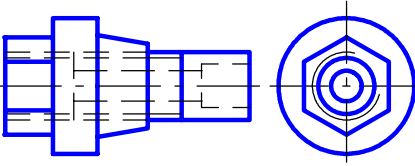
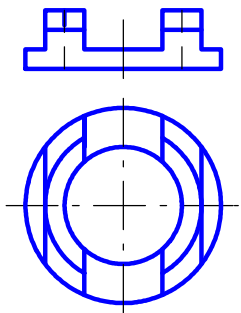
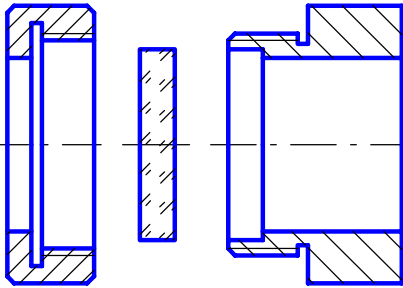
Корпус 1 соединен с крышкой 2 болтами, с фланцем 7 — винтами. Регулирование подачи жидкости производится вручную с помощью ручки 8, соединенной со шпинделем 3 шпонкой 22. Шпиндель соединяется посредством проволочной скобы 10 с клапаном 4.

При повороте ручки против часовой стрелки шпиндель с укрепленным на нем клапаном поднимается. При этом зазор между клапаном 4 и втулкой 5 увеличивается, количество пропускаемой трубопроводом жидкости возрастает.

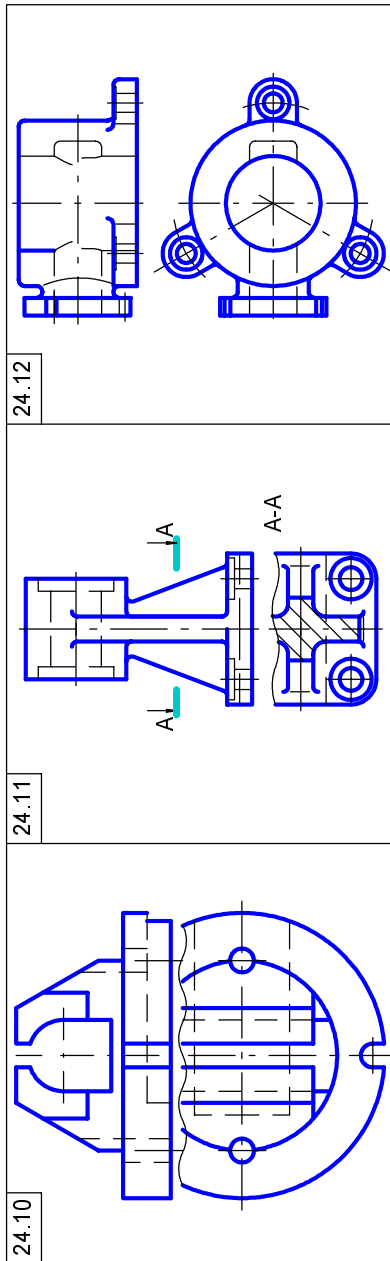
При повороте ручки в обратную сторону (по часовой стрелке) клапан опускается, и количество подаваемой жидкости уменьшается до полного закрытия отверстия. Для того чтобы жидкость не выходила наружу, в крышке 2 имеется углубление для сальниковой набивки 23. Сальниковая набивка уплотняется крышкой 6 при помощи шпилек 21, шайб и гаек.

## Задания варианта 24

<p>24.1.1</p> 	<p>24.1.2</p> 	<p>24.1.3</p>  <p>24.1.4</p> 
<p>24.1.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.          24.1.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.          24.1.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.          24.1.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>24.2.1</p> 	<p>24.2.2</p> 	<p>24.2.3</p>  <p>24.2.4</p> <p>Рифление прямое 1 ГОСТ 21474-75</p> 
<p>24.2.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.          24.2.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.          24.2.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.          24.2.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		

<p>24.3</p>  <p>1 3 5 2 4 6</p> <p>Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.</p>	<p>24.6</p>  <p>Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.</p>
<p>24.4</p>  <p>По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертеж.</p>	<p>24.7.1</p>  <p>Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.</p>
<p>24.5</p>  <p>По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки. На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.</p>	<p>24.7.2</p>  <p>Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.</p>

<p>Справ. N Лист N 11</p>	Сборочный чертёж и спецификация.	24.9
Изображения составных частей разъёма приведены в таблице.		
<p>Каркас</p> <p>М 1:2</p>	Размеры для справок	24.8
Завершить сборочный чертёж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.	Вставка 1 (армированное изделие) и втулка 2 устанавливаются в корпус 3 и фиксируются заглушкой 4. Гайка 5 приворачивается к корпусу, а гайка 6 соединяется с корпусом путем завальцовки края гайки за буртик φ22 корпуса.	24.8
Задание	1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей. 2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей. 3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.	24.8
Соединяемые детали	1. Кожух 2. Стойка 3. Втулка	24.8

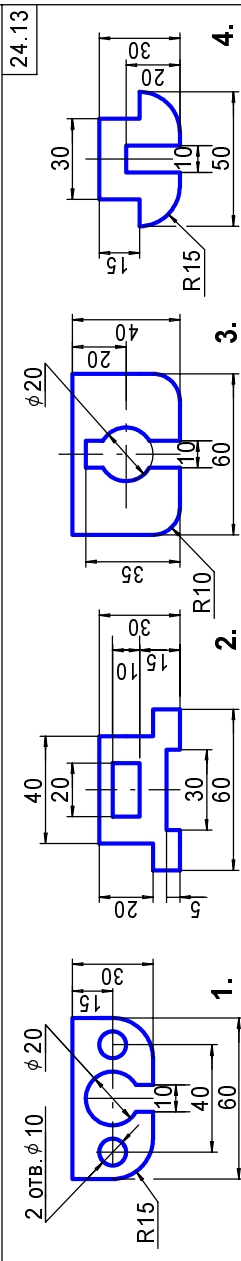


24.12

24.11

24.10

По приведенным данным создать трехмерные модели, в заготовке чертежа выполнить разрезы и нанести размеры



24.13

Таблица параметров

Варианты деталей	Горизонтальные размеры					Вертикальные размеры					Радиусы			Диаметры			
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	C1	D1	D2	D3	D4	D5
1	40	0	10	0	60	0	-	15	0	0	30	15	20	10			
2	0	40	30	20	60	20	5	0	10	15	30	0	0	0			

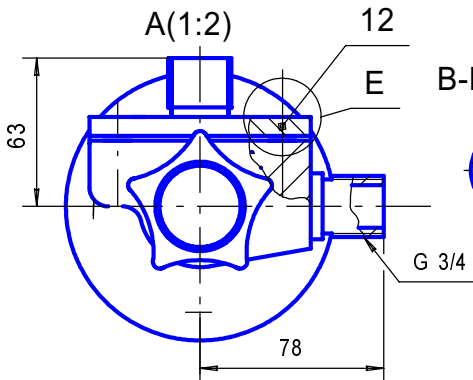
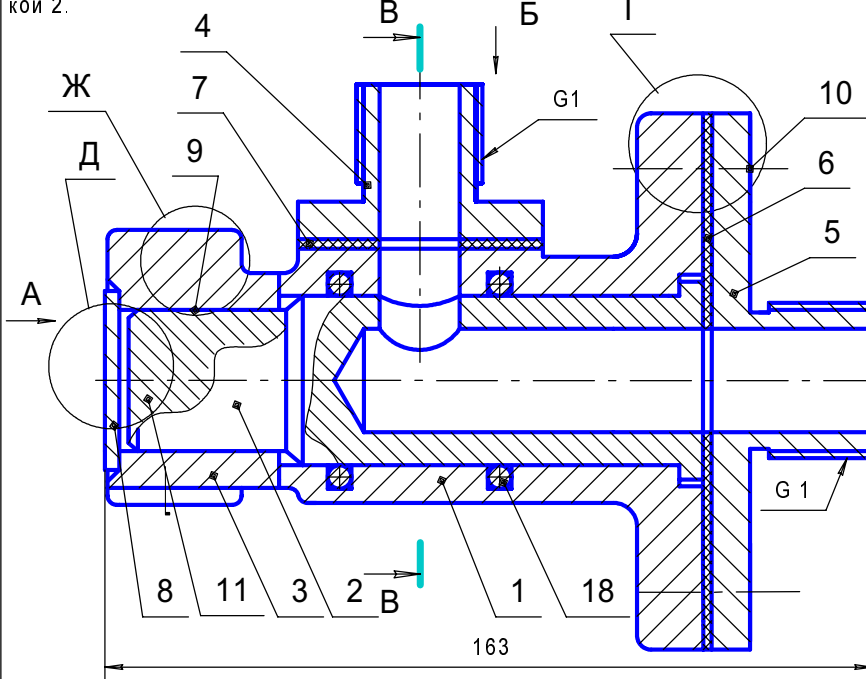
По изображениям 1...4 выполнить чертёж комплексной детали, используя обозначения параметров, принятые в таблице.

24.14.1

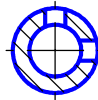
## Кран распределительный

По данным из спецификации изобразить следующие соединения:

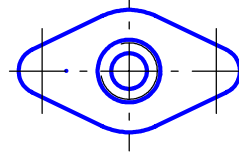
Г — болтовое — фланца 5 с корпусом 1; Д — винтовое — рукоятки 3 с пробкой 2;  
 Е — шпилечное — фланца 4 с корпусом 1; Ж — шпоночное — рукоятки 3 с пробкой 2.



