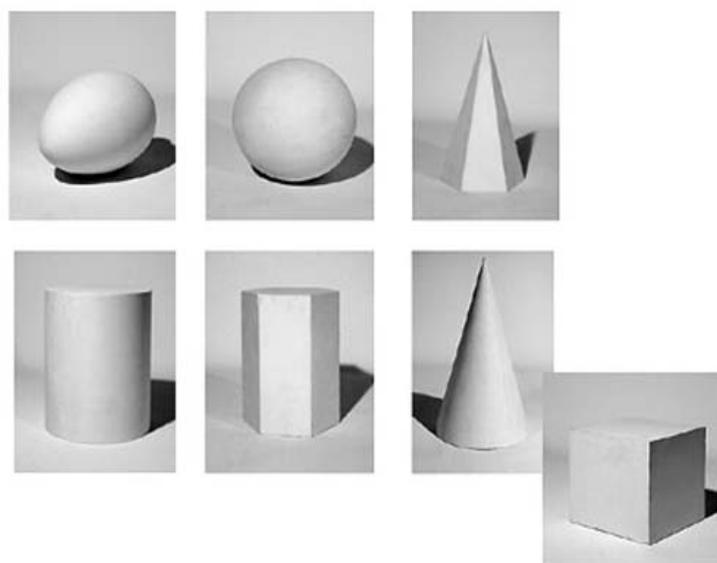


Министерство образования и науки Российской Федерации

Тольяттинский государственный университет

Автомеханический институт

Кафедра «Начертательная геометрия и черчение»



## **ТЕХНИЧЕСКИЙ РИСУНОК**

Учебно-методическое пособие

Тольятти

ТГУ

2011

УДК 744. 44. (075.8)

ББК 30.119я73

Т 382

Рецензенты:

к.т.н., доцент Тольяттинского филиала Московского государственного  
университета пищевых производств Г.Н. Уполовникова;

к.т.н., доцент Тольяттинского филиала Самарского государственного  
Аэрокосмического университета В.А. Мартынов.

Научный редактор:

ст. преподаватель Тольяттинского государственного университета

Т.А. Буткова

ТЕХНИЧЕСКИЙ РИСУНОК: учебно-методическое пособие/ Писканова Е.А. –  
Тольятти : ТГУ, 2011. – 122 с.

Учебно-методическое пособие содержит теоретический и практический материал по дисциплине «Технический рисунок», также рассмотрены построения различных видов изображений геометрических тел и деталей, даны варианты заданий и примеры выполнений.

Предназначено для студентов специальностей: 070600 «Дизайн», 050600 «Художественное образование», 070801 «Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы» высших учебных заведений.

Рекомендовано к изданию и использованию в учебном процессе в качестве учебно-методического пособия для студентов очного и заочного обучения.

© ГОУ ВПО «Тольяттинский государственный университет», 2011

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	6
1. ПРЕДМЕТ И МЕТОД ДИСЦИПЛИНЫ .....	7
1.1. Цель и задачи дисциплины .....	7
1.2. История технического рисунка .....	8
1.3. Понятие о техническом рисунке .....	10
1.4. Материалы и принадлежности для рисования .....	11
1.5. Подготовка к рисованию .....	12
2. ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ПОСТРОЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ РИСОВАНИИ .....	13
2.1. Рисование линий .....	13
2.2. Деление отрезков на равные части .....	15
2.3. Рисование углов .....	16
2.4. Деление углов на равные части .....	18
3. ПОНЯТИЕ ОБ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЯХ .....	19
3.1. Штриховка сечений в аксонометрических проекциях .....	22
3.2. Особенности аксонометрического рисунка .....	22
4. ПОСТРОЕНИЕ РИСУНКОВ ПЛОСКИХ ФИГУР .....	23
4.1. Построение треугольника .....	23
4.2. Построение квадрата .....	25
4.3. Построение прямоугольника .....	26
4.4. Построение правильного шестиугольника .....	27
4.5. Построение окружностей .....	29
4.6. Построение пятиугольника .....	34
4.7. Построение восьмиугольника .....	35
5. ПОСТРОЕНИЕ РИСУНКОВ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ .....	37
5.1. Построение куба .....	37
5.2. Построение параллелепипеда .....	38
5.3. Построение призмы .....	39
5.4. Построение пирамиды .....	41

5.5. Построение цилиндра .....	42
5.6. Построение конуса .....	43
5.7. Построение шара .....	45
5.8. Построение торových поверхностей .....	46
6. ПОСТРОЕНИЕ РИСУНКОВ ГРУППЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ .....	48
6.1. Алгоритм построения технического рисунка .....	48
6.2. Примеры построения рисунков группы геометрических тел .....	51
7. СПОСОБЫ ПЕРЕДАЧИ СВЕТОТЕНИ НА ТЕХНИЧЕСКОМ РИСУНКЕ ....	55
7.1. Штриховка .....	57
7.2. Шраффировка .....	63
7.3. Оттенение точками .....	67
8. РАБОТА АКВАРЕЛЬНЫМИ КРАСКАМИ .....	69
8.1. Оттенение отмывкой .....	71
9. РИСОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ С НАТУРЫ И ПО ЧЕРТЕЖУ .....	74
9.1. Общие рекомендации .....	74
9.2. Пример выполнения рисунка детали с натуры .....	76
9.3. Рисунок строительных деталей .....	79
9.4. Особенности оттенков технических рисунков деталей .....	80
9.5. Рисование предметов по чертежу .....	81
9.6. Рисование сборочных единиц с натуры и по чертежу .....	83
10. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНИЧЕСКИЙ РИСУНОК».....	87
10.1. Упражнения .....	87
10.2. Тесты .....	91
10.3. Кроссворды .....	95
11. ПОЯСНЕНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ .....	98
12. ВОПРОСЫ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНИЧЕСКИЙ РИСУНОК» .....	114
13. ГЛОССАРИЙ .....	116

14. ОТВЕТЫ К ТЕСТАМ И КРОССВОРДАМ .....	117
15. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ .....	119
16. ИНТЕРНЕТ – РЕСУРСЫ .....	121
17. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....	121

## ВВЕДЕНИЕ

Техническим рисунком люди пользовались давно и в самых разных его видах: инженеры-конструкторы чаще всего использовали реалистический рисунок (перспективный), примером могут служить многочисленные рисунки Леонардо да Винчи. Модельеры мужской и женской одежды используют условный рисунок. Художники-прикладники пользуются своими особыми приемами. Даже в обыденной жизни мы часто прибегаем к помощи технического рисунка, объясняя друзьям свой адрес и расположение домов. Следовательно, раскрывая понятие термина «технический рисунок», нельзя узко и односторонне трактовать его содержание и назначение.

Чаще всего технический рисунок используется при создании новых объектов. Рождающаяся в сознании человека новая идея, возникший неожиданно новый образ объекта требуют немедленного закрепления, и наиболее простой, удобной и быстрой формой фиксации творческой мысли оказывается рисунок. Отмечая это качество технического рисунка, Генеральный авиаконструктор А. С. Яковлев писал: «Очень помогло мне в будущей моей работе умение рисовать. Ведь когда инженер-конструктор задумывает какую-нибудь машину, он мысленно во всех деталях должен представить себе свое творение и уметь изобразить его карандашом на бумаге». Активная творческая деятельность изобретателя, архитектора, инженера, художника-конструктора всегда начинается с технического рисунка.

Технический рисунок позволяет сразу увидеть преимущество новых конструктивных усовершенствований и дает основание приступить к переоборудованию или замене отдельных деталей машины. Но главное достоинство технического рисунка состоит в том, что он заставляет автора идти дальше, вносить в свой рисунок добавления и исправления, активизирует и совершенствует его творческую мысль. А это, в свою очередь, принуждает конструктора переходить к новым рисункам до тех пор, пока автор не приблизится к идеалу.

## 1. ПРЕДМЕТ И МЕТОД ДИСЦИПЛИНЫ

Данная дисциплина «Технический рисунок» рассчитана для студентов специальностей: «Дизайн», «Художественное образование», «Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы» и соответствует государственному образовательному стандарту по данной дисциплине. Технический рисунок является одной из составных частей курса «Начертательная геометрия. Инженерная графика»

В данном пособии содержится теоретический материал по дисциплине «Технический рисунок, а также правила построения чертежей геометрических фигур, различных углов, окружностей, эллипсов и других плоских и объёмных фигур без помощи инструментов, а также способы передачи светотени на рисунке, рисование деталей с натуры и по чертежу.

### 1.1. Цель и задачи дисциплины

#### **Цель:**

1. Научиться наглядно выполнять ту или иную фигуру от руки, соблюдая пропорциональность отдельных частей фигуры.

#### **Задачи:**

1. Изучить принципы и методы построения технического рисунка.
2. Овладеть основами технического рисования по правилам аксонометрических и перспективных проекций.
3. Овладеть умением построения изображений геометрических фигур на плоскости.

Изучение дисциплины «Технический рисунок», согласно учебному плану, предусматривает следующее распределение часов по видам учебных занятий (табл. 1):

Таблица 1

Название специальности	2 семестр		
	Лекции (час.)	Практика (час.)	Формы контроля
070801 «Декоративно-прикладное искусство и народные промыслы»	18	18	экзамен
070600 «Дизайн», 050600 «Художественное образование»	16	16	зачет

**В результате изучения дисциплины студент должен:**

*иметь представление:*

о роли и месте технического рисунка в инженерной и художественной деятельности будущего специалиста;

*знать:*

- основные понятия, принципы и методы построения технического рисунка;

- правила применения аксонометрических и перспективных проекций в рисунке;

*уметь:*

- строить рисунки плоских фигур, геометрических тел;

- выполнять рисунки деталей и сборочных единиц с натуры и по чертежу;

- передавать на рисунке светотень, используя разные способы оттенков;

*овладеть навыком:*

- построения рисунков в перспективе и аксонометрии;

- определения метода решения построения теней в зависимости от источника света.

## 1.2. История технического рисунка

Из исторических документов, сохранившихся до нашего времени, можно проследить эволюцию графических способов отображения информации.

Истоками развития изображений являются первобытные рисунки и древние пиктограммы. Именно в них зарождается и формируется графический язык, основой которого является способ изображений. Рисунок появился, как средство общения между людьми, задолго до создания письменности. В дальнейшем на его основе развивалось рисунчатое письмо. В древности многие народы любую информацию передавали с помощью рисунков (рис. 1).

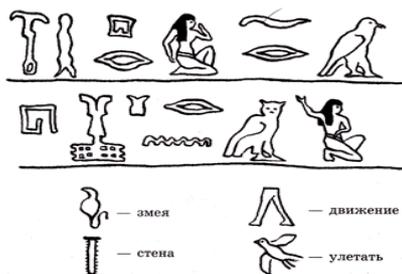


Рис. 1. Иероглифическое письмо

В эпоху Возрождения открывались законы перспективы, закладывались практические основы отображения технической информации новыми графическими способами. Великим Леонардо да Винчи (1452-1519) в наследство потомкам были оставлены графические изображения летательного аппарата, метательных машин. Они были выполнены особым способом, который его современники называли «конической перспективой». Этот способ не потерял своей актуальности по сей день. В настоящее время он называется «линейной перспективой» и используется в архитектуре, рисунке, живописи, дизайне.

Несмотря на то, что рисунок не дает полного представления о внутреннем устройстве и действительных размерах изображаемого объекта, долгое время им пользовались как основным техническим документом, с помощью которого строили различные сооружения. Так, например, знаменитый своей архитектурой Софийский собор в Киеве (XI в.) был воздвигнут по рисункам. В Древней Руси по рисункам были построены новгородские и московские храмы и многие другие замечательные памятники старины (рис. 2). Со временем рисунки трансформировались в особый вид графического изображения - технические рисунки.

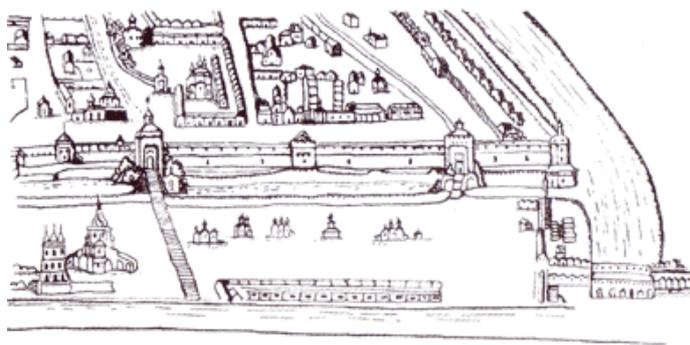


Рис. 2. План Кремля

Развитие способов изображений на Руси шло самобытным путем. На миниатюрах XIV-XV вв. мы можем увидеть изображения, которые напоминают современные аксонометрические изображения и технические рисунки, используемые в настоящее время в инженерной графике (рис. 3).



Рис. 3. Изображение пушек на миниатюре

Развитие техники вызвало необходимость совершенствовать методы и способы графических изображений. В XVIII в. условный (иногда примитивный) рисунок уступил место другому виду графического изображения — чертежу.

Дошедшие до нас рисунки и чертежи XVII-XVIII вв. свидетельствуют о высоком искусстве их выполнения

### 1.3. Понятие о техническом рисунке

Инженер или дизайнер, приступая к созданию проекта, чаще всего начинает свою деятельность с построения технического рисунка, ведь он выполняется гораздо быстрее, чем чертеж, и более нагляден, т.е., с такого рисунка, который обладает высокой техникой исполнения и помогает составить чертеж, сделать проект. *Итак: технический рисунок – это такое наглядное*

*графическое изображение объекта, выполненное от руки в глазомерном масштабе, в котором ясно раскрыта техническая идея объекта, правильно передана его конструктивная форма и верно найдены пропорциональные отношения.*

В зависимости от характера объекта и задачи, поставленной в конкретном проекте, технический рисунок можно выполнить либо в центральной проекции (в перспективе), либо по правилам параллельных проекций (в аксонометрии), либо по условным правилам, относящимся к изображению специальных объектов.

Технический рисунок может быть линейным (без светотени) и объёмно-пространственным с передачей светотени и цвета.

Технический рисунок у дизайнеров и художников играет основополагающую роль, являясь первичной формой изображения. Какой бы объект мы не взяли, касается ли это планировки интерьера, комплекса зданий или технического изделия, техническому рисунку принадлежит главенствующая роль, а иногда и решающая. Если архитектору или дизайнеру удалось в *техническом рисунке* полностью решить поставленную задачу, он уверенно выполняет *технический проект* и отдаёт его на утверждение специальной комиссии, после чего проект уточняется, и по нему изготавливаются рабочие чертежи и макеты.

#### **1.4. Материалы и принадлежности для рисования**

Для выполнения технического рисунка студенту необходимо иметь следующие материалы и принадлежности: мольберт, бумага, карандаши, ластик и кнопки.

*Бумагу* рекомендуется использовать плотную рисовальную или чертежную формата А3 (297× 420 мм).

*Карандаши* для рисунка выбираются различной твердости: ТМ, М, 2М, или НВ, В, построение технического рисунка рекомендуется выполнять

карандашом средней твердости ТМ (НВ), а светотень наносят карандашом М, 2М (В). Для удобства работы заточку карандаша выполняют в виде конуса, общая высота которого 20-25 мм, а выступающая графическая часть 5- 6 мм.

*Ластики* применяют мягких сортов, не сдирающие покров бумаги. Их используют как можно реже, в основном для высветления тона штриховки и бликов, а также для удаления линий построения.

*Кнопки* применяют для крепления листа к мольберту или чертёжной доске.

Мольберт – это подставка, обычно деревянная, на которой художник помещает во время работы свой рисунок. В качестве мольберта можно использовать чертёжную доску.

### 1.5. Подготовка к рисованию

Работа над рисунком начинается с организации рабочего места и обеспечения условий работы для рисования:

1. Во время работы следует сидеть прямо, не сгибая корпуса, выдвинув несколько вперед правое плечо. Ноги должны находиться в устойчивом положении. Кисть правой руки при рисовании едва касается поверхности листа, а вся рука полусогнута и находится почти на весу. Такое положение руки удобно для проведения линий в различных направлениях.
2. Свет должен падать на бумагу слева – сверху, чтобы тень рисующего не закрывала рисунок. Чертёжную доску или мольберт располагают с наклоном  $30^\circ$  к плоскости стола или пола (рис. 4).

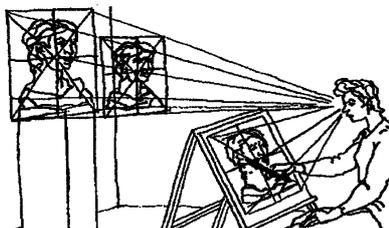
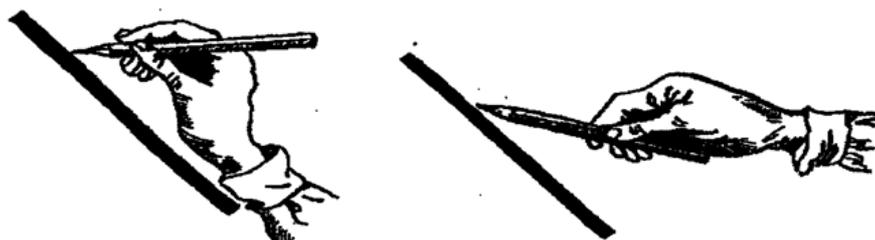


Рис. 4

3. Расстояние между глазом и бумагой должно быть равно приблизительно длине вытянутой руки.
4. Карандаш держат не так, как ручку, а берут в руку ближе к неотточенной части, снизу прижимая четырьмя пальцами, сверху придерживая большим пальцем, что позволяет целиком видеть весь рисунок. Это одно из обязательных условий правильного рисования, дающее возможность рисующему обнаружить и исправить свои ошибки (рис. 5).



Неправильно

Правильно

Рис. 5

## 2. ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ПОСТРОЕНИЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ РИСОВАНИИ

Прежде чем приступить к выполнению технического рисунка, полезно проделать ряд упражнений, к которым относятся: 1) рисование линий, 2) деление отрезков на равные части, 3) рисование углов, 4) деление углов на равные части. Необходимо помнить, что все построения выполняются в карандаше, без использования чертежных инструментов. Кроме того, необходимо уметь правильно определять на глаз размеры и соотношения частей, разделять линии и плоскость листа на равные части.

### 2.1. Рисование линий

Линии бывают прямые, ломаные и кривые. В практике рисования наиболее часто применяются горизонтальные и вертикальные прямые.

*Горизонтальная* прямая рисуется следующим образом. Наметим несколько точек, отстоящих на равном расстоянии от верхнего края листа, и сделаем движение правой руки слева направо по воздуху, как бы соединяя намеченные точки. Такое упражнение повторяют несколько раз, после чего рисуют прямую линию длинными тонкими штрихами. Получившиеся искривления надо поправить, проводя карандашом более яркую линию. Ластиком пользуются после исправления рисунка (рис. 6).

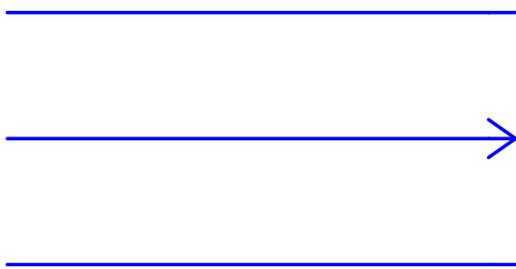


Рис. 6

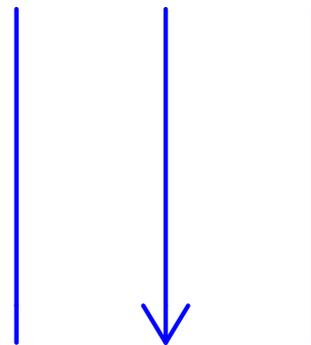


Рис. 7

*Наклонная* прямая рисуется движением руки слева направо. В зависимости от угла наклона прямой движение будет направлено сверху вниз или снизу вверх (рис. 8).

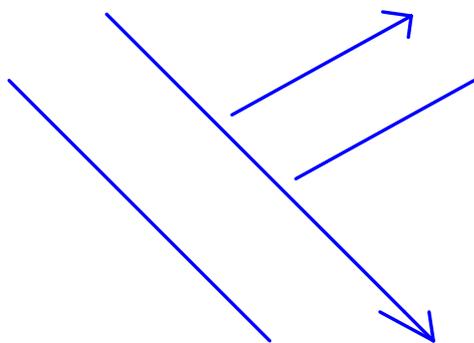


Рис. 8

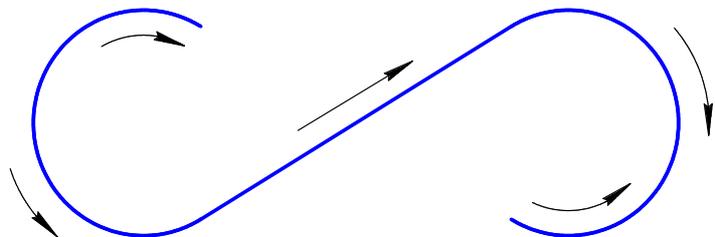


Рис. 9

*Кривая* линия рисуется движением руки по направлению изгиба кривой (рис. 9).

## 2.2. Деление отрезков на равные части

Возьмем для примера отрезок  $AB$ , который нужно разделить *на две равные части* (рис. 10). Определим на глаз середину отрезка и отметим её точкой  $O$ . Проверку деления сделаем с помощью карандаша таким образом: прикладываем конец карандаша к точке  $O$ , а точку  $B$  отмечаем на карандаше ногтем большого пальца и сравниваем полученные величины отрезков  $AO$  и  $OB$ . Если точка  $O$  получилась не на середине, то её перемещают влево или вправо, до тех пор, пока обе части не будут равными.

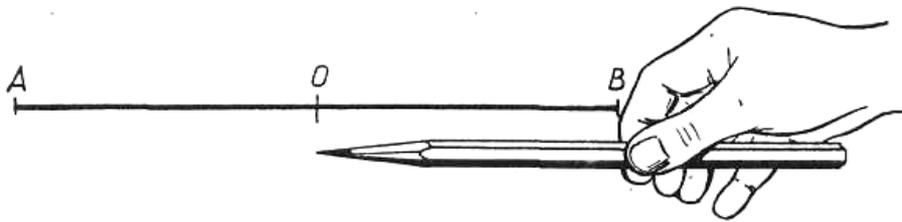


Рис. 10

Чтобы разделить отрезок *на четыре равные части*, нужно сначала разделить его на две равные части, а затем каждую половинку разделить еще раз пополам и сравнить полученные отрезки (рис. 11).

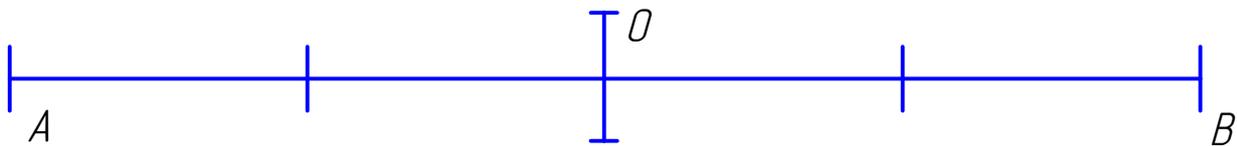


Рис. 11

Для того чтобы разделить отрезок *на шесть равных частей*, сначала делят его на глаз на три равные части, а затем каждую треть отрезка делят еще раз пополам и сравнивают полученные отрезки (рис. 12); или поступают другим способом: делят отрезок на две равные части, а затем каждую половину делят на три равные части и проверяют правильность построения (рис. 13).

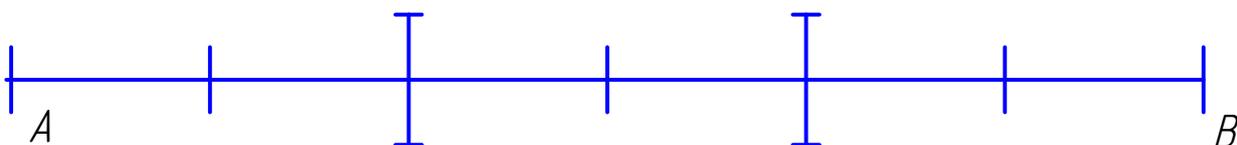


Рис. 12

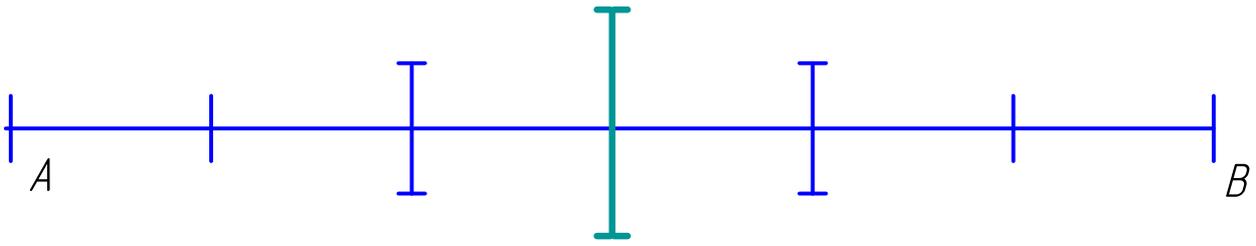


Рис. 13

Для того чтобы разделить отрезок на *пять равных частей*, сначала делят его на две неравные части так, чтобы одна его часть была в полтора раза больше другой. Затем больший отрезок также на глаз делят на три равные части, а меньший на две равные части. Проверяют правильность построения (рис. 14).



Рис. 14

### 2.3. Рисование углов

**Угол  $90^\circ$ .** Проведем две взаимно перпендикулярные тонкие прямые линии и сравним смежные углы. Если углы не равны, то, не стирая линий, внесем поправку, т. е. наметим более точный перпендикуляр, а затем удалим ненужные линии и обведем рисунок угла яркой линией (рис. 15).

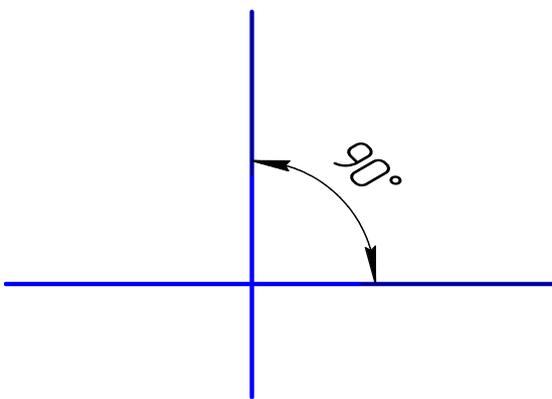


Рис. 15

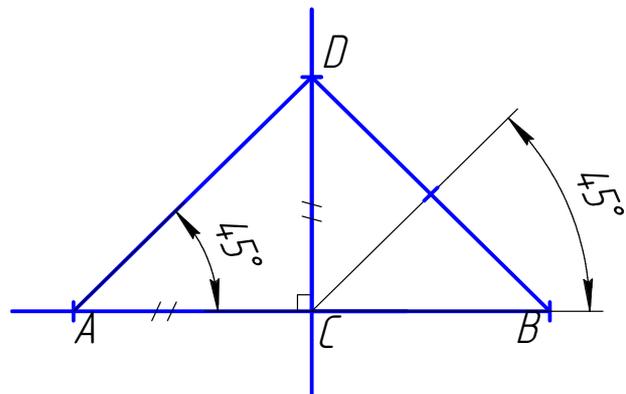


Рис. 16

**Угол  $45^\circ$ .** Проведем горизонтальную прямую и возьмем на ней точку  $A$  (рис. 16). На произвольном расстоянии от точки  $A$  отметим на прямой точку  $C$  и проведем через нее перпендикуляр. На этом перпендикуляре отложим от точки  $C$  отрезок  $CD$  равный отрезку  $AC$ . Соединив прямой точки  $A$  и  $D$ , получим искомый угол  $45^\circ$ .

**Углы  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $120^\circ$ .** Построение таких углов необходимо для построения изображений в прямоугольной изометрии. Проведем горизонтальную прямую и отметим на ней произвольную точку  $O$  (рис. 17), через которую проведем перпендикуляр к прямой. От точки  $O$  вправо откладываем на горизонтальной прямой пять произвольных, но равных между собой отрезков. Каждую точку деления обозначим цифрой ( $1, 2, 3, 4, 5$ ). Через деление, обозначенное цифрой  $5$ , проводим тонкую линию перпендикуляра, на котором от точки  $5$  вверх и вниз откладываем три таких же отрезка, и обозначаем цифрами ( $1, 2, 3$ ). Из точек  $3$ , расположенных выше и ниже точки  $5$ , проводим прямые через точку  $O$ . Они будут наклонены к горизонтальной прямой под углом примерно  $30^\circ$ . Сумма двух углов образует угол в  $60^\circ$  и, соответственно,  $120^\circ$ .

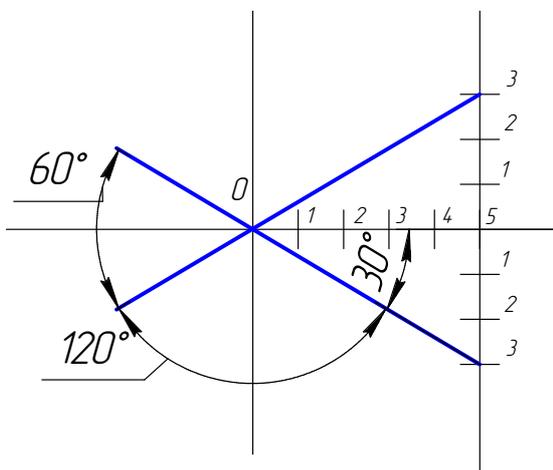


Рис. 17

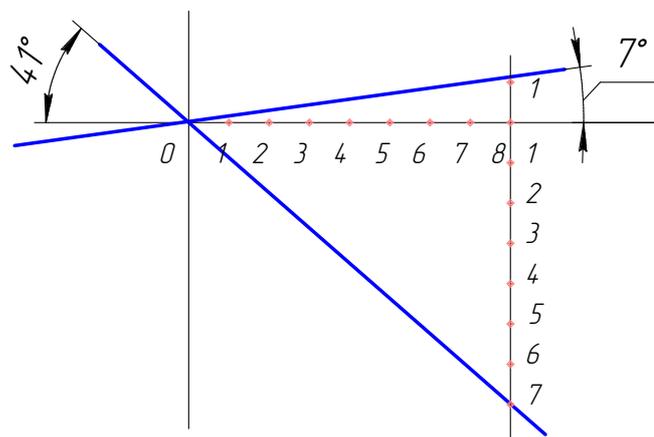


Рис. 18

**Примечание:** На рисунках с изображениями углов, точки для построений не обозначаются!

**Углы  $7^\circ$ ,  $41^\circ$ .** Такие углы строят для построения осей прямоугольной диметрической проекции. Для этого от руки проводим две взаимно

перпендикулярные прямые. Обозначим точки их пересечения буквой  $O$  (рис.18). Вправо от точки  $O$  отложим на горизонтальной прямой восемь одинаковых отрезков произвольной длины. Через точку  $8$  проведем к горизонтальной прямой перпендикуляр и отложим на нем вниз от точки  $8$  семь таких же отрезков. Затем через точки  $7$  и  $O$  проведем прямую, которую продолжим вверх. Прямая  $7—O$  пойдет под углом примерно равным  $41^\circ$ . Для построения угла  $7^\circ$  отложим на перпендикуляре вверх от точки  $8$  отрезок  $8—I$ , равный одному делению, и проведем прямую через точки  $I$  и  $O$ . Прямая  $I—O$  будет направлена под углом  $7^\circ$ .

#### 2.4. Деление углов на равные части

В практике могут встретиться случаи, когда необходимо разделить угол на несколько равных частей. Рассмотрим деление угла  $ABC$  пополам (рис. 19). Чтобы построить биссектрису угла  $ABC$ , отложим от вершины  $B$  на сторонах угла равные отрезки  $B—1$  и  $B—2$ . Точки  $1$  и  $2$  соединим прямой, а затем на глаз разделим отрезок  $1—2$  пополам в точке  $3$ . Биссектрисой угла  $ABC$  будет прямая, проходящая через вершину  $B$  и точку  $3$ . Кроме того, этим способом можно разделить любой угол не только на две, но и на 4, 8, 16 и т. д. равных частей. Для этого сначала заданный угол  $ABC$  разделим пополам (рис. 20), а потом каждый полученный угол еще раз пополам.