В-В(1:2) дет. поз. 2



Б(1:2) дет. поз. 4



24.14.2			Завершить спецификацию крана распределительного			
формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ПМИГ.ХХХХХХ.024СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.024	Корпус	1	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.024	Пробка	1	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.024	Рукоятка	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.024	Фланец	2	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.024	Фланец	1	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.024	Прокладка	1	
		7	ПМИГ.ХХХХ07.024	Прокладка	2	
		8	ПМИГ.ХХХХ07.024	Шайба	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		9		Болт М12 ... ГОСТ 7798-70	4	
		10		Винт М6 ... ГОСТ 1481-84	1	
				Гайка М ... ГОСТ 5915-70		
				Гайка М ... ГОСТ 5915-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
		16		Шпилька М10 ... ГОСТ 22032-76	4	
		17		Шпонка ...х30 ГОСТ 23360-76		
		18		Кольцо Н1-0х35х-2 ГОСТ 9833-61		



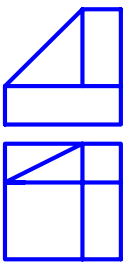
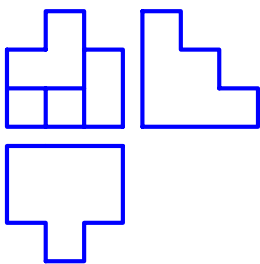
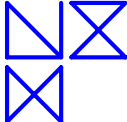
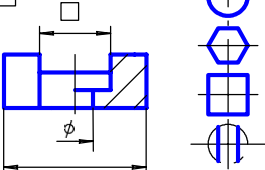
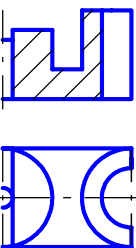
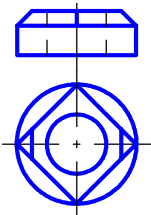
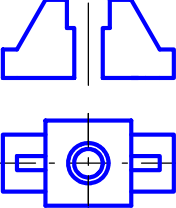
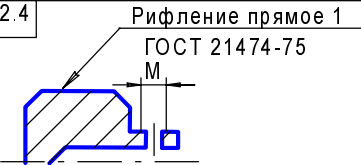
## Описание крана распределительного

Распределительный кран является одним из видов арматуры трубопроводов и предназначается для одновременной подачи жидкости по двум трубопроводам.

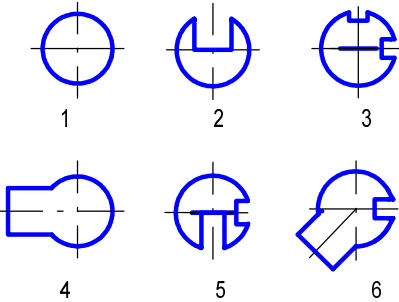
Кран состоит из корпуса 1, в котором установлена цилиндрическая пробка 2. В пробке выполнено осевое цилиндрическое отверстие, соединяющееся с полостями двух цилиндрических отверстий. На свободный цилиндрический конец пробки установлена шпонка 17, которая передает вращательное движение пробке от рукоятки 3. Фланец 4 крепится к корпусу 1 с помощью шпилек 16, шайб и гаек. Фланец 5 закреплен на корпусе с помощью болтов 9, шайб и гаек. На чертеже кран изображен в открытом положении.

При положении рукоятки 3, указанном на чертеже, жидкость по трубопроводу (трубопроводы на чертеже не указаны) подходит к крану и по отверстиям пробки 2 проходит в полости цилиндрических отверстий корпуса и фланца 4 и поступает к трубопроводам системы. Пробка 2 при повороте на  $90^\circ$  в любую сторону цилиндрической частью перекрывает отверстие в корпусе, и жидкость не поступает в трубопроводы. Для обеспечения герметичности пробки 2 установлены резиновые кольца 18. Фланец 4 и корпус 1 уплотнены прокладками 7. Герметизация фланца 5 и корпуса осуществлена прокладкой 6.

## Задания варианта 25

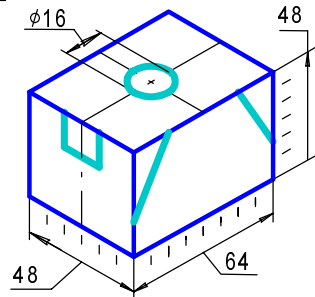
<p>25.1.1</p> 	<p>25.1.2</p> 	<p>25.1.3</p>  <p>25.1.4</p> 
<p>25.1.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.                  25.1.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.                  25.1.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.                  25.1.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>25.2.1</p> 	<p>25.2.2</p> 	<p>25.2.3</p>  <p>25.2.4</p> <p>Рифление прямое 1 ГОСТ 21474-75</p> 
<p>25.2.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.                  25.2.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.                  25.2.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.                  25.2.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		

25.3



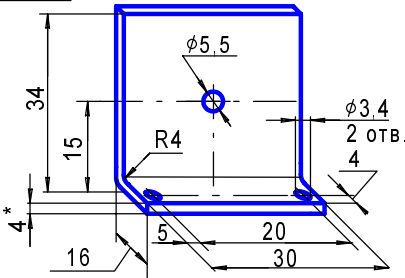
Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.

25.6



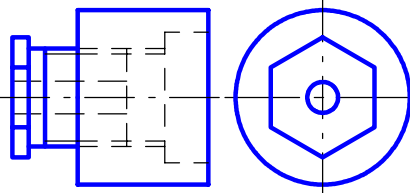
Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.

25.4



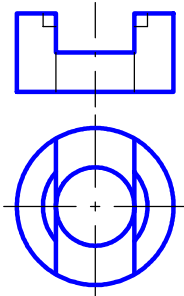
По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертеж.

25.7.1



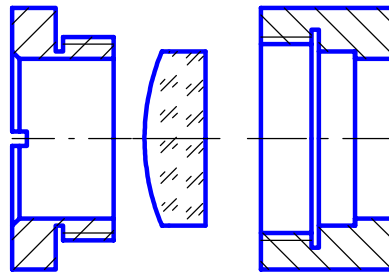
Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.

25.5



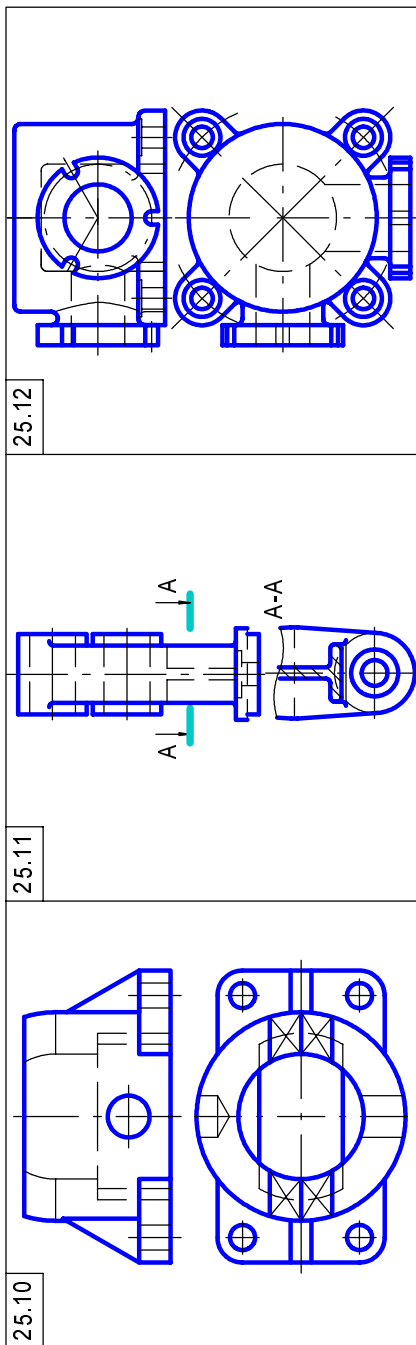
По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки. На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.

25.7.2



Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.

<p>Справка №</p> <p>Лист №</p> <p>М8x1</p> <p>M16</p> <p>M36x3</p> <p>φ48</p> <p>φ20</p> <p>Размеры для справок</p>	<p>Сборочный чертеж и спецификация.</p> <p>25.9</p> <p>Клапан предназначен для автоматического поддержания постоянного давления воздуха в измерительных системах. Изображения составных частей клапана приведены в таблице.</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="258 710 391 842">Шток</td> <td data-bbox="258 322 391 702">Крышка</td> <td data-bbox="258 122 391 313">Пружина</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td data-bbox="397 710 608 842">Мембрана</td> <td data-bbox="397 322 608 702">Размеры для справок</td> <td data-bbox="397 122 608 313">Винт M2x12 ГОСТ 17475-80</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Шток	Крышка	Пружина				Мембрана	Размеры для справок	Винт M2x12 ГОСТ 17475-80			
Шток	Крышка	Пружина											
Мембрана	Размеры для справок	Винт M2x12 ГОСТ 17475-80											
<p>25.8</p> <p>Крышка</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>48</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="770 859 933 1057">Соединяемые детали</td> </tr> <tr> <td data-bbox="770 1057 933 1462">                     1. Втулка                      2. Пластина                 </td> </tr> </table> <p>М 1:2,5</p>	Соединяемые детали	1. Втулка 2. Пластина	<p>В цилиндрическую канавку корпуса 1 устанавливается пружина 2, надетая на шток 3. Подпружиненный шток закрывается мембраной 4, которая устанавливается в торцевое углубление корпуса таким образом, чтобы ее выпуклая часть была обращена в сторону крышки 5. Крышка крепится к корпусу с помощью четырех винтов.</p> <p>Задание</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.</li> <li>2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.</li> <li>3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.</li> </ol>										
Соединяемые детали													
1. Втулка 2. Пластина													
<p>Завершить сборочный чертеж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.</p>													



По приведенным данным создать трехмерные модели, в заготовке чертёжа выполнить разрезы и нанести размеры.