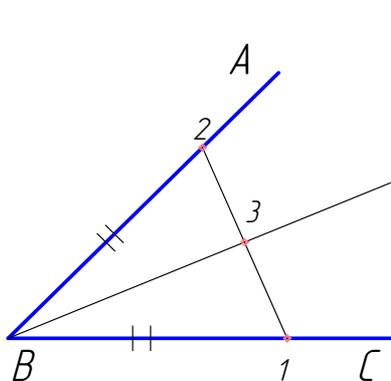


Рис. 19

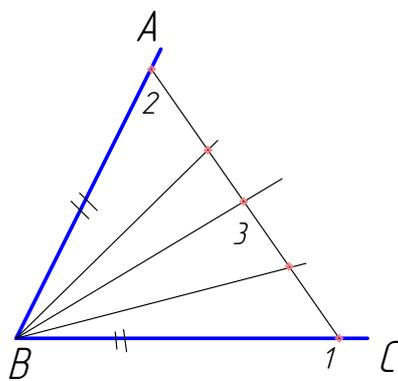


Рис. 20

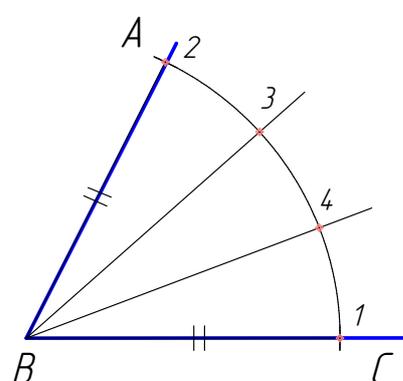


Рис. 21

Для деления углов на нечетное число равных частей применяется другой способ. Предположим, что угол  $ABC$  необходимо разделить на три равные части (рис. 21). На сторонах угла отложим от вершины  $B$  одинаковые отрезки  $B-1$  и  $B-2$  и нарисуем дугу окружности. Затем эту дугу разделим на три равные части точками  $3, 4$ . Через вершины угла  $B$  проведем прямые  $B-3$  и  $B-4$ , которые разделят угол на три примерно равные части. Аналогично можно разделить угол на 5 и 7 равных частей.

### 3. ПОНЯТИЕ ОБ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРОЕКЦИЯХ

Если предмет, расположенный в пространстве, отнести к системе трех взаимно перпендикулярных координатных плоскостей, совпадающих с плоскостями проекций и спроецировать его и координатные оси на какую-либо плоскость  $P$  параллельными лучами, то полученная параллельная проекция предмета будет называться **аксонометрической проекцией**, или **аксонометрией** (рис. 22).

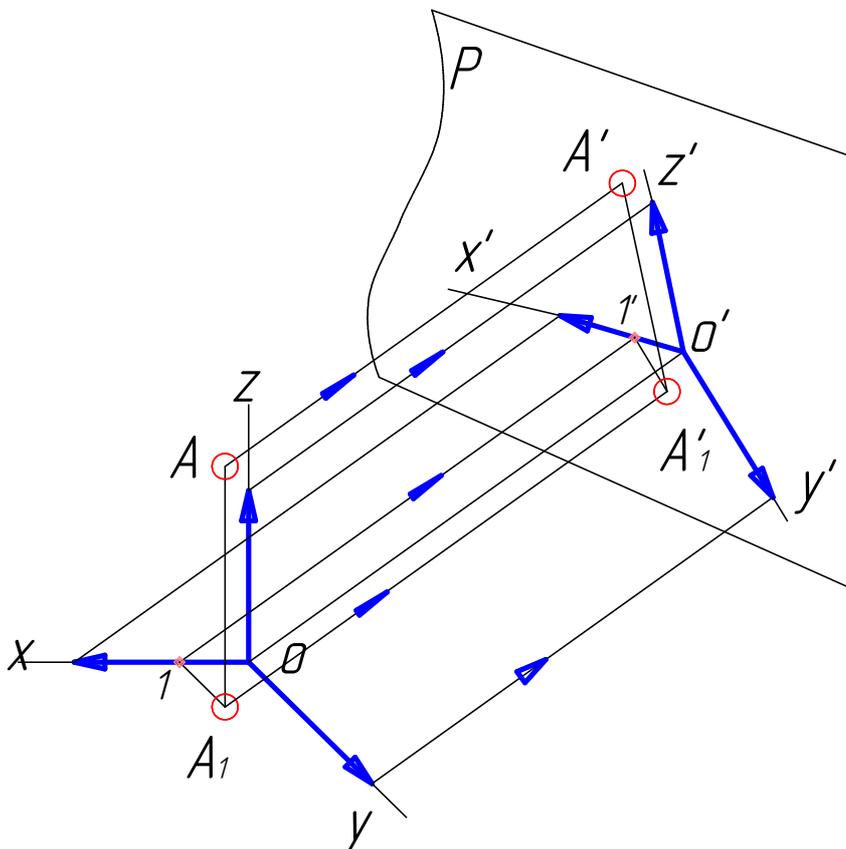


Рис. 22

В зависимости от направления проецирования аксонометрические проекции делятся на два вида: прямоугольные и косоугольные. Если проецирующие лучи перпендикулярны аксонометрической плоскости, то аксонометрия будет называться *прямоугольной*, а если расположение проецирующих лучей под углом, не равным  $90^\circ$ , то она будет называться *косоугольной (фронтальной)*.

Технические рисунки выполняются только по типу прямоугольных аксонометрических проекций: изометрии (измерение по всем трем координатным осям одинаковое) и диметрии (измерение по двум координатным осям одинаковое, а по третьей — другое) (табл. 2).

Виды и примеры аксонометрических проекций, установленных ГОСТом 2.317-69\*, и наиболее часто встречающихся в практике, приведены в таблице 2.

Вид аксонометрии выбираем в зависимости от конфигурации детали, располагая аксонометрические оси таким образом, чтобы изображение предмета стало более наглядным.

Выбрав неправильно аксонометрическую проекцию, вы получите рисунок не читаемый и не наглядный. На рисунке 23 дан ортогональный чертёж параллелепипеда, на рисунке 24 – выбран неправильный вид аксонометрии (прямоугольная изометрия), на рисунке 25 - более наглядный (в прямоугольной диметрии).

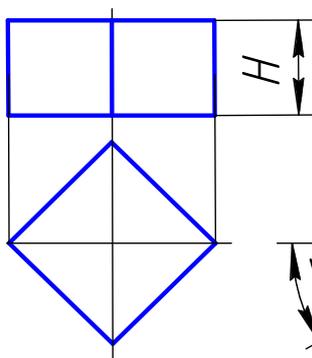


Рис. 23

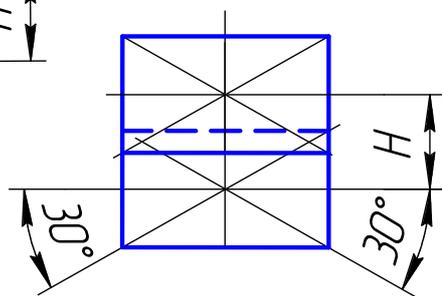


Рис. 24

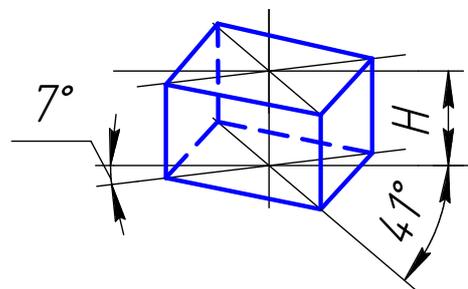
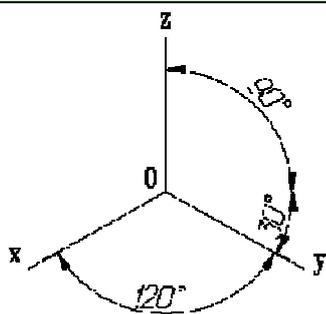


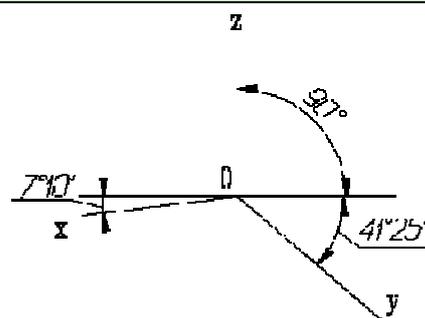
Рис. 25

**ПРИМЕРЫ РАСПОЛОЖЕНИЯ АКСОНОМЕТРИЧЕСКИХ ОСЕЙ**

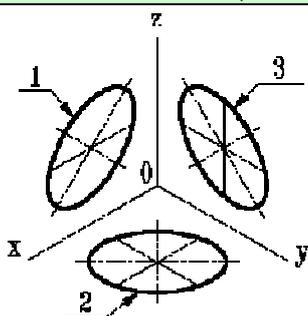
**ПРЯМОУГОЛЬНЫЕ ПРОЕКЦИИ**



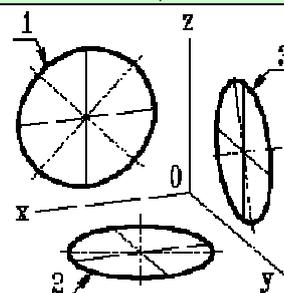
в изометрии



в диметрии



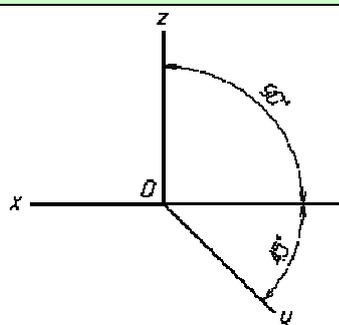
ПРИМЕР



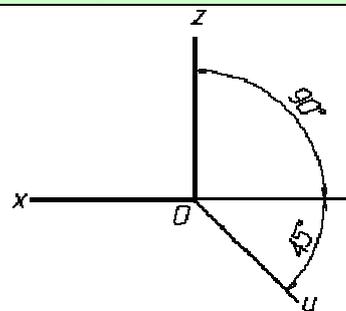
Окружность в изометрии: 1-эллипс (большая ось расположена под углом  $90^0$  к оси  $y$ ); 2-эллипс (большая ось расположена под углом  $90^0$  к оси  $z$ ); 3-эллипс (большая ось расположена под углом  $90^0$  к оси  $x$ ).

Окружность в диметрии: 1-эллипс (большая ось расположена под углом  $90^0$  к оси  $y$ ); 2-эллипс (большая ось расположена под углом  $90^0$  к оси  $z$ ); 3-эллипс (большая ось расположена под углом  $90^0$  к оси  $x$ ).

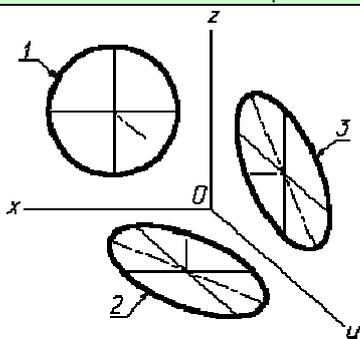
**ФРОНТАЛЬНЫЕ ( КОСОУГОЛЬНЫЕ ) ПРОЕКЦИИ**



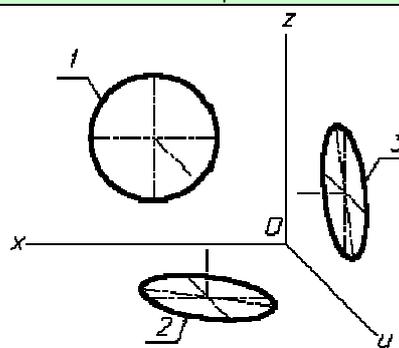
в изометрии



в диметрии



ПРИМЕР



Изображение окружности на фронтальной изометрической проекции: 1-окружность; 2-эллипс (большая ось расположена под углом  $22^0$  к оси  $x$ ); 3-эллипс (большая ось расположена под углом  $22^0$  к оси  $z$ ).

Изображение окружности на фронтальной диметрической проекции: 1-окружность; 2-эллипс (большая ось расположена под углом  $7^0$  к оси  $x$ ); 3-эллипс (большая ось расположена под углом  $7^0$  к оси  $z$ ).

### 3.1. Штриховка сечений в аксонометрических проекциях

Линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях наносят параллельно одной из диагоналей проекций квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям (рис. 26).

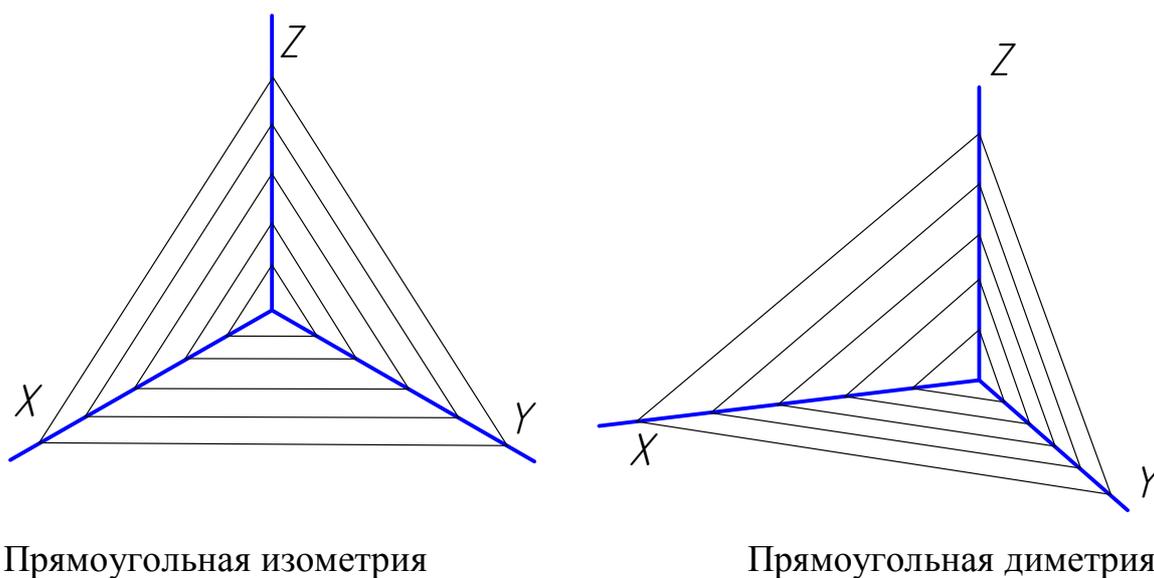


Рис. 26

### 3.2. Особенности технического рисунка в аксонометрии

*Технический рисунок в аксонометрии имеет следующие особенности:*

1. Изображается изолированно от окружающей среды. Например, рисуя геометрическое тело или деталь, не показывают подставку, на которой они стоят.
2. Выполняется линиями разной толщины, т. е. контурная линия не везде одинакова, как на чертеже (со стороны тени толще).
3. Светотень наносится по условно принятой схеме. При этом считается, что свет падает слева-сверху от предмета (по направлению диагонали куба).
4. Падающие тени чаще всего на рисунках в аксонометрической проекции не показывают.

5. Прямоугольную или косоугольную аксонометрическую проекцию выбирают в зависимости от формы изображаемого предмета (рис. 24, 25).

6. При выполнении рисунка, условности выполняют по правилам ГОСТ 2.317—69.

## 4. ПОСТРОЕНИЕ РИСУНКОВ ПЛОСКИХ ФИГУР

Умение строить рисунки плоских фигур дает возможность в дальнейшем рисовать объемные предметы.

Рассмотрим построение рисунков плоских фигур, наиболее часто встречающихся в практике: треугольника, квадрата, шестиугольника и окружности.

### 4.1. Построение треугольника

Пусть требуется построить рисунок прямоугольного треугольника  $BAC$ , у которого две стороны совпадают с аксонометрическими осями  $x, z$  (рис. 27) и нарисовать его в изометрии (рис. 28) и диметрии (рис. 29). Проведем две взаимно перпендикулярные прямые (рис. 27) и отложим от точки  $A_2$  отрезки  $A_2B_2$  и  $A_2C_2$ . Прямая  $B_2C_2$  будет гипотенузой прямоугольного треугольника  $B_2A_2C_2$ .

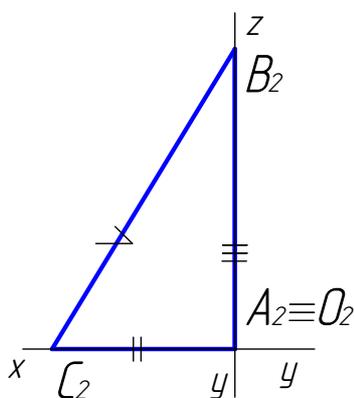


Рис. 27

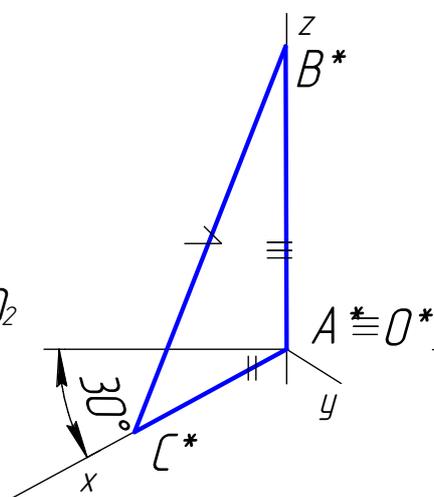


Рис. 28

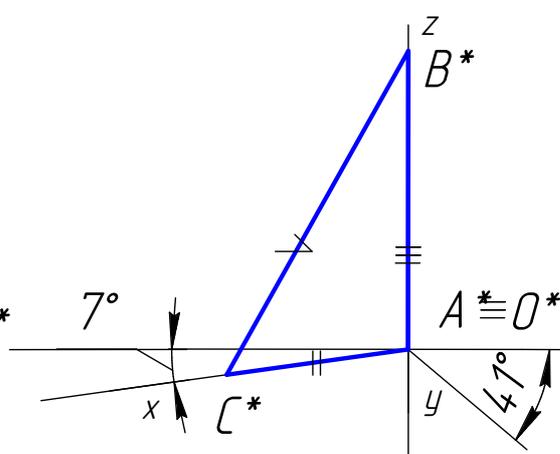


Рис. 29

Для построения треугольника  $BAC$  в прямоугольной изометрической проекции нарисуем изометрические оси  $x, y, z$  (рис. 28), а затем отложим данные отрезки  $AB, AC$  (равные  $A_2B_2$  и  $A_2C_2$ ), на соответствующих осях, точка  $A^*$  совпадет с точкой  $O^*$  – точка пересечения аксонометрических осей  $x, y, z$ . Стороны  $AB$  и  $AC$  треугольника, в данных проекциях откладываются в истинную величину, без искажения. Соединив полученные точки  $B^*$  и  $C^*$ , получим аксонометрию треугольника  $BAC$ .

Построения треугольника  $BAC$  в прямоугольной диметрической проекции (рис. 29) выполняются аналогично построениям треугольника  $BAC$  в прямоугольной изометрической проекции.

На рисунках 30 - 35 выполнены изображения треугольника  $ACB$ , у которого ни одна из сторон не параллельна ни одной плоскости проекций.

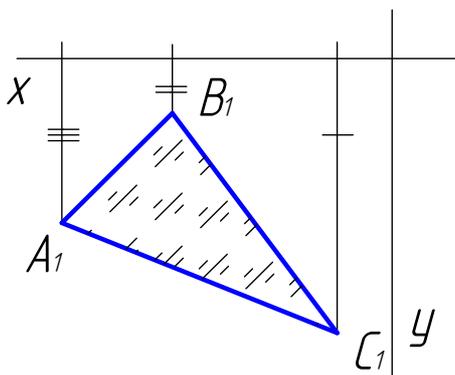


Рис. 30.

Ортогональное проецирование

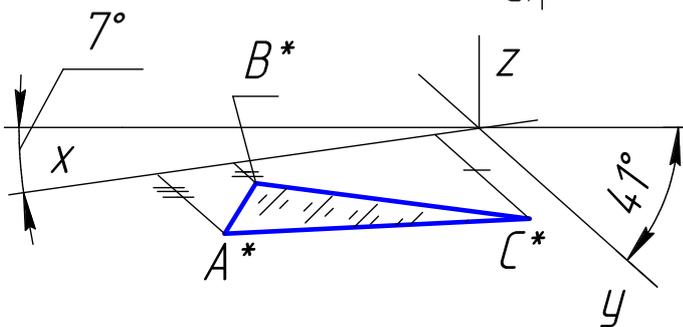


Рис. 31.

Прямоугольная диметрия

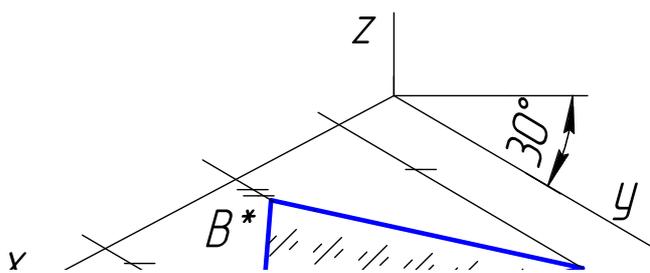


Рис. 32.

Прямоугольная изометрия

В изометрической проекции по всем осям откладываются натуральные величины (рис. 32, рис. 35). В прямоугольной диметрии по оси  $x$  и на линиях

параллельных ей откладываются натуральные величины, а по оси  $y$  в два раза меньше натуральной величины (рис. 31, рис. 34).

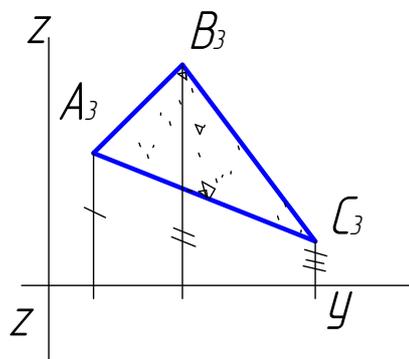


Рис. 33.

Ортогональное проектирование

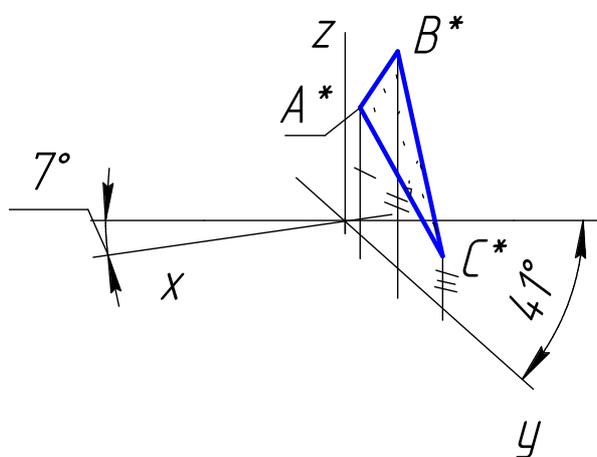


Рис. 34.

Прямоугольная диметрия

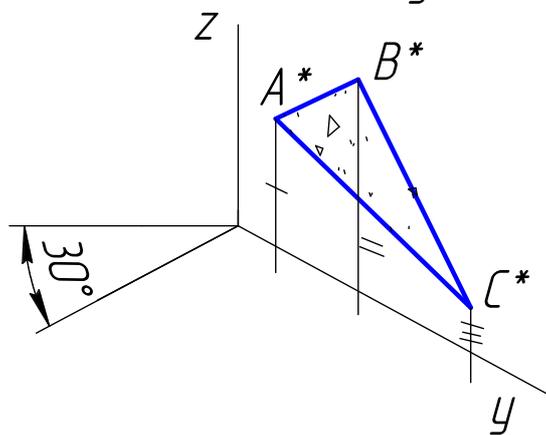


Рис. 35.

Прямоугольная изометрия

## 4.2. Построение квадрата

Нарисуем две взаимно перпендикулярные оси (рис. 36). Точка их пересечения – точка  $O$ . От точки  $O$  на этих осях отложим отрезки  $O1$ ,  $O2$ ,  $O3$ , и  $O4$  равные половине стороны квадрата, а затем, через полученные точки, проведем прямые, параллельные осям. Прежде чем обвести квадрат ярко,

необходимо проверить размеры его сторон и углы. Обнаруженные неточности следует исправить, не стирая контуров рисунка. Затем удалить лишние линии ластиком и обвести контур.

Рассмотрим построение квадрата  $ABCD$  в прямоугольной изометрии при условии, что его стороны параллельны осям  $x$  и  $y$ . Нарисуем изометрические оси  $x$  и  $y$  (рис. 37) и отложим на них от точки  $O$  отрезки  $O-1, O-2, O-3, O-4$ , равные половине стороны квадрата. Через полученные на осях точки  $2$  и  $4$  проведем прямые, параллельные оси  $x$ , а через точки  $1$  и  $3$ , параллельные оси  $y$ , которые при пересечении определяют вершины ромба  $ABCD$ , представляющего собой изображение квадрата в изометрии.

Рисунок квадрата  $ABCD$  в прямоугольной диметрии имеет вид параллелограмма, у которого стороны  $AD$  и  $BC$  в два раза меньше, чем  $AB$  и  $CD$ . Построение его производится в той же последовательности, что и изометрическое изображение (рис. 38).

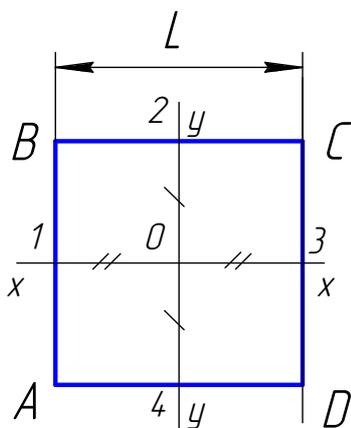


Рис. 36

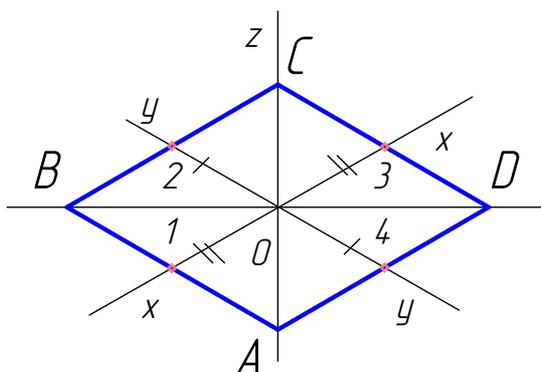


Рис. 37

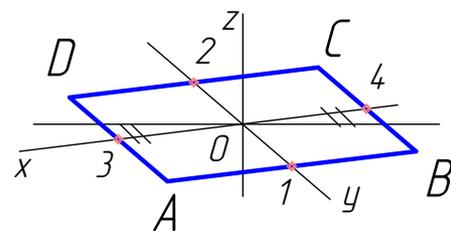


Рис. 38

### 4.3. Построение прямоугольника

Начинаем построения с прямого угла. На сторонах угла от его вершины откладываем заданные размеры сторон  $av$  и  $ad$ . Через точки  $v$  и  $d$  проведем прямые, параллельные сторонам прямого угла и проверим точность построения. После исправления ошибок обведем контур рисунка (рис. 39).

Рисунок прямоугольника в прямоугольной изометрии выполняется следующим образом: Нарисуем оси  $x$  и  $y$  (рис. 40). От точки  $O$  отложим по оси  $x$  отрезки  $O-1$  и  $O-2$ , равные половине стороны  $AD$ , а по оси  $y$  – отрезки  $O-3$  и  $O-4$ , равные половине стороны  $AB$ . Через точки  $1,2,3,4$  проведем прямые, параллельные осям  $x$  и  $y$ , на пересечении которых получим вершины фигуры – изображения прямоугольника  $ABCD$ . На рис. 41 изображен рисунок прямоугольника в прямоугольной диметрии. Стороны  $BC$  и  $AD$  нарисованы в истинную величину, а  $AB$  и  $CD$  уменьшены в два раза. Таким образом, чертеж прямоугольника в диметрии получился менее выразительным и наглядным, чем в изометрии.

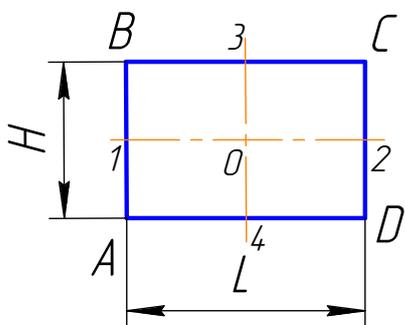


Рис. 39

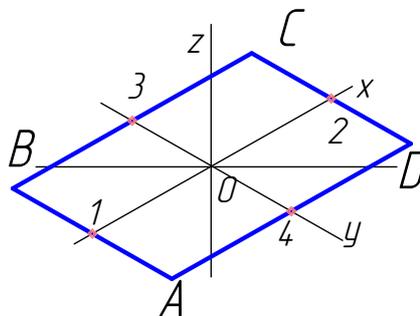


Рис. 40

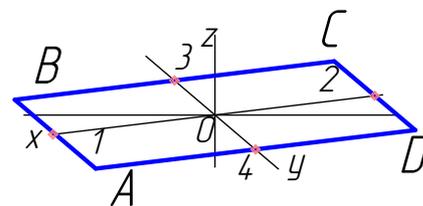


Рис. 41

#### 4.4. Построение правильного шестиугольника

Чтобы нарисовать правильный шестиугольник используют дополнительные построения, таким образом, рисунок получится более точным.

Начнем построения с рисунка квадрата в тонких линиях (рис. 42). Через середины соответствующих его сторон проведем две тонкие взаимно перпендикулярные прямые, пересекающиеся в точке  $O$ . Горизонтальная прямая  $AD$  будет горизонтальной осью шестиугольника. Далее левую и правую части квадрата разделим пополам вертикальными прямыми  $KL$  и  $MN$ . Затем разделив верхнюю часть вертикальной оси на две равные части, получим отрезки  $O-1 = 1-2$ . Отрезок  $1-2$  разделим пополам точкой  $3$

и, наконец, отрезок 2—3 также разделим пополам точкой 4. Через точку 4 проведем горизонтальную прямую, которая пересечет прямые  $KL$  и  $MN$  в точках  $B$  и  $C$ . Соединив прямыми точки  $A, B$  и  $C, D$ , получим рисунок верхней половины правильного шестиугольника. Затем дорисуем нижнюю половину шестиугольника точно в таком же порядке и получим все вершины шестиугольника  $ABCDEF$ . Если шестиугольник лежит в горизонтальной плоскости, то аксонометрические построения производятся на осях  $x, y$  и параллельных им линиях.