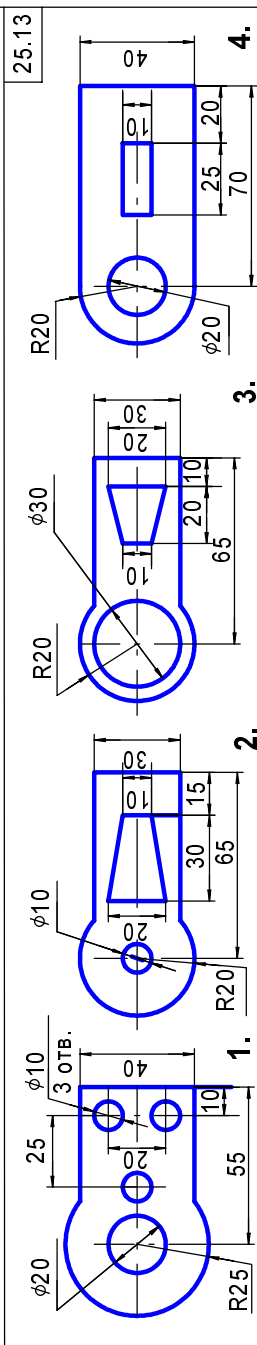


Таблица параметров

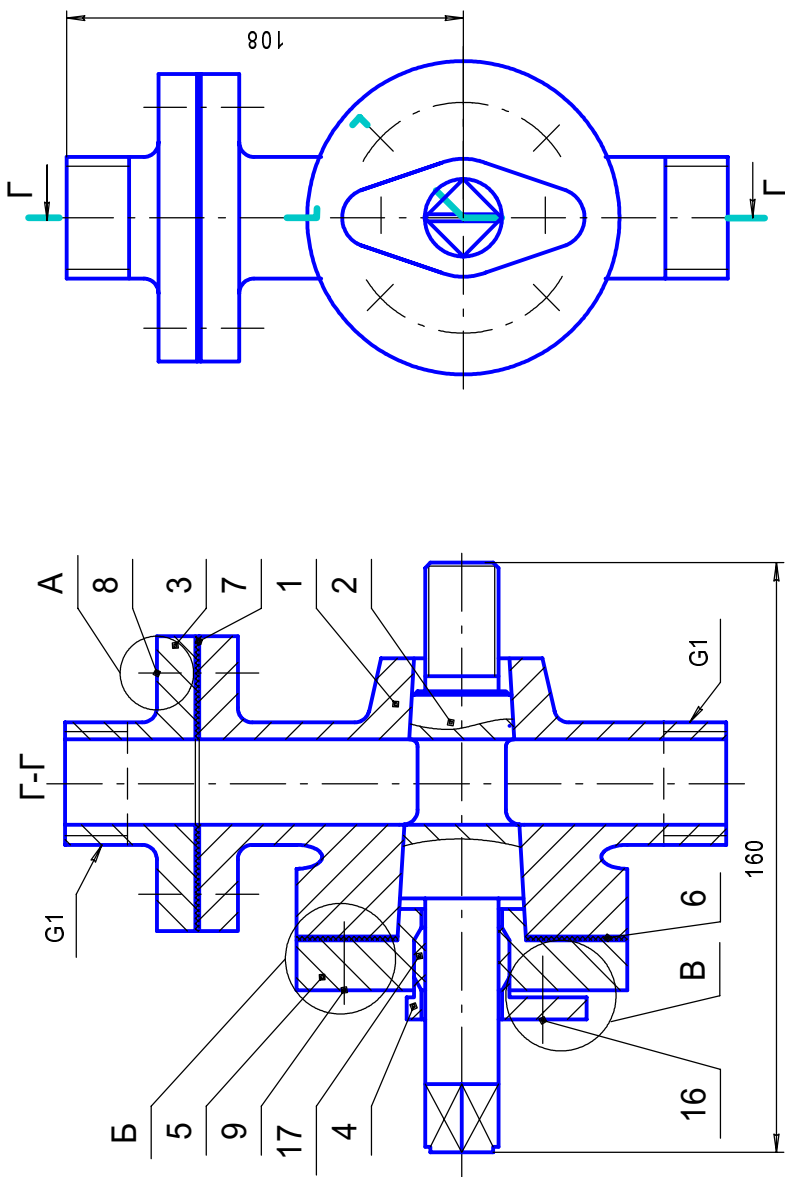
Варианты деталей	Горизонтальные размеры					Вертикальные размеры					Радиусы		Диаметры	
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	C1	D1	D2		
1	25	10	0	0	55	0	0	20	40	25	20	10		
2	0	0	30	15	65	20	10	0	30	20	10	0		

По изображениям 1...4 выполнить чертёж комплексной детали, используя обозначения параметров, принятые в таблице.

25.14.1

Кран пробковый

По данным спецификации изобразить следующие соединения: А — болтовое — корпуса 1 с фланцем; Б — винтовое — корпуса 1 с крышкой 5; В — шпилечное — крышки 5 с втулкой сальника 4.



25.14.2		Завершить спецификацию крана пробкового				
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ПМИГ.ХХХХХХ.025СБ	Сборочный чертёж	1	
				<u>Детали</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.025	Корпус	1	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.025	Пробка	1	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.025	Фланец	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.025	Втулка сальника	1	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.025	Крышка	1	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.025	Прокладка	1	
		7	ПМИГ.ХХХХ07.025	Прокладка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		8		Болт М10х ... ГОСТ 7805-70	4	
		9		Винт М10х ... ГОСТ 1491-72	4	
				Гайка М ... ГОСТ 5915-70		
				Гайка М ... ГОСТ 5915-70		
				Гайка М ... ГОСТ 5932-73		
				Шайба... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 11371-78		
		16		Шпилька М8х... ГОСТ 22032-76	2	
				<u>Материалы</u>		
		17		Набивка АПД 5 ГОСТ 5152-66	0,02	кг

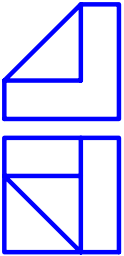
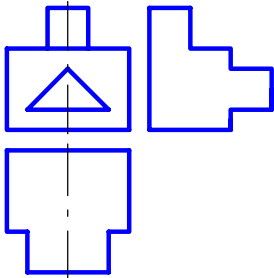
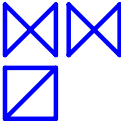
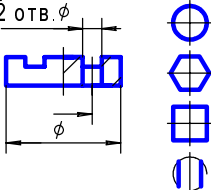
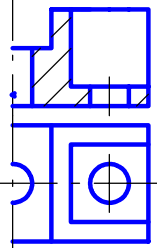
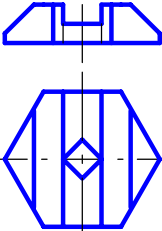
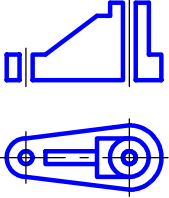
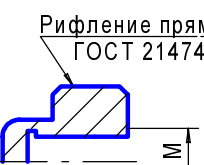
## Описание крана пробкового

Пробковый кран является одним из видов арматурных трубопроводов и предназначается для изменения подачи количества жидкости, проходящей по трубопроводу.

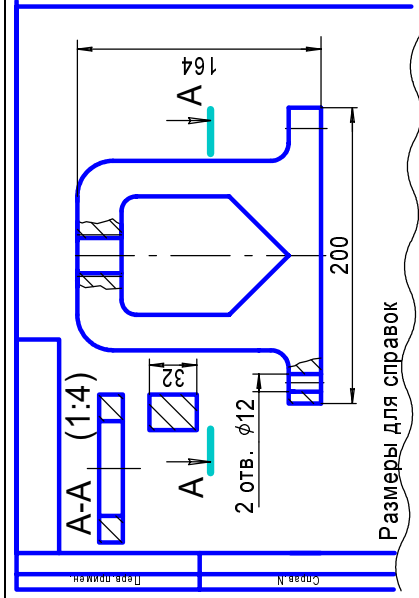
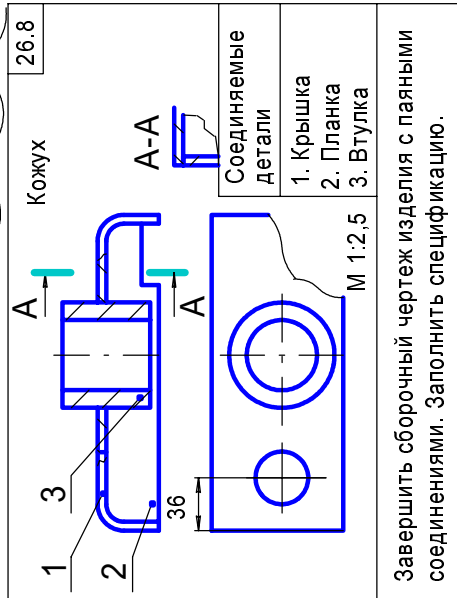
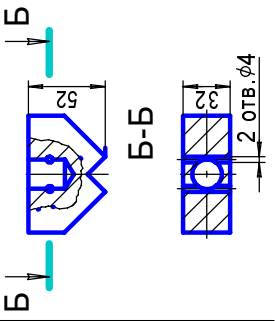
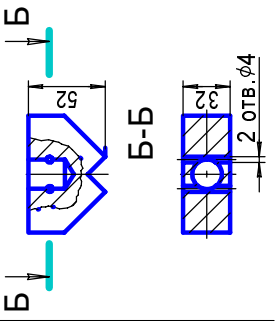
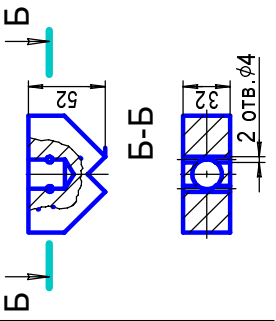


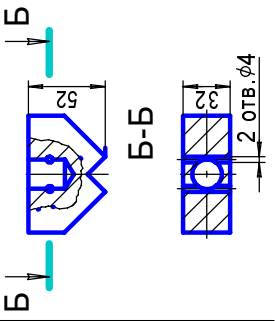
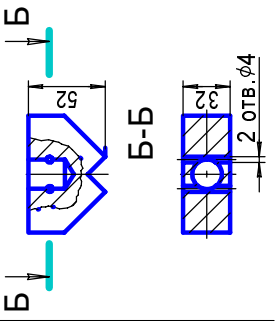
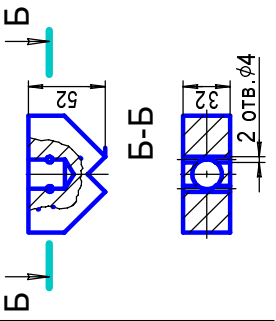


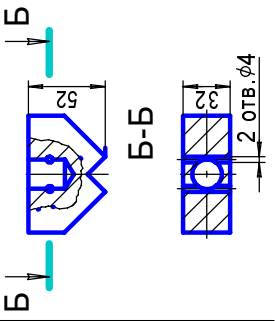
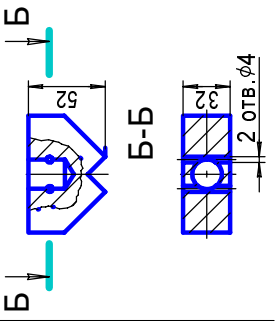
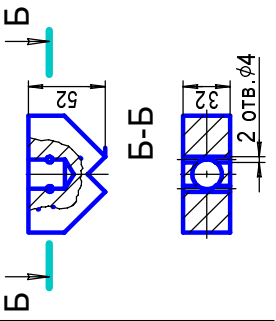


Кран состоит из корпуса 1, в котором установлена коническая пробка 2. Крышка 5 крепится к корпусу винтами 9. На крышке 5 установлена втулка 4, уплотняющая пробку 2 сальниковой набивкой 17. Втулка сальника 4 закреплена на крышке 5 с помощью шпилек 16. К корпусу 1 подсоединяются два трубопровода, не показанные на чертеже. Полное прилегание сопрягаемых поверхностей пробки 2 и корпуса 1 достигается конической формой этих деталей. Герметизация корпуса 1 и крышки 5 осуществлена прокладкой 6, а фланца 3 и корпуса 1 — прокладкой 7.