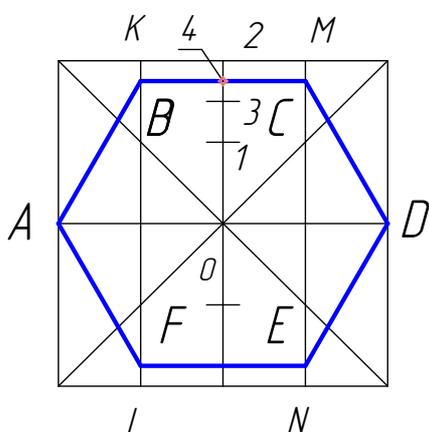


Рис. 42

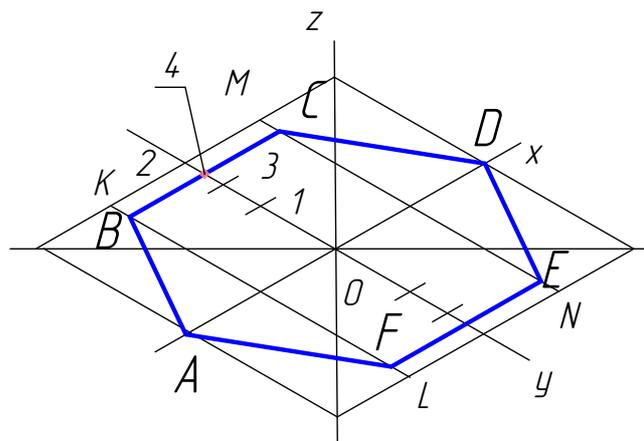


Рис. 43

Рисунки шестиугольника  $ABCDEF$  в прямоугольной изометрии и прямоугольной диметрии выполним также с помощью дополнительных построений. Нарисуем изометрические оси  $x, y$  (рис. 43). Построим рисунок квадрата в изометрии (ромб) и проведем в нем прямые  $KL$  и  $MN$ , параллельно оси  $y$ . Определим точки 1, 2, 3, 4 точно в такой же последовательности, в какой они находились при построении рисунка шестиугольника, после чего проведем через точку 4 прямую, параллельную оси  $x$ , до пересечения с прямыми  $KL$  и  $MN$  в точках  $B$  и  $C$ . Соединив прямыми точки  $A, B, C$  и  $D$ , получим рисунок половины фигуры шестиугольника. Аналогичным образом нарисуем вторую половину шестиугольника.

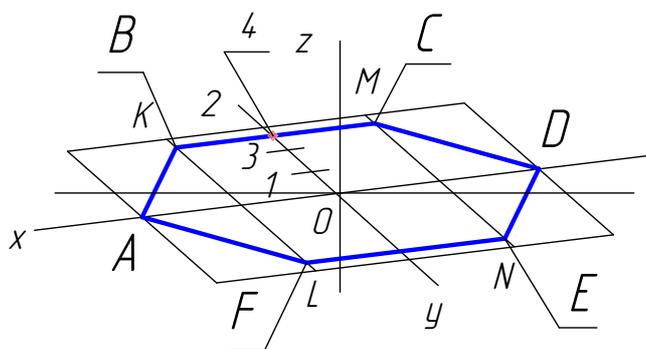


Рис. 44

На рис. 44 показано построение шестиугольника  $ABCDEF$  в прямоугольной диметрической проекции, аналогично построениям, описанным выше, только по оси  $y$  все размеры уменьшаются в два раза. На рис. 45 шестиугольник расположен параллельно профильной плоскости проекций и изображен в прямоугольной изометрии, а на рис. 46 дано построение шестиугольника в прямоугольной диметрической проекции, расположенного параллельно фронтальной плоскости проекций.

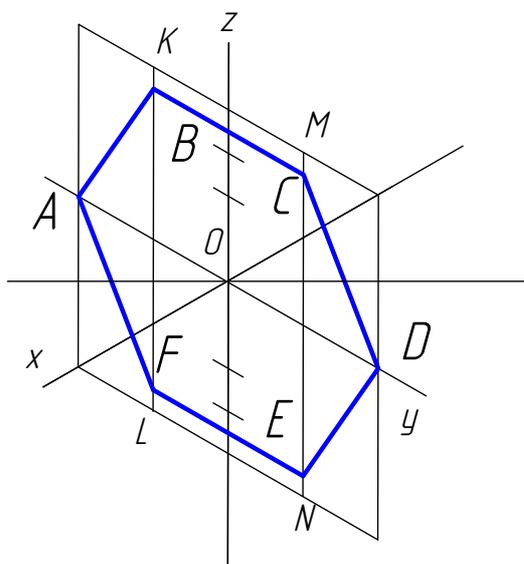


Рис. 45

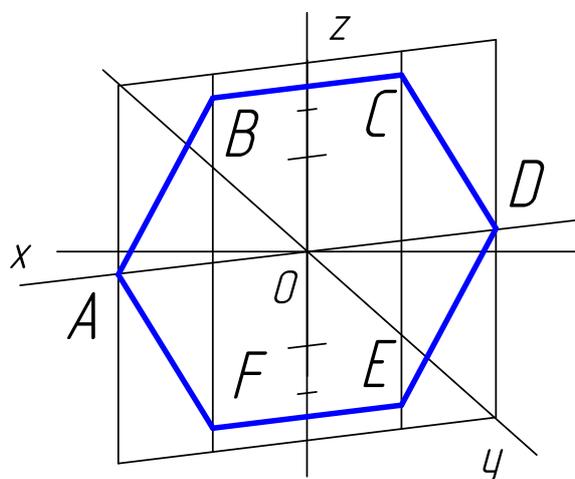


Рис. 46

#### 4.5. Построение окружностей

Рисунок окружности начинается с построения квадрата, в который она вписывается. Это позволяет быстрее получить более правильное изображение окружности.

Квадрат  $ABCD$  (рис. 47) начинаем с построения взаимно перпендикулярных линий 1-3 и 2-4, которые являются диаметрами окружности, а потом проводим в нем диагонали  $AC$  и  $BD$ . Для определения промежуточных точек окружности разделим отрезок  $B-2$  точкой  $E$  пополам. Затем отрезок  $E-2$  разделим точкой  $F$  также пополам. Далее разделим отрезок  $B-1$  на две равные части точкой  $Q$  и соединим прямой точку  $Q$  с точкой  $F$ . Прямая  $QF$  пересечет диагональ  $BD$  в точке 5. Точка 5 будет удалена от центра квадрата на расстояние радиуса окружности. Через точку 5 проведем горизонтальную и вертикальную прямые до пересечения их с диагональю  $AC$ . Получим точки 6 и 8. Точка 7 расположится в нижней половине квадрата симметрично точке 8. Итак, получив все восемь точек, проведем тонкие дуги, которые наметят форму окружности. Чтобы лучше видеть рисунок, нужно отодвинуть его от себя на расстояние вытянутой руки, затем внести изменения, убрать ненужные линии и обвести рисунок (рис. 48).

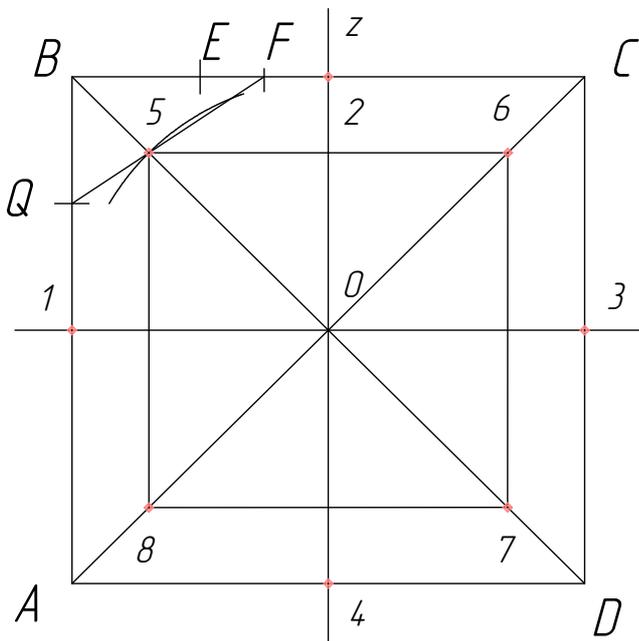


Рис. 47

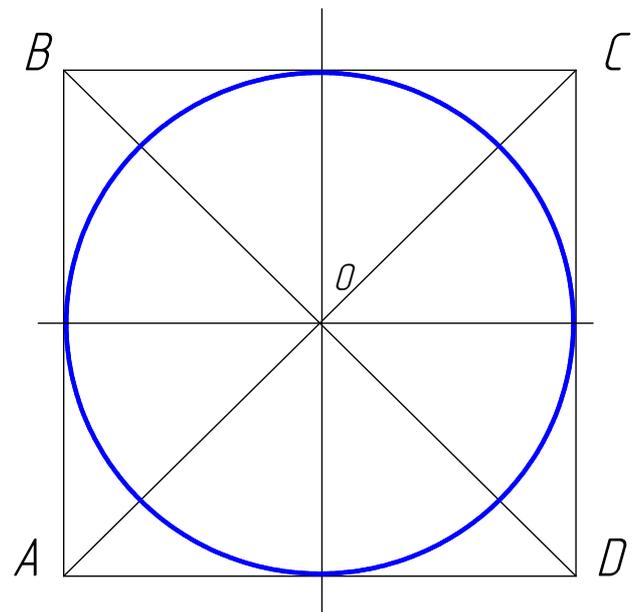


Рис. 48

В изометрической проекции окружность изобразится в виде эллипса. Рисунок окружности построим в изометрии. Для этого наметим изометрические оси  $x$  и  $y$  (рис. 49) и построим рисунок квадрата  $ABCD$ . В квадрате определим промежуточные точки 5, 6, 7, 8, так же, как на рисунке 47

(рис. 49). Соединив точки 1,5,2,6,3,7,4,8,1, получим изометрию окружности - эллипс (рис. 50).

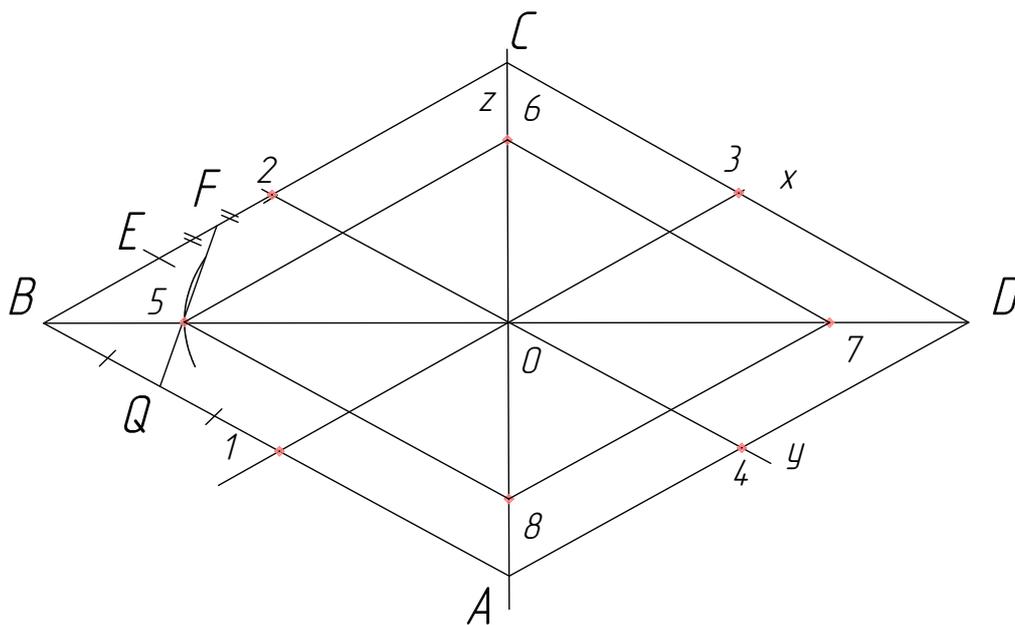


Рис. 49

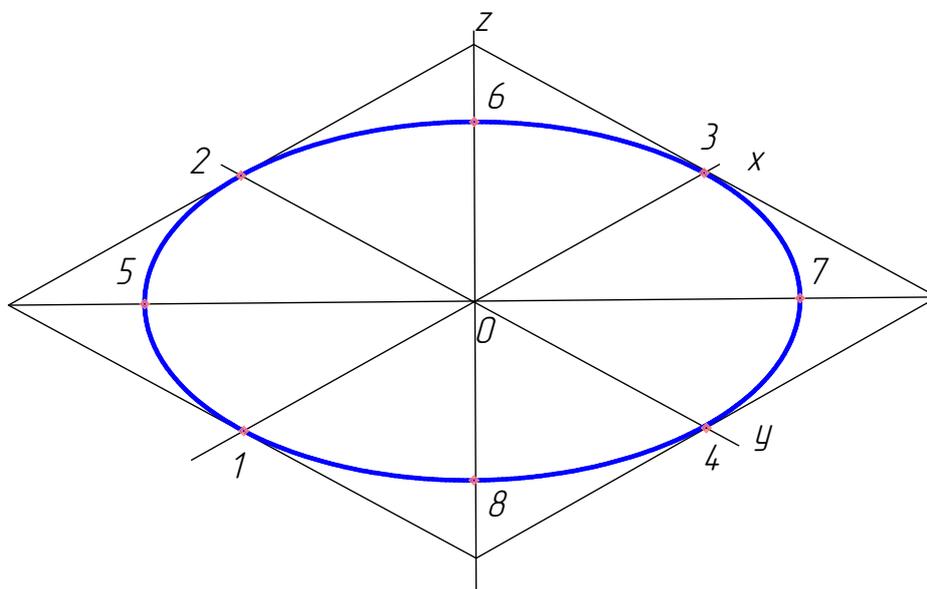


Рис. 50

Так же строится эллипс в прямоугольной диметрии (рис. 51). Последовательность построения та же, что и в изометрии, только длина по оси  $y$  уменьшится в два раза.

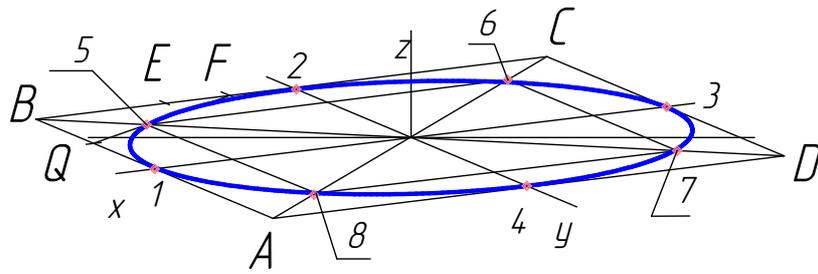


Рис. 51

На рисунках 52 и 53 показаны построения изометрической проекции окружности, расположенной параллельно фронтальной (рис. 52) и профильной (рис. 53) плоскостям проекций.

В прямоугольной диметрии при изображении окружности получаются два вида рисунков эллипсов: широкий (рис. 54) и узкий (рис. 55). Принцип построения рисунков широкого и узкого эллипсов не отличается от только что рассмотренного построения рисунка эллипса в изометрии. Разница только в том, что у узкого эллипса горизонтальные стороны квадрата будут иметь угол наклона не  $30^\circ$ , а  $7^\circ$  и по линиям, параллельным оси  $y$ , размеры уменьшаются в два раза.

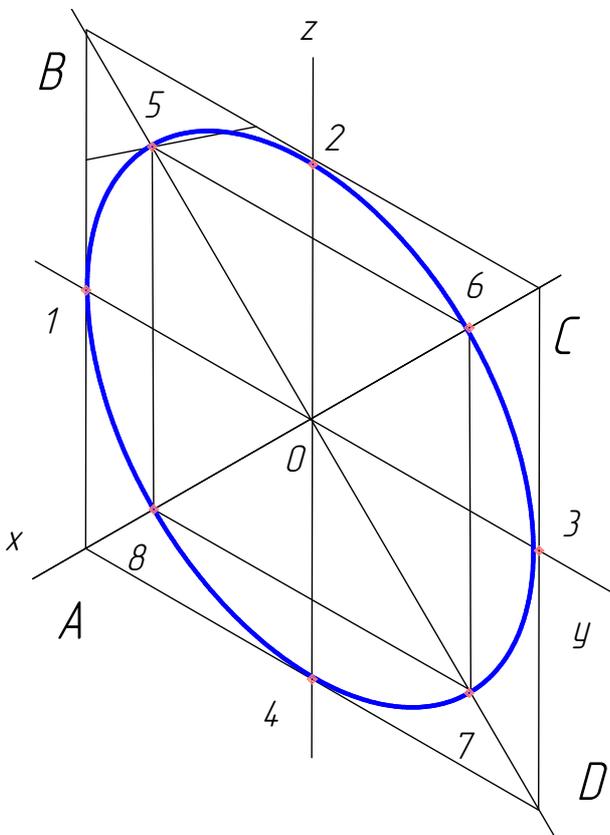


Рис. 52

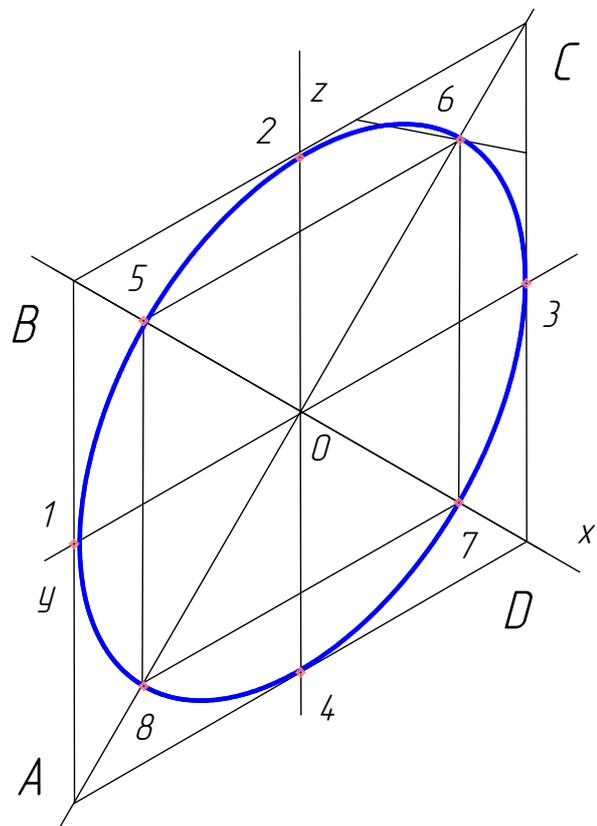


Рис. 53

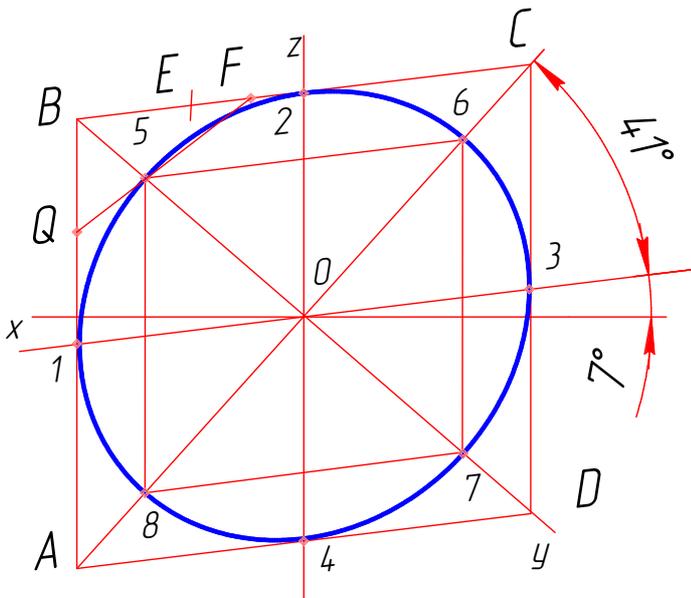


Рис. 54

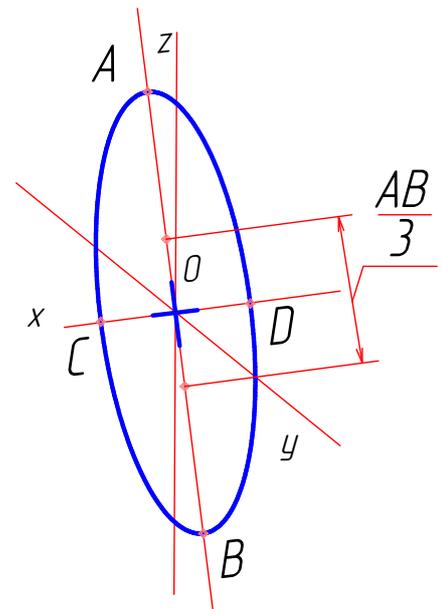


Рис. 55

При выполнении рисунка узкого эллипса можно обойтись без дополнительных построений. Рисунок эллипса в таком случае выполняется по четырем точкам  $A, B, C, D$ . Как известно, в прямоугольной диметрии большая ось эллипса  $AB = 1,06 D$  (диаметра), а малая ось  $CD = 0,35 D$  (диаметра), т. е. упрощенно, соотношение осей будет равно  $1 : 3$ . Проведем две перпендикулярные прямые (рис. 56). От точки пересечения (т.  $O$ ) этих прямых отложим на горизонтальной прямой влево и вправо половину большой оси  $AB$ . Ось  $AB$  возьмем равной диаметру окружности. Разделим, ось  $AB$  на три равные части. Малая ось  $CD$  должна быть равна одной трети  $AB$ .

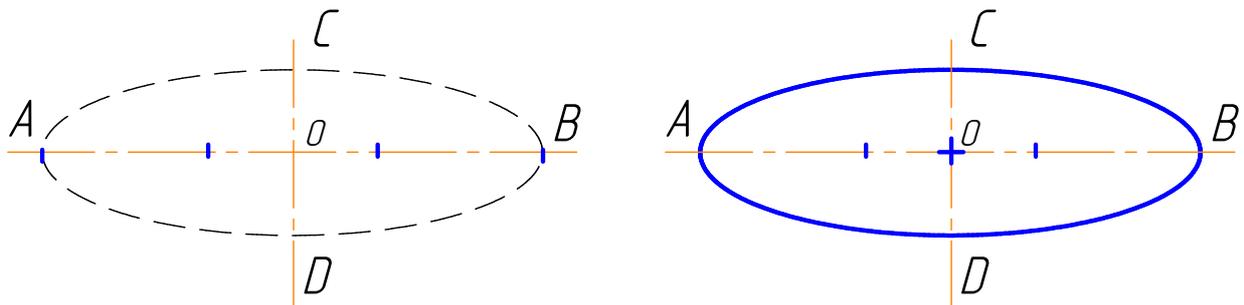


Рис. 56

Построение рисунка эллипса начнем с рисования больших дуг, проходящих через точки  $C$  и  $D$ . Далее нарисуем две малые дуги, проходящие через точки  $A$  и  $B$ , а затем наметим общую огибающую кривую эллипса, так чтобы он был симметричен относительно осей  $AB$  и  $CD$ .

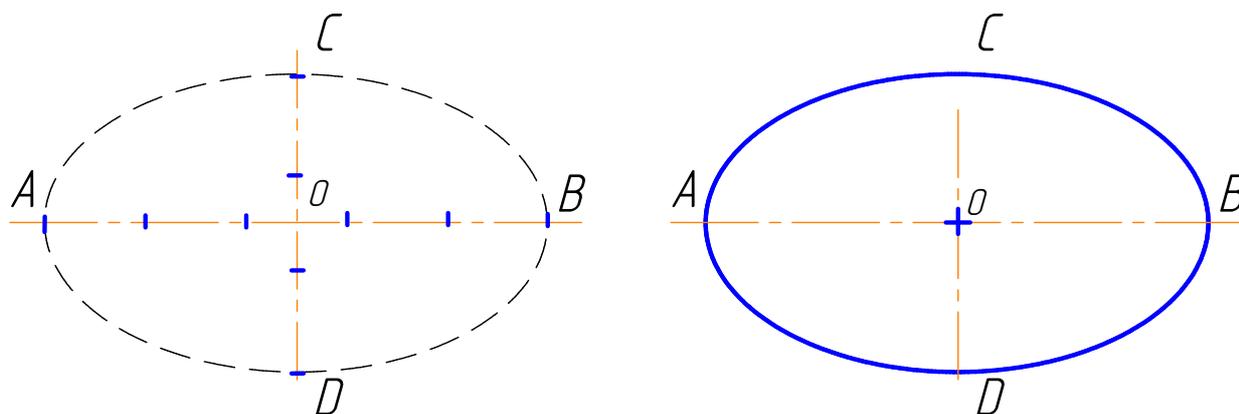


Рис. 57

Окружность в изометрии также можно построить и другим способом: по 4 точкам. Проведем две перпендикулярные прямые (рис. 57). Отложим от точки  $O$  на горизонтальной линии два равных радиусу окружности отрезка и обозначим точками  $A$  и  $B$ . Затем отрезок  $AB$  разделим на 5 равных частей. На вертикальной линии между точками  $C$  и  $D$  должно разместиться три таких же отрезка. Точки  $C$  и  $D$  расположены симметрично относительно оси  $AB$ .

#### 4.6. Построение пятиугольника

Рисунок пятиугольника начинается с построения квадрата, в который вписывается окружность (см. построение окружности рис. 47, рис. 48). После того как построена окружность, вписанная в квадрат: верхнюю часть оси  $y$  делим на три равные части, а нижнюю на пять равных частей. Через полученные точки  $1/3$  и  $4/5$  проведем вспомогательные горизонтальные прямые линии до пересечения их с окружностью, таким образом получим точки  $B, A, E, D$ , а точка  $C$  совпадает с окружностью (рис. 58). Соединив их, получим пятиугольник.

На рисунках построен правильный пятиугольник в изометрической (рис. 59) и диметрической (рис. 60) проекциях. Строятся они в той же последовательности, что и на рисунке 58, с той лишь разницей, что в диметрии, по оси  $y$  следует откладывать половину действительного размера сторон квадрата, в котором расположен пятиугольник.

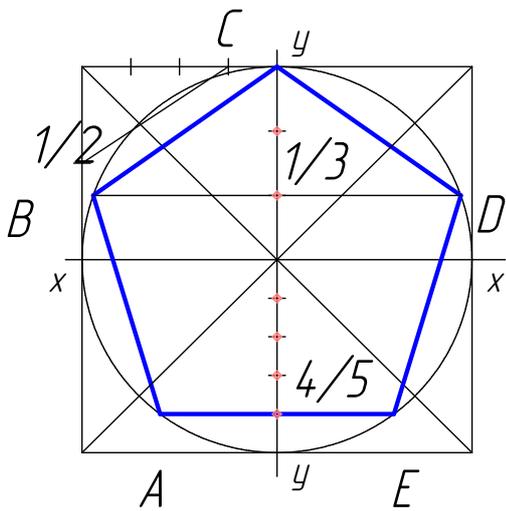


Рис. 58

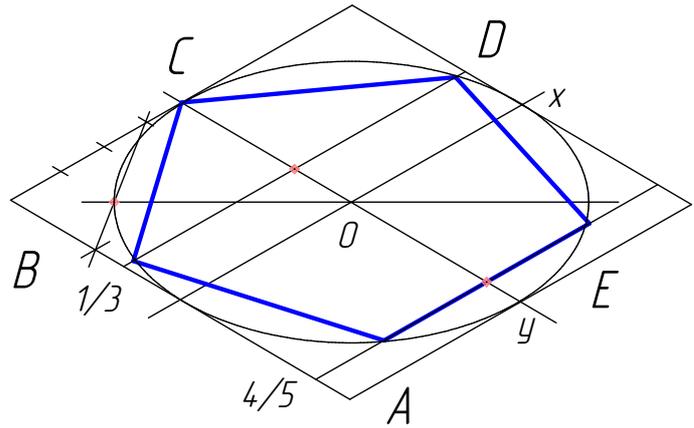


Рис. 59

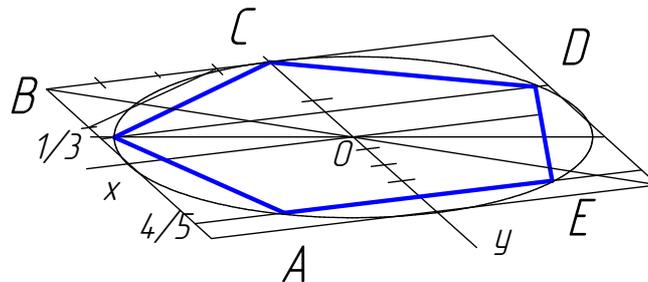


Рис. 60

#### 4.7. Построение восьмиугольника

Чтобы нарисовать восьмиугольник, также начинают с построений квадрата. Затем стороны квадрата от осей вправо и влево делят на 7 равных частей. Все точки 3 соединяют между собой и получают восьмиугольник  $ABCDEFWL$  (рис. 61). На рисунке 62 показано построение восьмиугольника в прямоугольной диметрии, а на рисунке 63 – в изометрии.

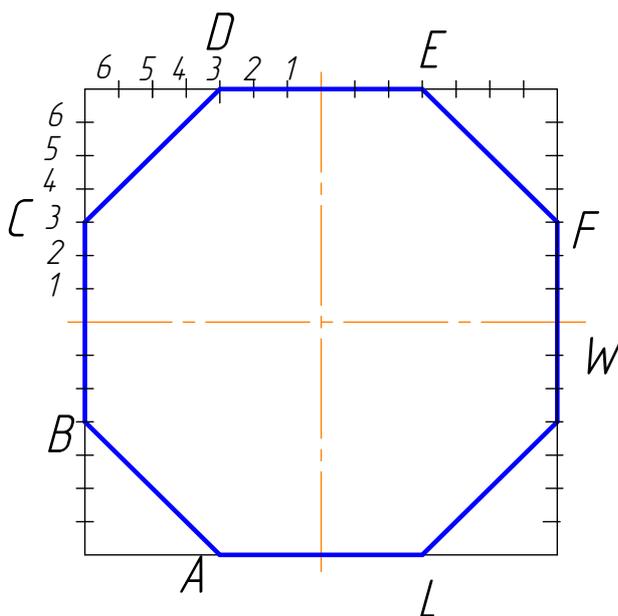


Рис. 61

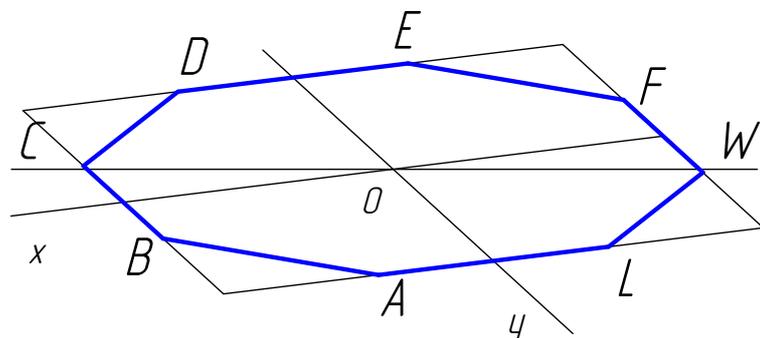


Рис. 62

Восьмиугольник лучше рисовать в прямоугольной диметрии, т.к. ни одна из сторон не расположена вертикально.

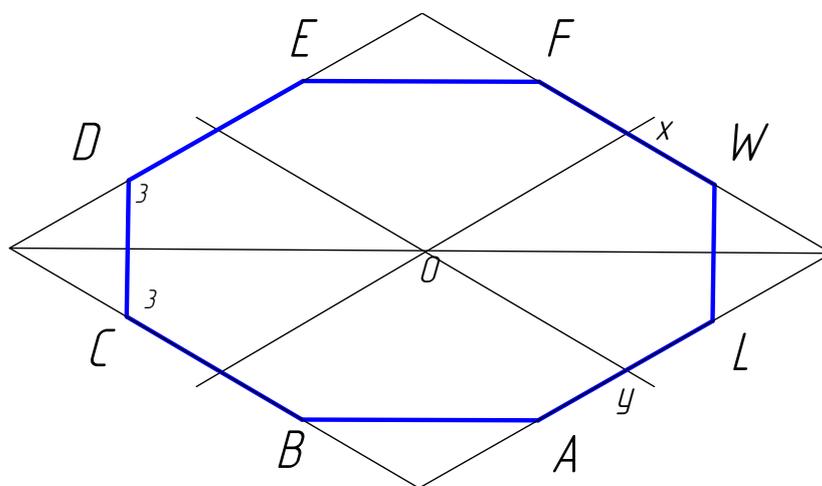


Рис. 63

Упражнения в рисовании плоских фигур являются хорошей подготовкой к рисованию геометрических тел, так как построение рисунков геометрических тел основывается на умении выполнять рисунки плоских фигур.

## 5. ПОСТРОЕНИЕ РИСУНКОВ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

### 5.1. Построение куба

Нарисуем изометрические оси  $x$ ,  $y$ ,  $z$  (рис. 64) и построим по заданной стороне куба  $L$  его верхнее основание, представляющее форму ромба. Затем из центра основания проводим прямую, перпендикулярную ему (т.е. совпадающую с осью  $z$ ), откладываем высоту куба, строим оси и второе основание. Рисуем ребра куба, соединив вершины сторон оснований, проведя из каждой вершины ромба вниз вертикальные прямые. Проверим точность построения рисунка (рис. 65). После чего сотрем ластиком невидимые ребра, а видимые обведем более чёткой линией.