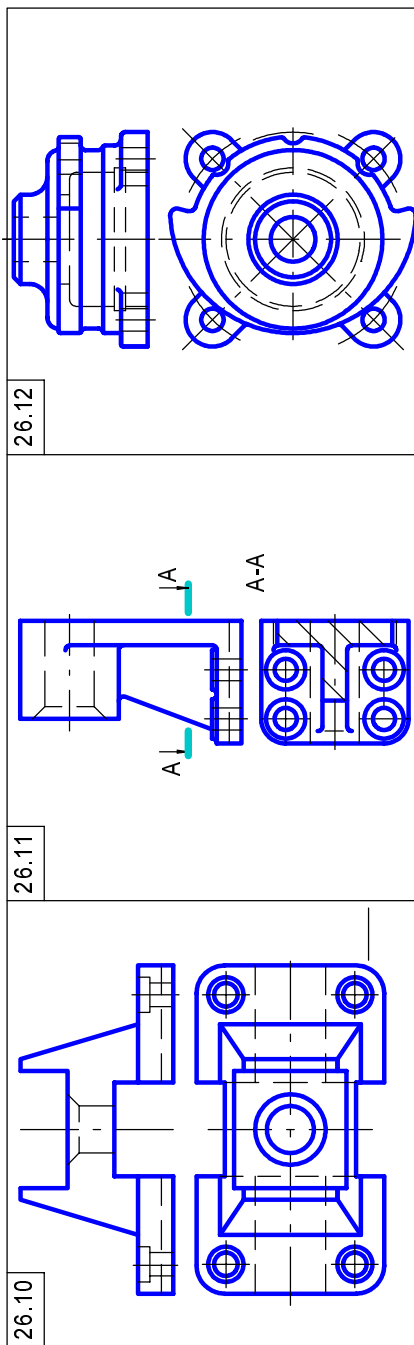


## Задания варианта 26

<p>26.1.1</p> 	<p>26.1.2</p> 	<p>26.1.3</p>  <p>26.1.4</p>  <p>2 отв. $\phi$</p> <p>$\phi$</p>
<p>26.1.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.          26.1.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.          26.1.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.          26.1.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>26.2.1</p> 	<p>26.2.2</p> 	<p>26.2.3</p>  <p>26.2.4</p>  <p>Рифление прямое 1 ГОСТ 21474-75</p> <p>M</p>
<p>26.2.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.          26.2.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.          26.2.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.          26.2.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		

<p>26.3</p> <p>Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.</p>	<p>26.6</p> <p>Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.</p>
<p>26.4</p> <p>По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертеж.</p>	<p>26.7.1</p> <p>Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.</p>
<p>26.5</p> <p>По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки. На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.</p>	<p>26.7.2</p> <p>Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.</p>

 <p>Размеры для справок</p>	<p>26.8</p> <p>Кожух</p>  <p>Соединяемые детали</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Крышка</li> <li>2. Планка</li> <li>3. Втулка</li> </ol> <p>Завершить сборочный чертеж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.</p>												
<p>26.9</p> <p>Сборочный чертеж и спецификация.</p> <p>Тиски трубные предназначены для зажима труб и стержней при нарезании на них резьбы. Изображения деталей, входящих в тиски, показаны в таблице.</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="307 338 343 850">Винт нажимной</th> <th data-bbox="307 338 343 660">Губка</th> <th data-bbox="307 338 343 850">Рукоятка</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="343 338 620 660">  <p>M30</p> </td> <td data-bbox="343 338 620 660">  <p>Б-Б</p> <p>2 отв. φ4</p> </td> <td data-bbox="343 338 620 660">  <p>200</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="451 338 487 850">Штифт</td> <td data-bbox="451 338 487 850">Кольцо</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="511 338 547 850">  <p>φ4</p> </td> <td data-bbox="511 338 547 850">  </td> </tr> </tbody> </table> <p>Размеры для справок</p> <p>В прорези корпуса 1, при вращении винта 2, вверх и вниз перемещается губка 3, которая с помощью двух штифтов 4 соединяется с винтом. В отверстие винта вставляется рукоятка 5, на концы которой приклепываются (расклепкой) кольца 6.</p> <p>Задание</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.</li> <li>2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.</li> <li>3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.</li> </ol>	Винт нажимной	Губка	Рукоятка	 <p>M30</p>	 <p>Б-Б</p> <p>2 отв. φ4</p>	 <p>200</p>	Штифт		Кольцо	 <p>φ4</p>		
Винт нажимной	Губка	Рукоятка											
 <p>M30</p>	 <p>Б-Б</p> <p>2 отв. φ4</p>	 <p>200</p>											
Штифт		Кольцо											
 <p>φ4</p>													



По приведенным данным создать трехмерные модели, в заготовке чертёжа выполнить разрезы и нанести размеры.

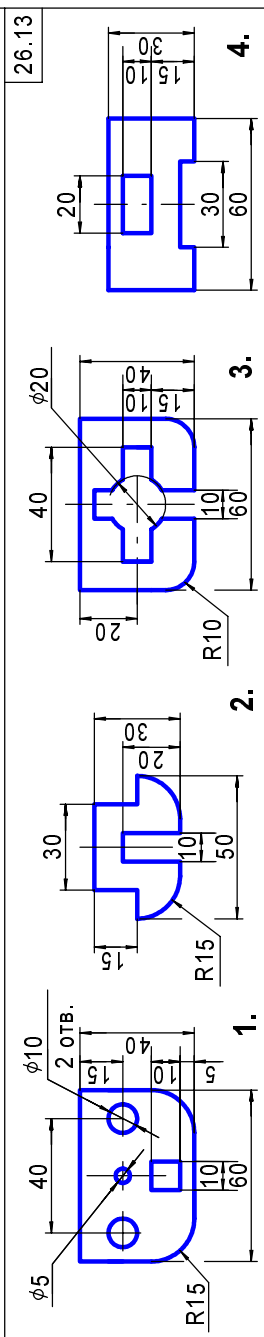
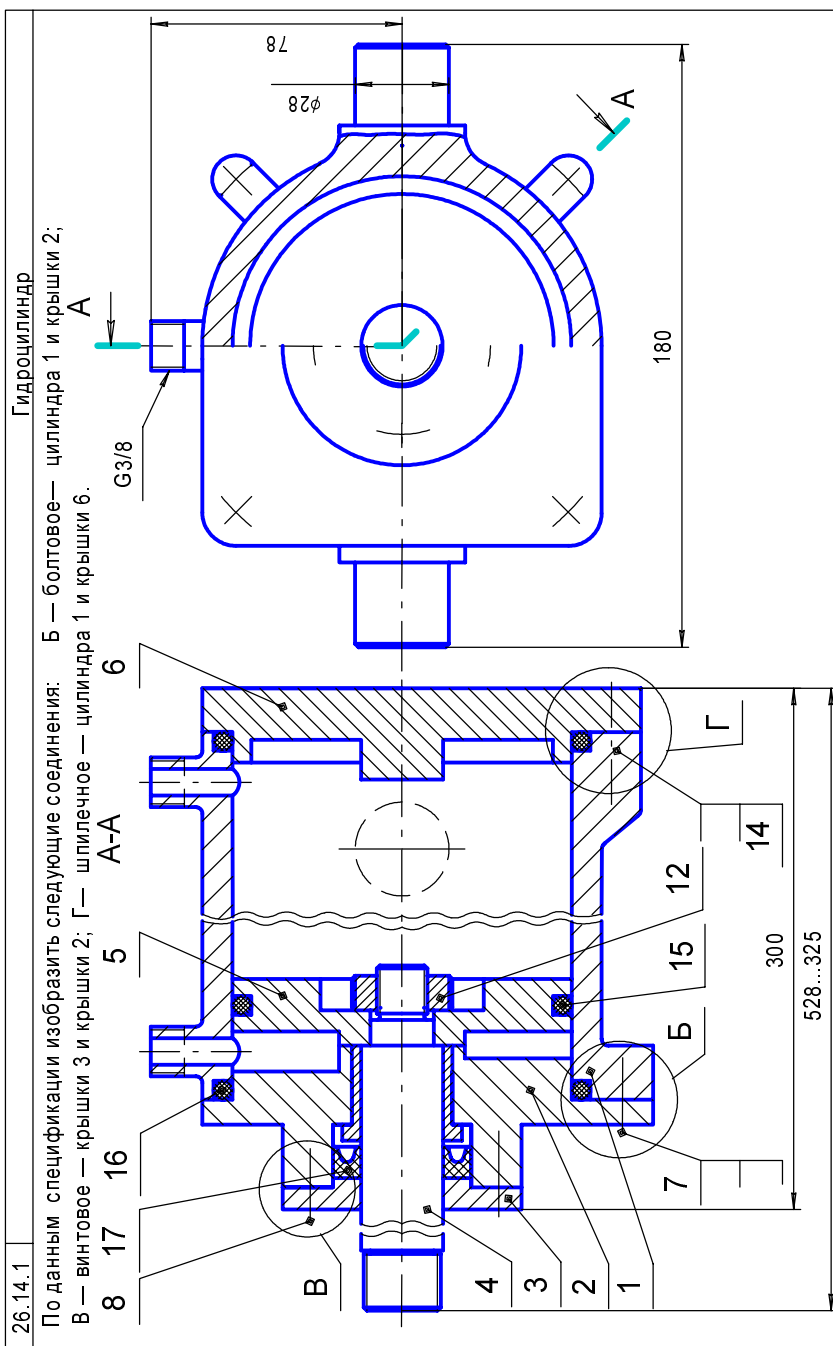


Таблица параметров

Варианты деталей	Горизонтальные размеры					Вертикальные размеры					Радиусы		Диаметры	
	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	B6	C1	D1	D2
1	40	0	0	10	60	0	0	15	10	5	40	15	5	10
2	0	30	10	0	50	15	20	0	0	0	30	15	0	0

По изображениям 1...4 выполнить чертёж комплексной детали, используя обозначения параметров, принятые в таблице.



26.14.2		Завершить спецификацию гидроцилиндра				
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ПМИГ.ХХХХХХ.026СБ			
				<u>Детали</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.026	Цилиндр	1	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.026	Крышка	1	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.026	Крышка	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.026	Шток	1	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.026	Поршень	1	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.026	Крышка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		7		Болт М10х ... ГОСТ 7798-70	4	
		8		Винт М8х ... ГОСТ 17473-80	4	
				Гайка ... ГОСТ 5915-70		
				Гайка ... ГОСТ 5915-70		
		11		Гайка ... ГОСТ 11371-78		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
		14		Шпилька М12х... ГОСТ 22034-76	4	
		15		Кольцо 1-110х100-1 ГОСТ 9833-61	1	
		16		Кольцо 1-120х110-1 ГОСТ 9833-61	2	
		17		Манжета 22х42 ГОСТ 6969-54	1	

## Описание гидроцилиндра

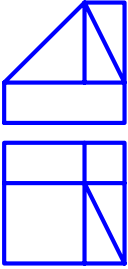
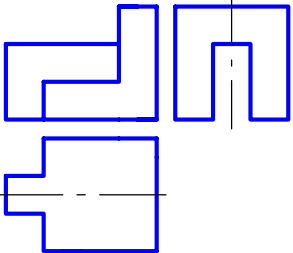
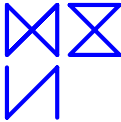
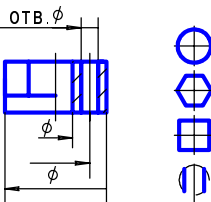
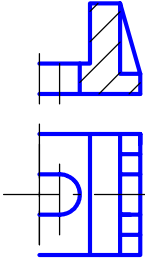
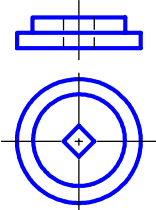
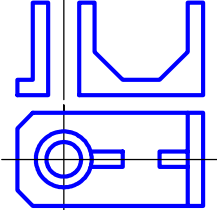

Гидроцилиндр состоит из цилиндра 1, к которому с одной стороны крепится с помощью болтов 7, шайб и гаек крышка 2. С другой стороны на корпусе установлена с помощью шпилек 14, шайб и гаек крышка 6. В цилиндре установлен поршень 5, в проточке которого расположено резиновое кольцо 15.

Поршень крепится на штоке 4 с помощью гайки 11. На крышку 2 крепится крышка 3 винтами 8, которая поджимает манжету 14, расположенную в расточке крышки 2. В торцевых проточках цилиндра 1 расположены кольца 16.

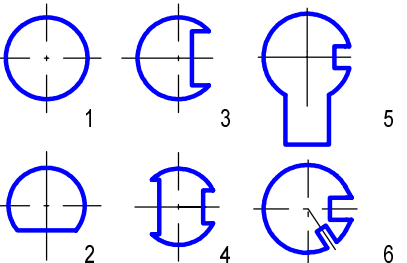
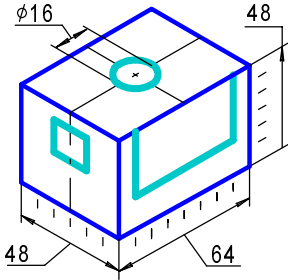
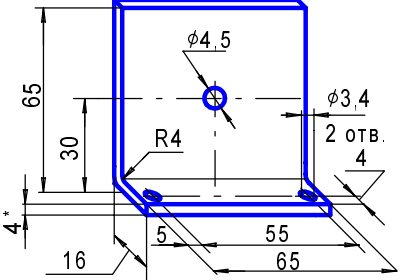
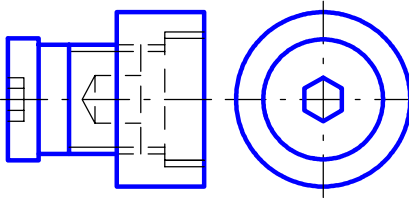
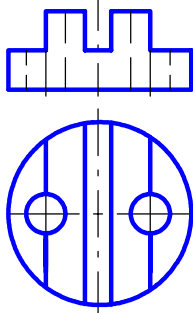
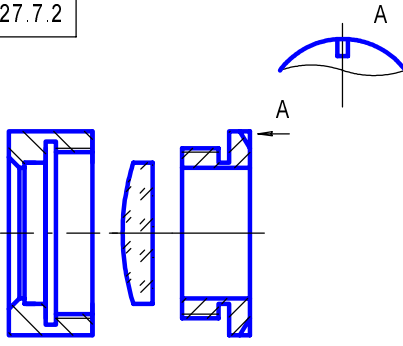
Поступательное движение поршня 5 вправо относительно корпуса цилиндра 1 происходит при подаче жидкости через штуцер с левой стороны цилиндра. Жидкость подается в полость между поршнем 5 и крышкой 2 и перемещает его вправо. Для сообщения движения штоку 4 влево жидкость под давлением подается по системе к правому штуцеру цилиндра и, заполняя полость между поршнем 5 и крышкой 6, перемещает поршень влево.

Уплотнение крышек 2 и 6 с цилиндром осуществляется резиновыми кольцами 16. Для избежания просачивания жидкости из одной полости цилиндра в другую на поршне 5 установлено резиновое кольцо 15. Уплотнение штока 4 достигается манжетой 17, поджимаемой крышкой 3.

## Задания варианта 27

<p>27.1.1</p> 	<p>27.1.2</p> 	<p>27.1.3</p>  <p>27.1.4</p> 
<p>27.1.1. Построить вид слева объекта по двум заданным проекциям.                  27.1.2. Дополнить виды сверху и слева недостающими линиями в соответствии с проекционной связью.                  27.1.3. Построить аксонометрию замкнутой шестиреберной конструкции по заданным ортогональным проекциям.                  27.1.4. Построить с использованием заданных элементов вид сверху объекта.</p>		
<p>27.2.1</p> 	<p>27.2.2</p> 	<p>27.2.3</p>  <p>27.2.4</p> 
<p>27.2.1. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди половину вида и половину разреза.                  27.2.2. Завершить изображение, соединив на месте вида спереди часть вида и часть разреза.                  27.2.3. Дополнить главный вид недостающими линиями, выполнив фронтальный разрез.                  27.2.4. Завершить изображение, соединив половину вида с половиной разреза. Выполнить изображение резьбы и рифления.</p>		



<p>27.3</p>  <p>Для вариантов 1...6 плоских деталей нанести размеры.</p>	<p>27.6</p>  <p>Выполнить аксонометрическую и прямоугольные проекции детали, у которой сделаны сквозные вырезы по нанесенной разметке.</p>
<p>27.4</p>  <p>По аксонометрическому изображению выполнить трехпроекционный чертеж.</p>	<p>27.7.1</p>  <p>Вид спереди заменить соединением половины вида и половины разреза.</p>
<p>27.5</p>  <p>По заданным проекциям выполнить трехпроекционный чертеж втулки. На аксонометрической проекции выполнить вырез четверти втулки.</p>	<p>27.7.2</p>  <p>Изобразить крепление оптической детали резьбовым кольцом в оправе.</p>

<p>Левый конец</p> <p>Правый конец</p> <p>Размеры для справок</p>	<p>27.9</p> <p>Сборочный чертеж и спецификация. Изображения составных частей гнезда показаны в таблице.</p> <table border="1"> <tr> <td data-bbox="205 678 404 827"> <p>Винт</p> <p>$\phi 4$</p> </td> <td data-bbox="205 348 404 678"> <p>Прокладка</p> <p>R8 s2 $\phi 12$ 19</p> </td> <td data-bbox="205 117 404 348"> <p>Головка</p> <p>$\phi 8$ $\phi 4$</p> </td> </tr> <tr> <td data-bbox="404 678 603 827"> <p>Штырь</p> <p>M5</p> </td> <td data-bbox="404 348 603 678"> <p>Колодка</p> <p>38 19</p> </td> <td data-bbox="404 117 603 348"> <p>Гайка</p> <p>Шайба</p> </td> </tr> </table> <p>Между скругленными поверхностями колодок 1 устанавливается прокладка 2. В отверстие $\phi 8$ головки 3 припаивается штырь 4, а в резьбовое отверстие вворачивается винт 5. Далее в отверстия колодок вставляются резьбовые концы штырей, на которые накладывается по одной шайбе и наворачивается по одной гайке.</p> <p>Задание</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Завершить изображение сборочной единицы, используя изображения составных частей.</li> <li>2. На сборочном чертеже нанести необходимые размеры и номера позиций составных частей.</li> <li>3. Заполнить спецификацию, основную надпись и дополнительную графу.</li> </ol>	<p>Винт</p> <p>$\phi 4$</p>	<p>Прокладка</p> <p>R8 s2 $\phi 12$ 19</p>	<p>Головка</p> <p>$\phi 8$ $\phi 4$</p>	<p>Штырь</p> <p>M5</p>	<p>Колодка</p> <p>38 19</p>	<p>Гайка</p> <p>Шайба</p>
<p>Винт</p> <p>$\phi 4$</p>	<p>Прокладка</p> <p>R8 s2 $\phi 12$ 19</p>	<p>Головка</p> <p>$\phi 8$ $\phi 4$</p>					
<p>Штырь</p> <p>M5</p>	<p>Колодка</p> <p>38 19</p>	<p>Гайка</p> <p>Шайба</p>					
<p>27.8</p> <p>Опора</p> <p>$\phi 8$ $\phi 6$</p> <p>Соединяемые детали</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Втулка</li> <li>2. Угольник</li> <li>3. Пластина</li> </ol> <p>M 1:2,5</p> <p>Завершить сборочный чертеж изделия с паяными соединениями. Заполнить спецификацию.</p>							