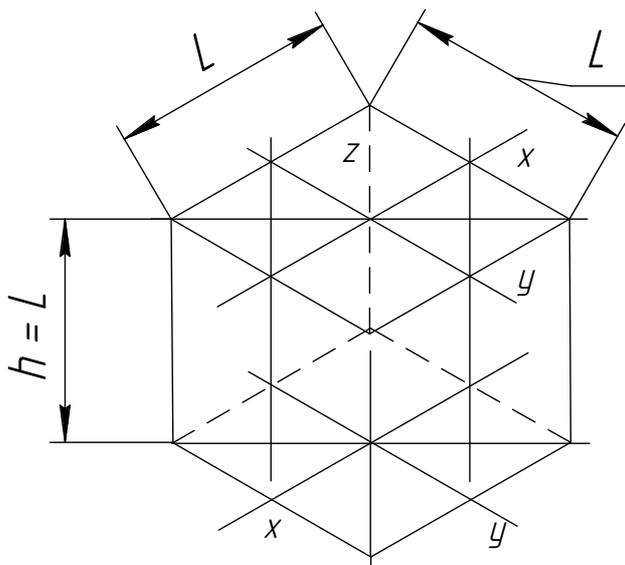


Рис. 64

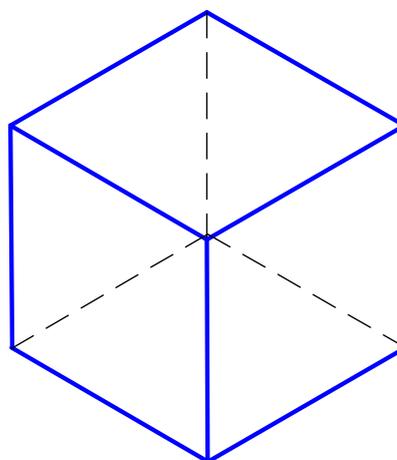


Рис. 65

Последовательность выполнения рисунка куба в прямоугольной диметрической проекции аналогична построению его в изометрии (рис. 66). Рисунок куба, выполненный в такой проекции, более нагляден, чем в изометрии.

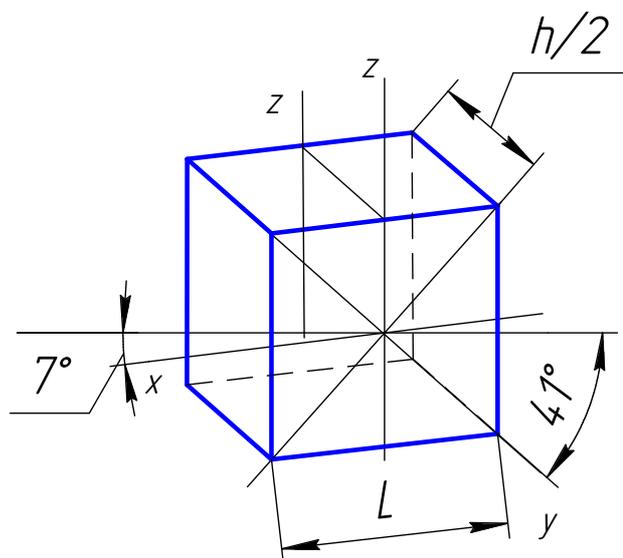


Рис. 66

## 5.2. Построение параллелепипеда

Выполним рисунок параллелепипеда в прямоугольной изометрической проекции, у которого основание имеет форму прямоугольника и расположено параллельно горизонтальной плоскости проекций.

Сторона прямоугольника равна отрезку  $L$ , длина бокового ребра параллелепипеда — отрезку  $h$ , высота параллелограмма равна  $L$ .

Нарисуем оси  $x$ ,  $y$ ,  $z$  и построим рисунок верхнего основания параллелепипеда (рис. 67). В изометрической проекции оно изобразится в виде параллелограмма. Затем из каждой его вершины проведем вертикальные прямые и отложим на них отрезки, равные длине  $L$ . Соединим концы отрезков прямыми, параллельными верхнему основанию параллелепипеда, и проверим точность построения. Затем обведем контур рисунка.

Пример изображения параллелепипеда в прямоугольной диметрии показан на рисунке 68. По оси  $y$  длина параллелепипеда уменьшается в два раза.

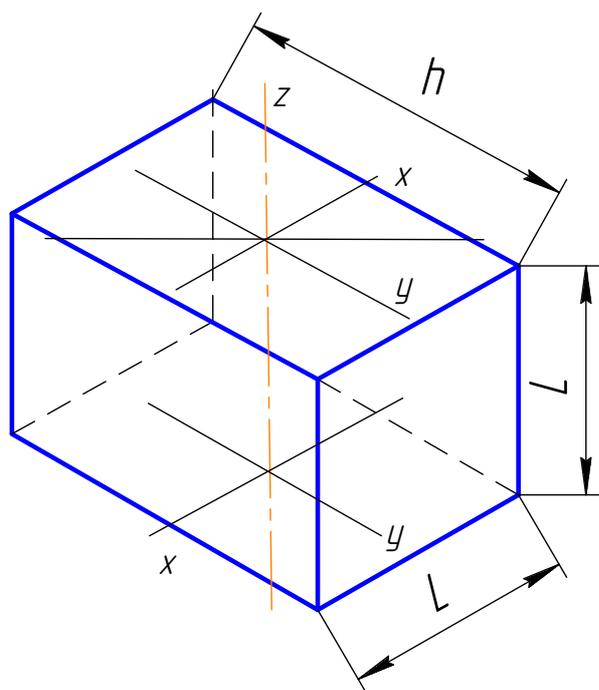


Рис. 67

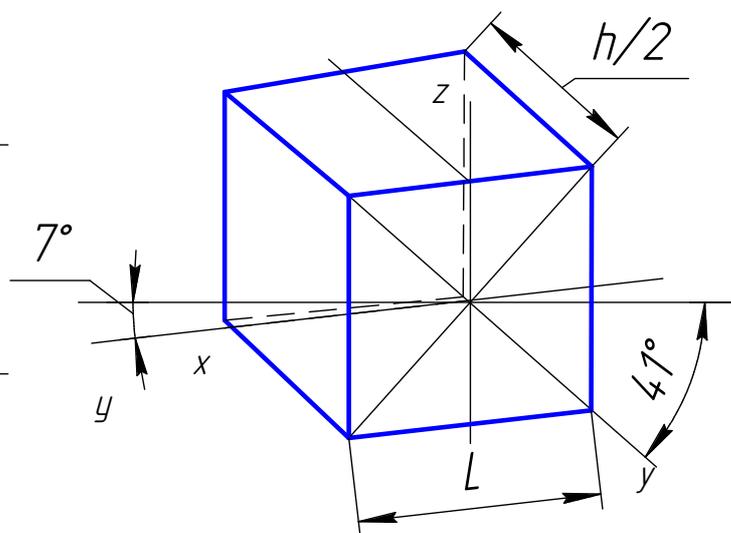


Рис. 68

### 5.3. Построение призмы

Построение призмы всегда начинается с рисунка верхнего основания (рис. 69). Для примера нарисуем правильную шестигранную призму, расположенную вертикально. Рисунок призмы выполним с помощью дополнительных построений: нарисуем сначала квадрат, который в изометрии примет форму ромба и «врисуем» в него шестиугольник (см. раздел 4.4.) (рис. 69). Из каждой вершины шестиугольника проведем вертикальные прямые вниз и отложим на них заданную длину ребер призмы. Нарисуем второе основание. Соединим полученные точки прямыми линиями и проверим точность построения рисунка. Лишние вспомогательные построения убираем с помощью ластика.

На рис. 70 и 72 показаны готовые рисунки призм с распределением светотени.

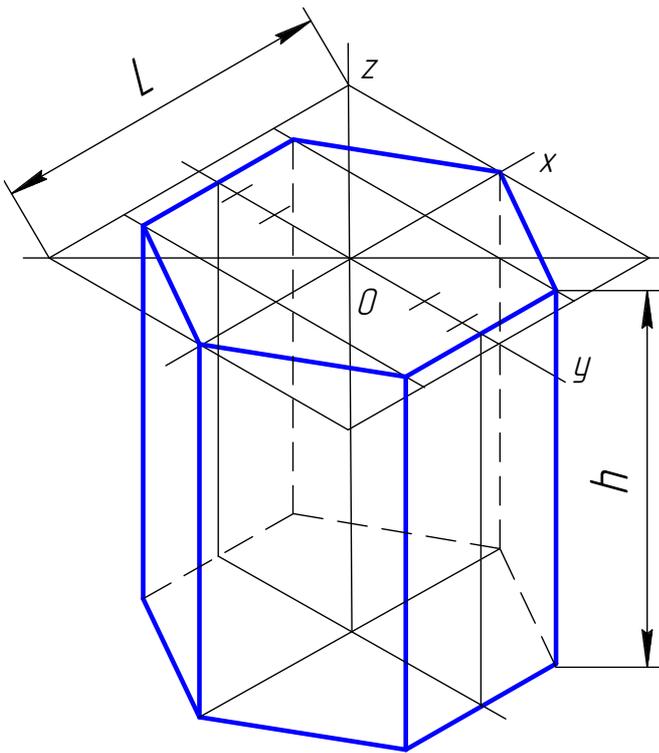


Рис. 69

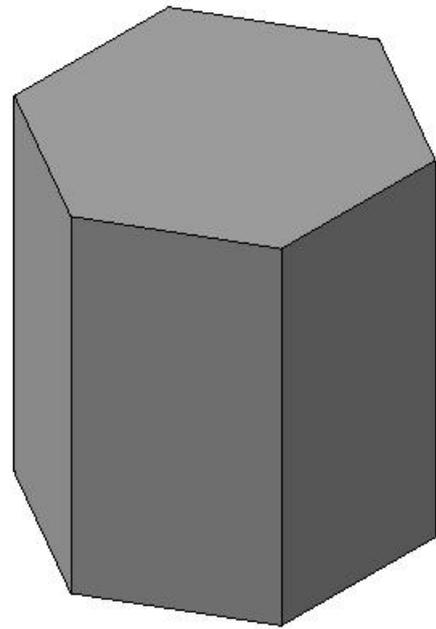


Рис. 70

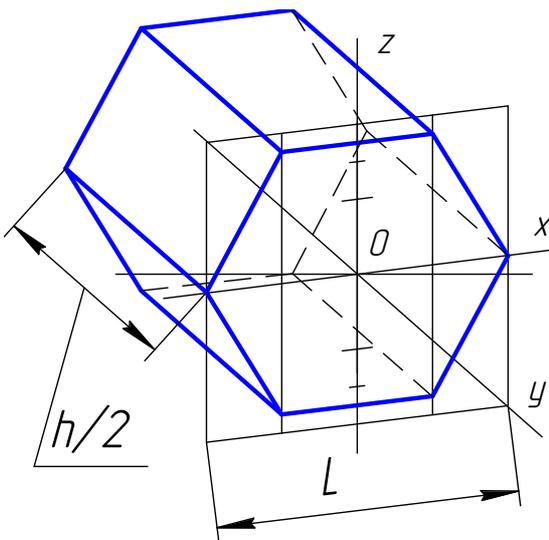


Рис. 71

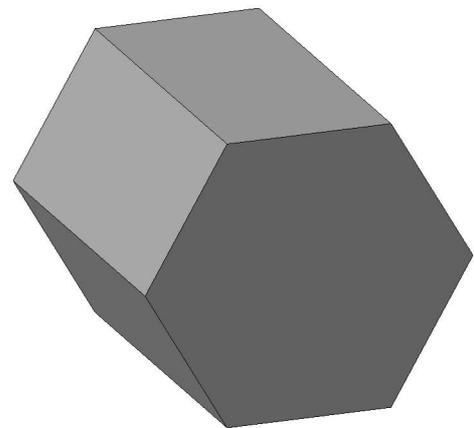


Рис. 72

Построение в прямоугольной диметрии правильной шестигранной призмы расположенной горизонтально начинается с рисунка бокового основания (рис. 71). Рисунок призмы выполним с помощью дополнительных построений: нарисуем сначала квадрат и «врисуем» в него шестиугольник (см. раздел 4.4.). Из каждой вершины шестиугольника проведем прямые, параллельные оси  $y$  и отложим на них заданную длину ребер призмы  $h$  (в прямоугольной диметрии длина ребер уменьшится в два раза –  $h/2$ ). Нарисуем

второе основание. Соединим полученные точки прямыми линиями и проверим точность построения рисунка. Лишние вспомогательные построения убираем с помощью ластика.

#### 5.4. Построение пирамиды

Допустим, что необходимо нарисовать правильную шестиугольную пирамиду  $SABCDEF$ , ось которой расположена вертикально, в прямоугольной изометрии. Нарисуем изометрические оси  $x, y, z$  (рис. 73) и выполним рисунок квадрата (ромб), с помощью которого построим шестиугольник  $ABCDEF$ , т. е. изометрию основания пирамиды. От точки  $O$  отложим по оси  $z$  вверх высоту пирамиды  $h = OS$ . Из точки  $S$  проведем прямые  $SA, SB, SC, SD, SE, SF$  и проверим точность построений.

На рис. 74 показан готовый рисунок пирамиды с распределением светотени.

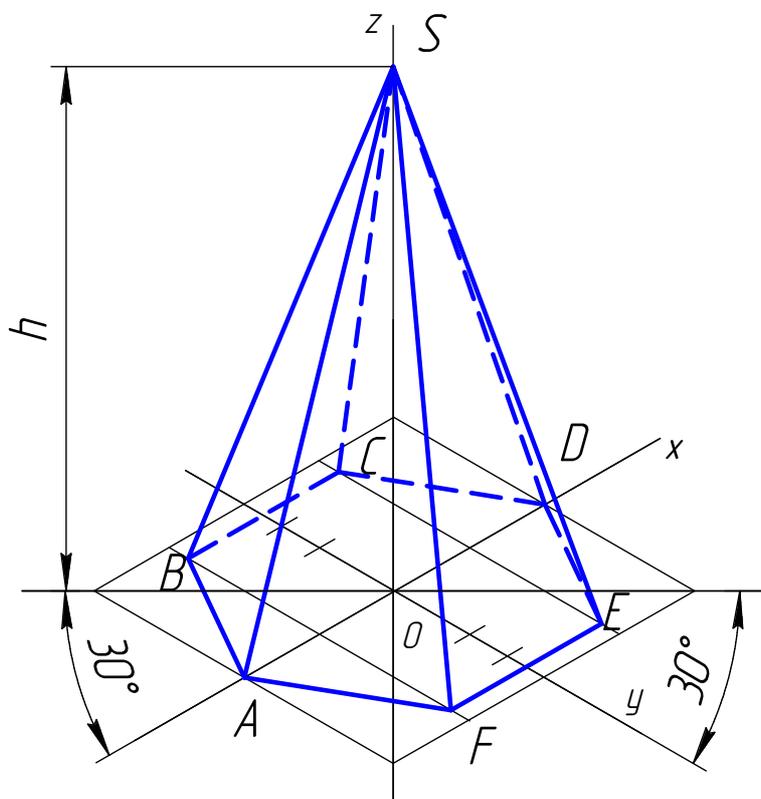


Рис. 73

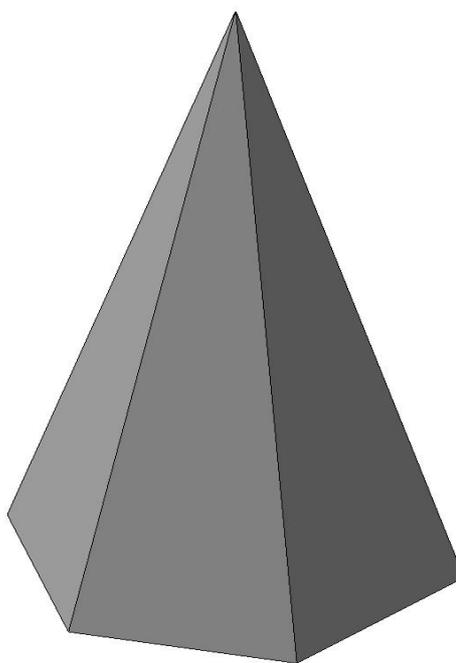


Рис. 74

## 5.5. Построение цилиндра

Построения кругового цилиндра с вертикально расположенной осью, в изометрической проекции начинаются с рисования основания, параллельного плоскости  $\Pi_1$ . Для этого рисуем вертикальную ось  $z$ , на которой откладываем размер заданной высоты цилиндра  $h$ . Затем проведем через точки  $O$  и  $O^*$  горизонтальные прямые. Нарисуем верхнее и нижнее основания цилиндра, которые в изометрической проекции примут форму эллипсов. Для этого выполним дополнительные построения, т.е. нарисуем ромбы со сторонами, равными  $d$  (диаметру окружности). В каждый из этих ромбов впишем эллипс (см. раздел 4.5, рис. 49), а затем проведем слева и справа прямые, касательные к ним (рис. 75).