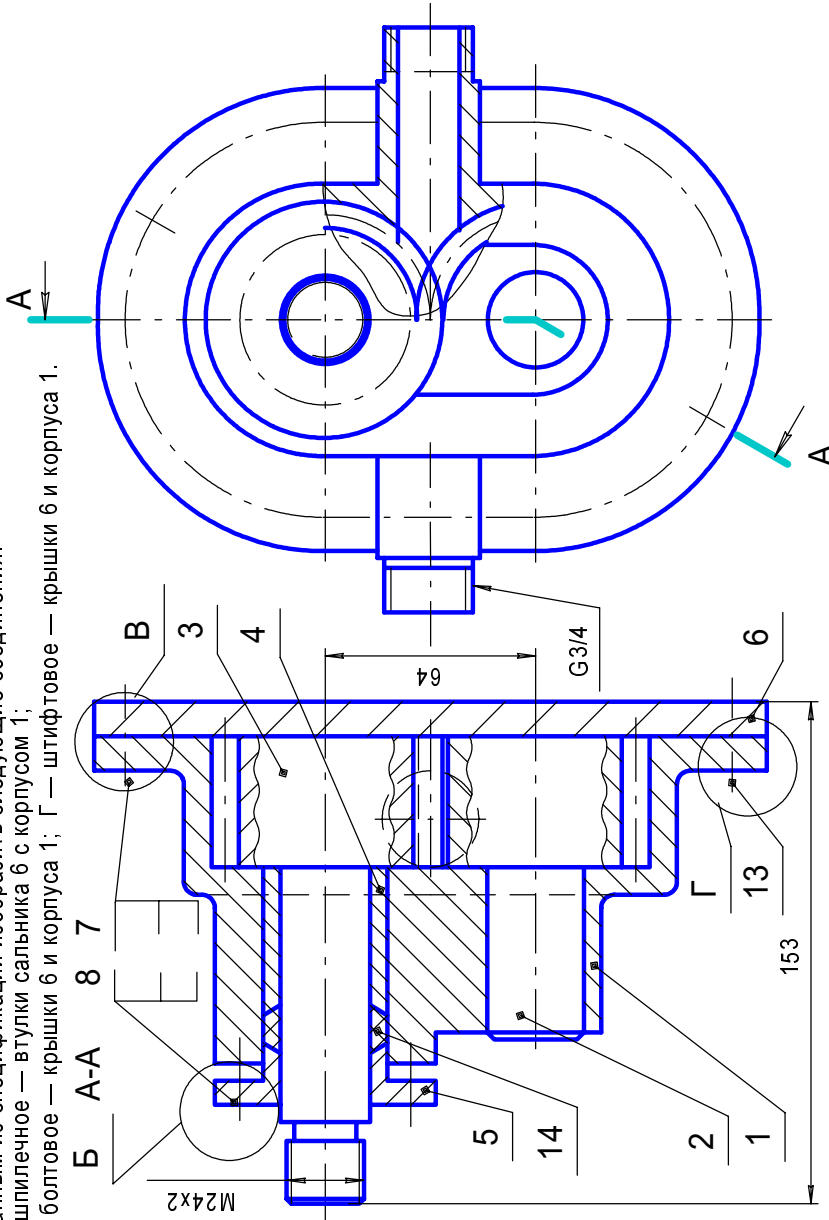
Насос шестеренчатый

27.14.1

По данным из спецификации изобразить следующие соединения:

Б — шпильное — втулки сальника б с корпусом 1;

В — болтовое — крышки б и корпуса 1; Г — штифтовое — крышки б и корпуса 1.



27.14.1		Завершить спецификацию насоса шестеренчатого				
формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			ПМИГ.ХХХХХ.027СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
		1	ПМИГ.ХХХХ01.027	Корпус	1	
		2	ПМИГ.ХХХХ02.027	Шестерня	1	
		3	ПМИГ.ХХХХ03.027	Вал-шестерня	1	
		4	ПМИГ.ХХХХ04.027	Втулка	1	
		5	ПМИГ.ХХХХ05.027	Втулка сальника	1	
		6	ПМИГ.ХХХХ06.027	Крышка	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		7		Болт М10 ... ГОСТ 7798-70	6	
		8		Гайка ... ГОСТ 5915-70	4	
				Гайка ... ГОСТ 5915-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
				Шайба ... ГОСТ 6402-70		
		12		Шпилька М8х... ГОСТ 22038-76	4	
		13		Штифт 8х20 ГОСТ 3128-70	2	
				<u>Материалы</u>		
		14		Пенька ГОСТ 5152-66	0,02	кг

## Описание насоса шестеренчатого

Насос — машина, преобразующая механическую энергию двигателя в механическую энергию состояния жидкости с целью ее подъема, перемещения или получения сжатых газов. Шестеренчатые насосы большей частью употребляются для перекачки вязких жидкостей.

Насос состоит из корпуса 1, в котором установлены шестерня 2 и вал-шестерня 4. Крышка 6 центрируется на корпусе штифтами 13 и крепится к нему болтами 7, шайбами и гайками. К корпусу 1 крепится с помощью шпилек 12, шайб и гаек втулка сальника 5, которая уплотняет сальниковую набивку 14.

Вращательное движение вал-шестерня 3 получает от двигателя через муфту (на чертеже она не изображена), установленную на резьбовом конце вала-шестерни. Вал-шестерня вращается по часовой стрелке и, находясь в зацеплении с шестерней 2, приводит ее во вращательное движение против часовой стрелки (см. вид слева, местный разрез). При выходе зубьев из зацепления образуется вакуум, в который засасывается жидкость и перегоняется между зубьями и цилиндрическими отверстиями в корпусе насоса к патрубку, выполненному в разрезе.

Герметизация шейки вала-шестерни 3 в месте выхода его из корпуса осуществлена с помощью сальниковой набивки 14.



## Приложение 2

# Сведения из ГОСТов

*Таблица П2.1. Размеры сбегов, недорезов, фасок для внутренней метрической резьбы по ГОСТ 10549-80, мм*

Шаг резьбы		0,5	0,6	0,7	0,75	0,8	1	1,25	1,5	1,75	2
Сбег х	нормальный	1,2	1,5	1,8	1,9	2,1	2,7	3,3	4,0	4,7	5,5
	уменьшенный	0,8	1,0	1,2	1,3	1,4	1,8	2,2	2,7	3,2	3,7
Недорез α	нормальный	3,5	3,5	3,5	4,0	4,0	5,8	6,0	6,0	8,0	10
	уменьшенный	3,0	3,0	3,0	3,2	3,2	3,8	3,8	4,5	5,2	6,0
Фаска z		0,5	0,5	0,5	1,0	1,0	1,0	1,6	1,6	1,6	2,0

*Таблица П2.2. Диаметры и шаги метрической цилиндрической резьбы общего назначения по ГОСТ 8724-81, мм*

Диаметр резьбы	Шаг		Диаметр резьбы	Шаг	
	крупный	мелкий		крупный	мелкий
3	0,5	0,35	16	2	1,5; 1; 0,75; 0,5
4	0,7	0,5	20	2,5	2; 1,5; 1; 0,75; 0,5
5	0,8	0,5	24	3	2; 1,5; 1
6	1	0,75; 0,5	30	3,5	3; 2; 1,5; 1; 0,75
8	1,25	1; 0,75; 0,5	36	4	3; 2; 1,5; 1
10	1,5	1,25; 1; 0,75; 0,5	42	4,5	4; 3; 2; 1,5; 1
12	1,75	1,5; 1,25; 1; 0,75; 0,5	48	5	4; 3; 2; 1,5; 1

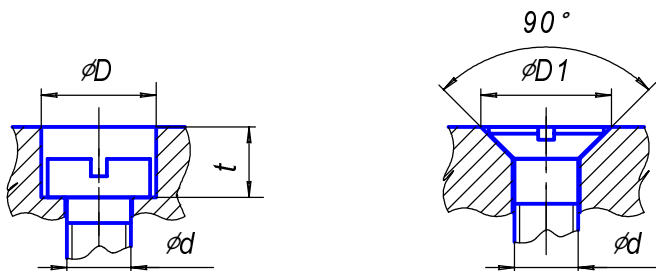
**Таблица П2.3. Основные размеры трубной цилиндрической резьбы по ГОСТ 6357-81**

Обозначение размера резьбы, дюймы	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2
Диаметр наружный, мм	16,662	20,955	26,441	33,249	41,910	47,803
Диаметр внутренний, мм	14,950	18,631	24,117	30,291	38,952	44,845
Шаг, мм	1,337	1,814		2,309		

**Таблица П2.4. Сквозные отверстия под крепежные детали по ГОСТ 11284-75, мм**

Диаметр стержня крепежной детали		4	6	7	8	10	12	14
Диаметр сквозного отверстия	Ряд 1	4,3	6,4	7,4	8,4	10,5	13,0	15,0
	Ряд 2	4,5	6,6	7,6	9,0	11,0	14,0	16,0
	Ряд 3	4,7	7,0	8,0	10,0	12,0	15,0	17,0

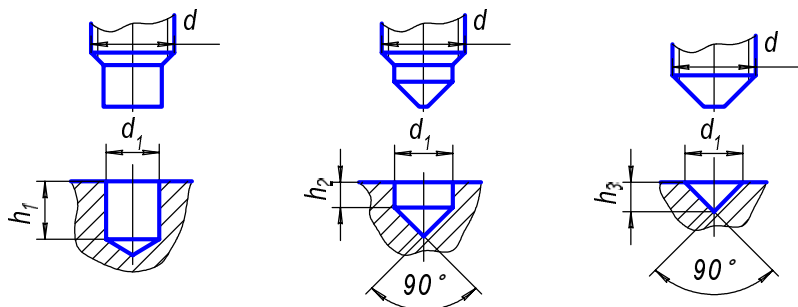
**Таблица П2.5. Размеры опорных поверхностей под головки винтов по ГОСТ 12876-67, мм**



<b>d</b>	2	2,5	3	3,5	4	5	6	8	10	12	14	16
<b>D</b>	4,3	5,0	6,0	6,5	8,0	10	11	15	18	20	24	26
<b>t</b>	-	-	3,4	4,0	4,6	5,7	6,8	9,0	11	13	15	17,5
<b>D1</b>	4,6	5,7	6,6	7,6	8,6	10,4	12,4	16,4	20,4	24,4	28,4	32,4

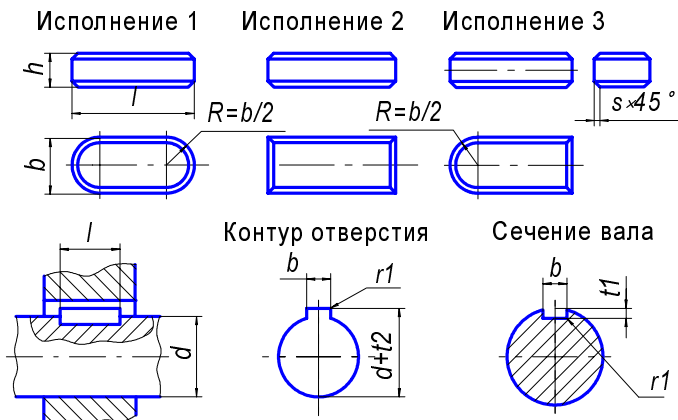


Таблица П2.6. Отверстия под концы установочных винтов по ГОСТ 12415-80, мм



<b>d</b>	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	24
<b>d₁</b>	1,0	1,5	2,0	2,5	3,5	4,0	5,5	7,0	8,5	12	15	18
<b>h₁</b>	0,8	1,0	1,2	1,6	1,6	2,0	2,5	3,0	4,0	4,0	6,0	6,0
<b>h₂</b>	—	—	—	—	—	1,0	1,0	1,2	1,6	2,0	2,5	2,5
<b>h₃</b>	0,5	0,7	1,0	1,2	1,7	2,0	2,7	3,5	4,2	6,0	7,5	9,0

Таблица П2.7. Размеры призматических шпонок и шпоночных пазов по ГОСТ 23360-78, мм



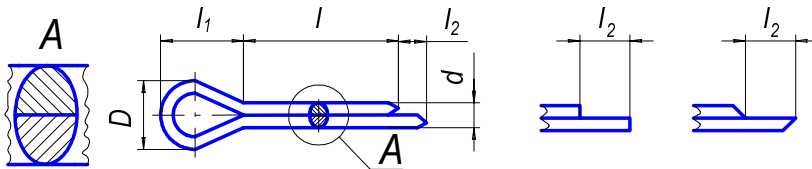
Диаметр вала <b>d</b>	Шпонка				Шпоночный паз		
	Размеры сечения		Длина <b>L</b>	Фаска <b>S</b>	Глубина		Радиус закругления <b>r1</b>
	<b>b</b>	<b>h</b>			<b>t1</b>	<b>t2</b>	
До 8	2	2	6–20	0,16–0,25	1,2	1,0	0,08–0,16
До 10	3	3	6–36		1,8	1,4	
До 12	4	4	8–45		2,5	1,8	

Таблица П2.7 (окончание)

Диаметр вала $d$	Шпонка			Шпоночный паз			
	Размеры сечение		Длина $L$	Фаска $S$	Глубина		Радиус закругления $r_1$
	$b$	$h$			$t_1$	$t_2$	
До 17	5	5	10–56	0,25–0,40	3,0	2,3	0,16–0,25
До 22	6	6	14–70		3,5	2,8	
До 30	8	7	18–90		4,0	3,3	
До 38	10	8	22–110	0,40–0,60	5,0	3,3	0,25–0,40
До 44	12	8	28–140		5,0	3,3	
До 50	14	9	36–160		5,5	3,8	
До 58	16	10	45–180		6,0	4,3	
До 65	18	11	50–200		7,0	4,4	

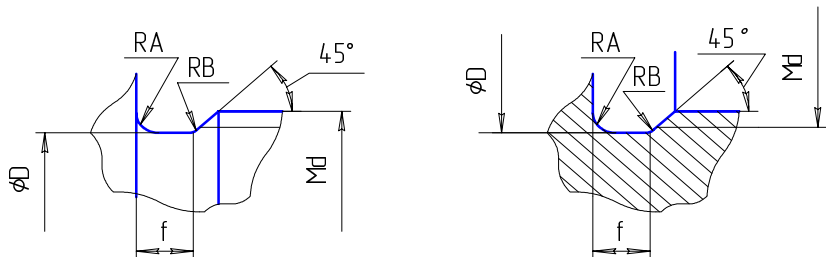
Длины шпонок надо выбирать из ряда: 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 56; 63; 70; 80; 90; 100; 110; 125; 140; 160; 180; 200 мм

Таблица П2.8. Шплинты по ГОСТ 397-79, мм



Рекомендуемый диаметр соединяемых деталей	Условный диаметр шплинта	$d$	$D$	$l_1$	$l_2$	$l$
7...9	2	1,8	3,6	4	2,5	10...40
9...11	2,5	2,3	4,6	5	2,5	12...50
11...14	3,2	2,9	5,8	6,4	3,2	14...63
14...20	4	3,7	7,4	8	4	16...80
20...28	5	4,6	9,2	10	4	20...100
28...40	6,3	5,9	11,8	12,6	4	20...125

Таблица П2.9. Размеры проточек по ГОСТ 10549–80, мм



Шаг резьбы	Проточка для наружной резьбы							Проточка для внутренней резьбы						
	нормальная			узкая			D	нормальная			узкая			D
	f	A	B	f	A	B		f	A	B	f	A	B	
0,5	1,6	0,5	0,3	1,0	0,3	0,2	d-0,8	2,0	0,5	0,3	1,0	0,3	0,2	d+0,3
0,6	1,6	0,5	0,3	1,0	0,3	0,2	d-0,9	—	—	—	—	—	—	—
0,7	2,0	0,5	0,3	1,6	0,5	0,3	d-1,0	—	—	—	—	—	—	—
0,75	2,0	0,5	0,3	1,6	0,5	0,3	d-1,2	3,0	1,0	0,5	1,6	0,5	0,3	d+0,4
1,0	3,0	1,0	0,5	2,0	0,5	0,3	d-1,5	4,0	1,0	0,5	2,0	0,5	0,3	d+0,5
1,25	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	d-1,8	5,0	1,6	0,5	3,0	1,0	0,5	d+0,5
1,5	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	d-2,2	6,0	1,6	1,0	3,0	1,0	0,5	d+0,7
1,75	4,0	1,0	0,5	2,5	1,0	0,5	d-2,5	7,0	1,6	1,0	4,0	1,0	0,5	d+0,7
2	5,0	1,6	0,5	3,0	1,0	0,5	d-3,0	8,0	2,0	1,0	4,0	1,0	0,5	d+1,0
2,5	6,0	1,6	1,0	4,0	1,0	0,5	d-3,5	10	3,0	1,0	5,0	1,6	0,5	d+1,0
3	6,0	1,6	1,0	4,0	1,0	0,5	d-4,5	10	3,0	1,0	6,0	1,6	1,0	d+1,2
3,5	8,0	2,0	1,0	5,0	1,6	0,5	d-5,0	10	3,0	1,0	7,0	1,6	1,0	d+1,2
4	8,0	2,0	1,0	5,0	1,6	0,5	d-6,0	12	3,0	1,0	8,0	2,0	1,0	d+1,5
4,5	10	3,0	1,0	6,0	1,6	1,0	d-6,5	14	3,0	1,0	10	3,0	1,0	d+1,5
5	10	3,0	1,0	6,0	1,6	1,0	d-7,0	16	3,0	1,0	10	3,0	1,0	d+1,8

**Таблица П2.10. Прямые и сетчатые рифления по ГОСТ 21474-75, мм**

Материал заготовки	Ширина накатываемой поверхности В	Диаметр накатываемой поверхности D					
		до 8	св. 8 до 16	св. 16 до 32	св. 32 до 63	св. 63 до 125	
		Шаг Р рифления					
Все материалы	Прямые рифления						
	До 4		0,5	0,6	0,6	0,8	1,0
	Св. 4 до 8		0,6	0,6	0,6	0,8	1,0
	" 8 " 16	0,5	0,6	0,8	0,8	0,8	1,0
	" 16 " 32		0,6	0,8	1,0	1,0	1,2
" 32		0,6	0,8	1,0	1,2	1,6	
Цветные металлы и сплавы	Сетчатые рифления						
	До 8			0,6	0,6	0,8	-
	Св. 8 до 16			0,8	0,8	0,8	-
	" 16 " 32	0,5	0,6	0,8	1,0	1,0	-
" 32			0,8	1,0	1,2	1,6	
Сталь	До 8		0,6	0,8	0,8	0,8	-
	Св. 8 до 16		0,8	1,0	1,0	1,0	-
	" 16 " 32	0,5	0,8	1,0	1,2	1,2	-
	" 32		0,8	1,0	1,2	1,6	2,0

**Примечания:** 1. Параметры рифления  $h$  и  $\alpha$  зависят от материала заготовки.  
 2. Фаски выполняют по ГОСТ 10948-64

**Примеры условных обозначений:**

- Прямое рифление с шагом  $P=0,8$  мм:  
Рифление прямое 0,8 ГОСТ 21474-75.
- Сетчатое рифление с шагом  $P=0,8$  мм:  
Рифление сетчатое 0,8 ГОСТ 21474-75.

**Таблица П2.11. Нормальные линейные размеры по ГОСТ 6636-69, мм  
(в пределах 1...1000 мм)**

<b>Ряд 1</b>	1,0	1,6	2,5	4,0	6,3	10	16	25	40	63
	100	160	250	400	630	1000				
<b>Ряд 2</b>	1,2	2,0	3,2	5,0	8,0	12	20	32	50	80
	125	200	320	500	800					
<b>Ряд 3</b>	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,5	5,6	7,1	9,0
	11	14	18	22	28	36	45	56	71	90
	110	140	180	220	280	360	450	560	710	900
<b>Ряд 4</b>	1,05	1,15	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,4	2,6	3,0
	3,4	3,8	4,2	4,8	5,3	6,0	6,7	7,5	8,5	9,5
	10,5	11,5	13	15	17	19	21	24	26	30
	34	38	42	48	53	60	67	75	85	95
	105	120	130	150	170	190	210	240	260	300
	340	380	420	480	530	600	750	850	950	
<b>Примечания:</b>										
1. При выборе размеров рядам с более крупной градацией и входящим в них размерам должно отдаваться предпочтение.										
2. Ряд с более мелкой градацией включает размеры предыдущих рядов.										



## Приложение 3

# Система оценки правильности выполнения конструкторских документов

*Таблица ПЗ.1. Величины штрафных баллов за отдельные ошибки и недостатки компьютерного выполнения чертежа детали*

Перечень основных ошибок (О) и недостатков (Н)	Обозначение О и Н	Штрафные баллы
<b>При выполнении изображений:</b>		
отсутствуют отдельные формообразующие элементы (ФЭ)	И1	2
неправильно выполнены отдельные ФЭ	И2	1
построены лишние ФЭ	И3	1
не удалены линии невидимого контура	И4	1
нет разрезов, поясняющих внутренние поверхности детали	И5	2
основные виды на чертеже расположены не по ГОСТу	И6	3
отсутствует проекционная связь изображений или отдельных фрагментов на разных видах	И7	3
типы изображений (главный вид) выбраны нерационально	И8	3
количество изображений превышает достаточное для выявления формы и размеров детали	И9	1
не обозначен вид, не находящийся в непосредственной проекционной связи	И10	3
у симметричных деталей отсутствует или неверно построена ось симметрии	И11	1
у отверстий нет центровых линий	И12	1
не отмечено положение секущей плоскости, когда она не совпадает с плоскостью симметрии детали в целом	И13	1

Таблица ПЗ.1 (продолжение)

Перечень основных ошибок (О) и недостатков (Н)	Обозначение О и Н	Штраф- ные баллы
отсутствует надпись, обозначающая разрез	И14	1
на разрезе отсутствует штриховка	И15	2
тип штриховки не соответствует материалу	И16	1
<b>При построении аксонометрической проекции:</b>		
аксонометрия не соответствует ГОСТу	А1	4
различное расположение детали относительно осей в аксонометрической и прямоугольных проекциях	А2	3
отсутствуют отдельные осевые линии	А3	1
неверное направление осевых линий	А4	4
не показаны отдельные элементы изображения	А5	2
построены лишние ФЭ	А6	1
на разрезе отсутствует штриховка	А7	2
наклон линий штриховки не соответствует ГОСТу	А8	3
вырез расположен неправильно	А9	2
показаны невидимые участки осевых линий	А10	1
<b>При нанесении размеров:</b>		
пересекаются размерные и выносные линии	Р1	1
размерные числа пересекаются линиями	Р2	1
расстояние между размерной линией и линией контура менее 10 мм	Р3	1
расстояние между параллельными размерами линии менее 7 мм	Р4	1
линии контура, осевая, центровая, выносная используются в качестве размерных	Р5	1
размеры фасок под углом 45° указаны неправильно	Р6	1
отдельные размеры не указаны	Р7	1
указаны лишние размеры	Р8	1
один из размеров замкнутой цепи не указан как справочный	Р9	2
размеры одного и того же элемента указаны на разных проекциях	Р10	2

Таблица ПЗ.1 (окончание)

Перечень основных ошибок (О) и недостатков (Н)	Обозначение О и Н	Штраф- ные баллы
размеры, относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу, не группируются в одном рациональном месте	P11	1
перед размерными числами, показывающими величину диаметра или радиуса, не поставлены соответствующие знаки	P12	1
вместо диаметрального размера поставлен радиальный размер	P13	1
линейные или угловые размеры нанесены в зоне, не рекомендованной стандартом	P14	1
не указано количество одинаковых отверстий или фасок	P15	1
стрелки радиальных размерных линий не упираются в элементы скруглений	P16	1
<b>При выполнении чертежа:</b>		
тип линии используется не по назначению	Ч1	1
не удалены вспомогательные изображения и надписи	Ч2	2
не заполнены отдельные графы основной надписи	Ч3	1
отсутствуют необходимые надписи или буквенные обозначения	Ч4	1
место расположения надписи выбрано неверно	Ч5	2
<b>Техника компьютерного исполнения:</b>		
не обеспечивается замкнутость отдельных контуров изображения	К1	3
выносные линии не привязаны к нужным точкам изображения	К2	3
графические ФЭ накладываются друг на друга	К3	2
нестыковка линий в углах ФЭ	К4	3
наложение линий разных типов	К5	4
штриховка выполнена с ошибкой	К6	3
изображения выходят за пределы рамки	К7	2



**Таблица ПЗ.2. Величины штрафных баллов за отдельные ошибки и недостатки компьютерного выполнения сборочного чертежа и заполнения спецификации**

<b>Перечень основных ошибок (О) и недостатков (Н)</b>	<b>Обозначение О и Н</b>	<b>Штраф- ные баллы</b>
<b>При выполнении изображений:</b>		
отсутствуют отдельные формообразующие элементы (ФЭ)	И1	4
неправильно выполнены отдельные ФЭ	И2	2
неправильно расположены отдельные ФЭ	И3	3
присутствуют лишние ФЭ	И4	2
изображения отдельных стандартных изделий не соответствует требуемым размерам	И5	4
неправильно выполнены отдельные контуры для штриховки	И6	2
резьбовое соединение для отдельных случаев выполнено с недопустимым зазором	И7	2
типы линий используются не по назначению	И8	2
отсутствуют отдельные осевые линии	И9	2
в конструктивном изображении стандартных изделий сделаны недопустимые упрощения (не показаны фаски, зазоры, сбеги, недорезы резьбы и т. д.)	И10	4
отдельные упрощенные изображения деталей не соответствуют ГОСТ 2.315-68	И11	4
<b>При нанесении размеров:</b>		
не указаны отдельные габаритные размеры изделия	P1	3
не указаны отдельные установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры	P2	2
нарушены отдельные правила, установленные ГОСТ 2.307-68	P3	1
указаны лишние размеры	P4	1
неправильное обозначение резьбы	P5	1
отсутствует надпись "Размеры для справок"	P6	1
<b>При нанесении надписей, линий-выносок, технических требований:</b>		
номера позиций не расположены параллельно основной надписи чертежа вне контура изображения и не сгруппированы в колонку или строку по возможности на одной линии	O1	1

Таблица ПЗ.2 (продолжение)

Перечень основных ошибок (О) и недостатков (Н)	Обозначение О и Н	Штрафные баллы
размер шрифта не выбран на один-два номера больше, чем размер шрифта, принятого для размерных чисел на том же чертеже	O2	1
повторно указан номер позиции одной и той же составной части изделия	O3	1
линия-выноска, отводимая от линий видимого и невидимого контура, а также от линий, обозначающих поверхности, не заканчиваются стрелкой	O4	1
линия-выноска, пересекающая контур изображения и не отводимая от какой-либо линии, не заканчивается точкой	O5	1
линии-выноски пересекают размерные линии, когда пересечения можно избежать	O6	2
отсутствуют или неправильно выполнены необходимые записи в технических требованиях	O7	1
на листе ф. А4 технические требования расположены не в одну колонку	O8	1
пункты технических требований не имеют сквозной нумерации	O9	1
отсутствуют необходимые линии-выноски	O10	1
обозначения видов (разрезов) выполнены неправильно	O11	1
<b>При заполнении спецификации:</b>		
не подчеркнуты или неправильно подчеркнуты разделы спецификации	C1	1
одинаковые обозначения входящих элементов	C2	2
неправильно приведены обозначения входящих элементов (кол. цифр, положение разделительной точки, в т. ч. отсутствие буквенно-цифрового обозначения)	C3	1
приведен неверный порядок следования разделов спецификации	C4	3
не указано количество элементов	C5	2
неправильно выполнено деление на разделы	C6	2
отсутствие выравнивания	C7	1
условное обозначение отдельного стандартного изделия не содержит всех сведений о размерах изделия	C8	3

Таблица ПЗ.2 (окончание)

Перечень основных ошибок (О) и недостатков (Н)	Обозначение О и Н	Штраф- ные баллы
условное обозначение отдельного стандартного изделия не содержит номера соответствующего стандарта	С9	4
<b>При заполнении основной надписи:</b>		
отсутствие наименования изделия	Н1	3
отсутствие надписи, характеризующей сборочный чертеж	Н2	3
неправильно указан масштаб изображения	Н3	1
не заполнена графа "Разраб."	Н4	3
не заполнена графа "Листов"	Н5	1
несимметричное расположение наименования изделия	Н6	1
<b>Техника компьютерного исполнения:</b>		
не обеспечивается замкнутость отдельных контуров изображения	К1	3
в отдельных контурах изображений имеются пересекающиеся линии	К2	3
выносные линии не привязаны к нужным точкам изображения	К3	2
графические примитивы выполнены с наложением друг на друга	К4	3
изображения выходят за пределы рамки	К5	4