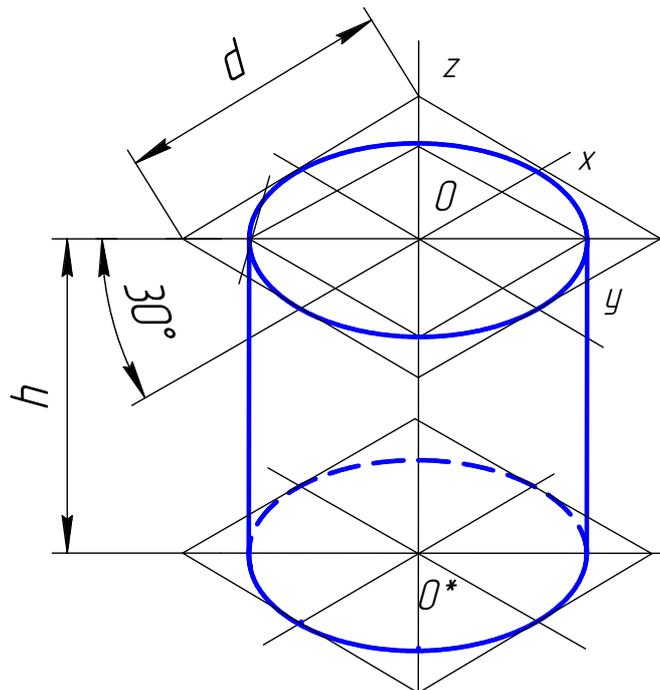


Рис. 75

В прямоугольной диметрии рисунок цилиндра выполняется в той же последовательности, что и в изометрии (рис. 76 и 77). На рис. 78 и 79 показаны изометрические изображения цилиндров с горизонтальными осями и с основаниями, параллельными плоскостям  $\Pi_3$  и  $\Pi_2$  соответственно.

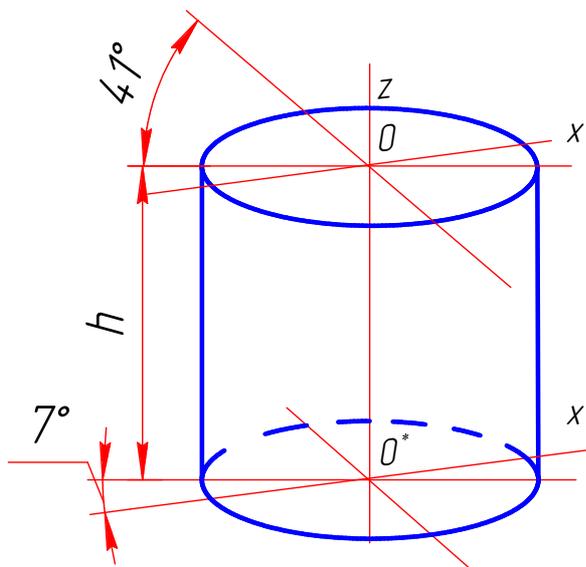


Рис. 76

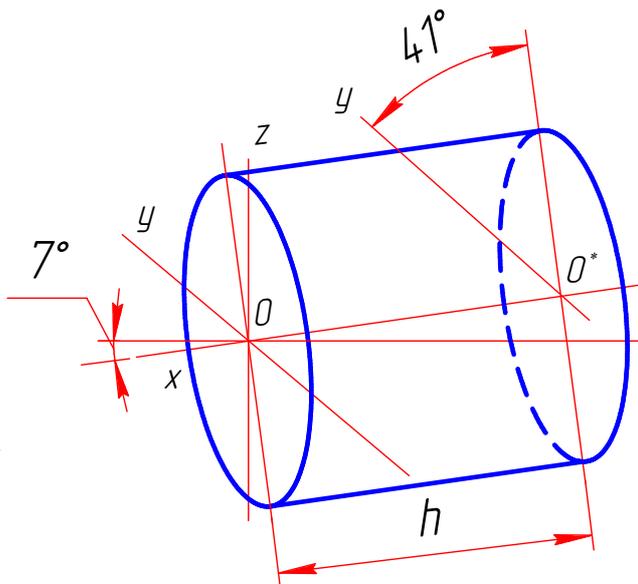


Рис. 77

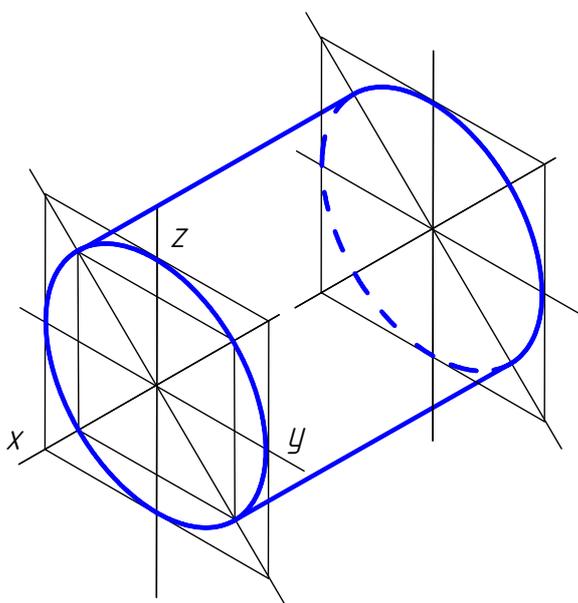


Рис. 78

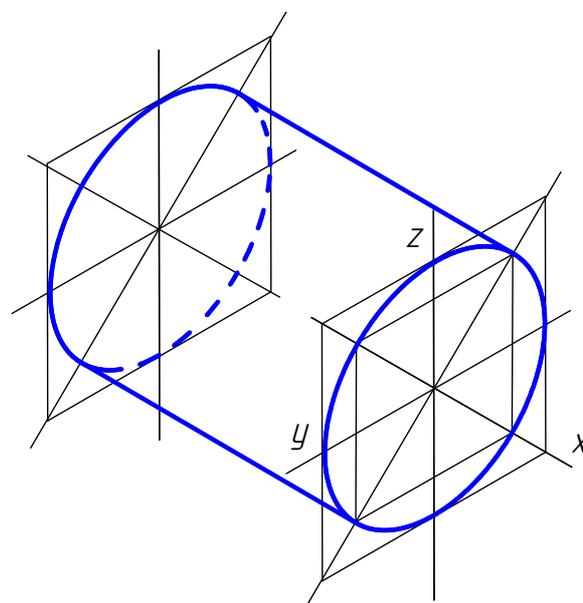


Рис. 79

## 5.6. Построение конуса

Выполнение рисунка прямого кругового конуса в прямоугольной диметрии, стоящего основанием на горизонтальной плоскости  $\Pi_1$ , начинают с построения аксонометрических осей  $y, z$ . Затем строится основание (рис. 80), а потом по оси  $z$  откладывают заданную высоту конуса -  $h$ . Из вершины конуса проводят две образующие, касательные к основанию конуса.

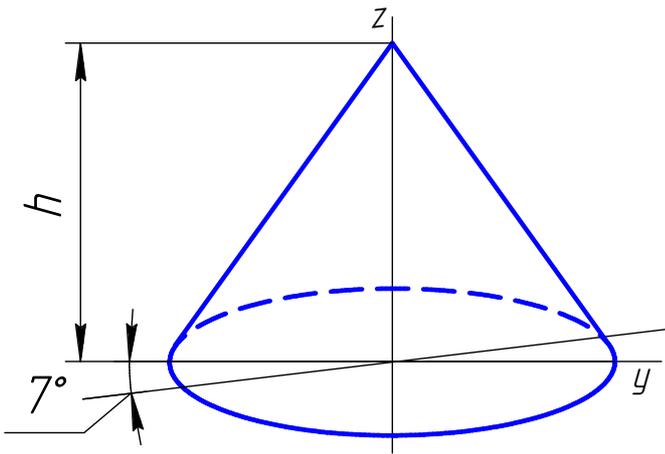


Рис. 80

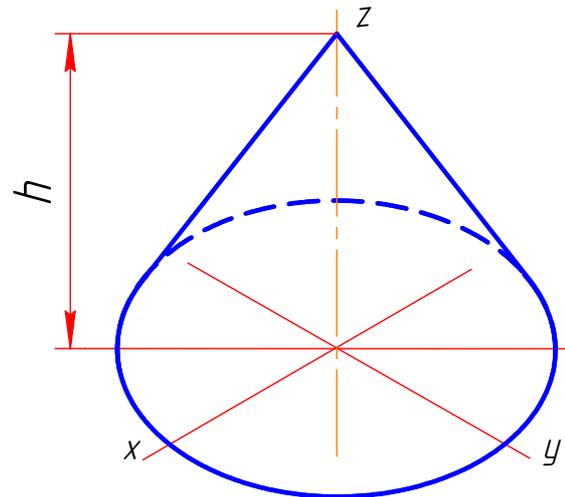


Рис. 81

Последовательность построения рисунка конуса в изометрии аналогична построениям конуса в прямоугольной диметрии: нарисуем изометрические оси  $x, y, z$  (рис. 81), затем строим основание конуса – эллипс (см. раздел 4.5, рис. 57) и по оси  $z$  откладываем заданную высоту –  $h$ . Из вершины конуса проводим две образующие, касательные к основанию конуса.

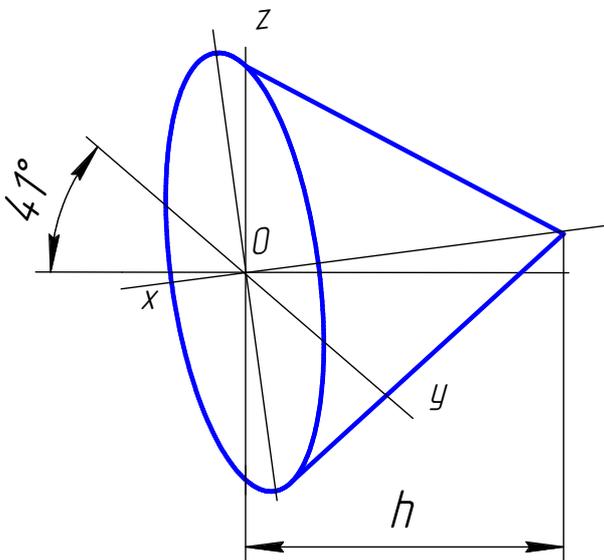


Рис. 82

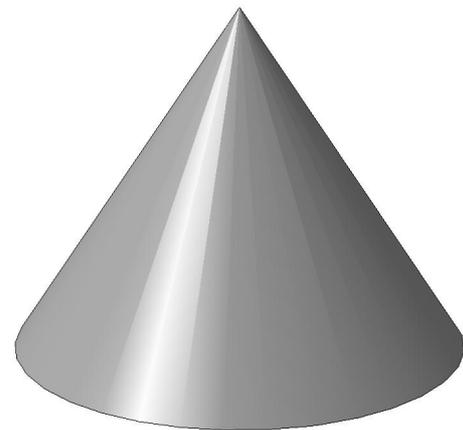


Рис. 83

На рис. 82 показан рисунок конуса с основанием, расположенным на  $\Pi_3$  в прямоугольной диметрической проекции, а на рис. 83 показан готовый рисунок конуса с распределением светотени.

## 5.7. Построение шара

В любом виде аксонометрии шар будет изображаться как окружность. Построим рисунок шара в прямоугольной диметрии. Выполнение рисунка начинают с построения экватора. В техническом рисунке большую ось  $AB$  (диаметр окружности) условно принимают равной диаметру шара. Сначала нарисуем окружность по восьми точкам (рис. 84). Так как в прямоугольной диметрии соотношение большой и малой осей принято брать упрощенно, т. е.  $3 : 1$ , то разделим горизонтальный диаметр шара  $AB$  на три равные части. Одна треть диаметра будет составлять размер малой оси  $CD$ . Нарисуем с помощью четырех точек  $A, D, B, C$  эллипс (экватор), а затем удалим ластиком вспомогательные линии.

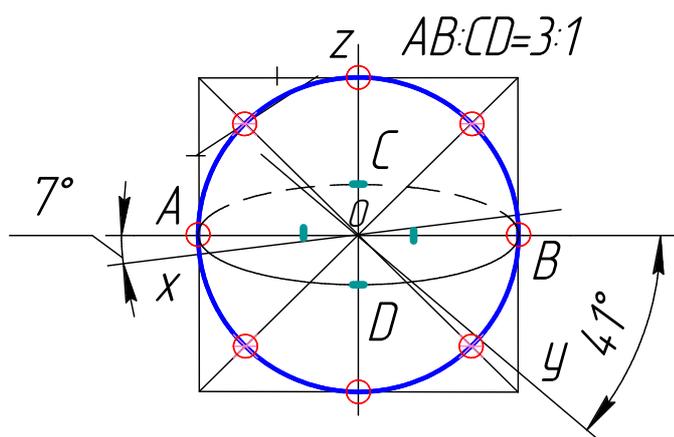


Рис. 84

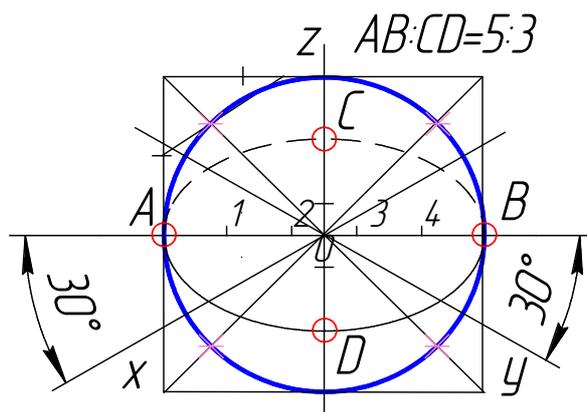


Рис. 85

Шар лучше рисовать в изометрической проекции, чтобы в дальнейшем было проще наносить оттенки.

На рис. 85 показано построение рисунка шара в прямоугольной изометрии. Чтобы не делать много построений, эллипс (экватор шара) нарисован по четырем точкам  $A, D, B, C$ . Для этого большая ось  $AB$  разделена на пять равных частей, а для построения малой оси  $CD$  взяты три таких деления.

## 5.8. Построение торовых поверхностей

*Закрытый тор.* Рассмотрим построение рисунка тора в прямоугольной диметрии по заданному его профилю (рис. 86). Разсечем профиль тора горизонтальными плоскостями  $P$ ,  $N$  и  $Q$ . Плоскость  $N$  проведем в самой широкой части тора, а две другие плоскости  $P$  и  $Q$  — в произвольном месте, но на равном расстоянии от центра. Отметим цифрами 1, 2, 3, 4, 5 точки пересечения вертикальной оси с горизонтальными плоскостями. Построим диметрические оси  $x$ ,  $y$ ,  $z$  (рис. 87). От точки пересечения осей  $x$ ,  $y$  отложим вниз отрезок  $1—5$ , равный высоте тора. На отрезке  $1—5$  отметим точки 2, 3, 4, расстояния между которыми должны быть соответственно равны расстояниям на заданном ортогональном чертеже.

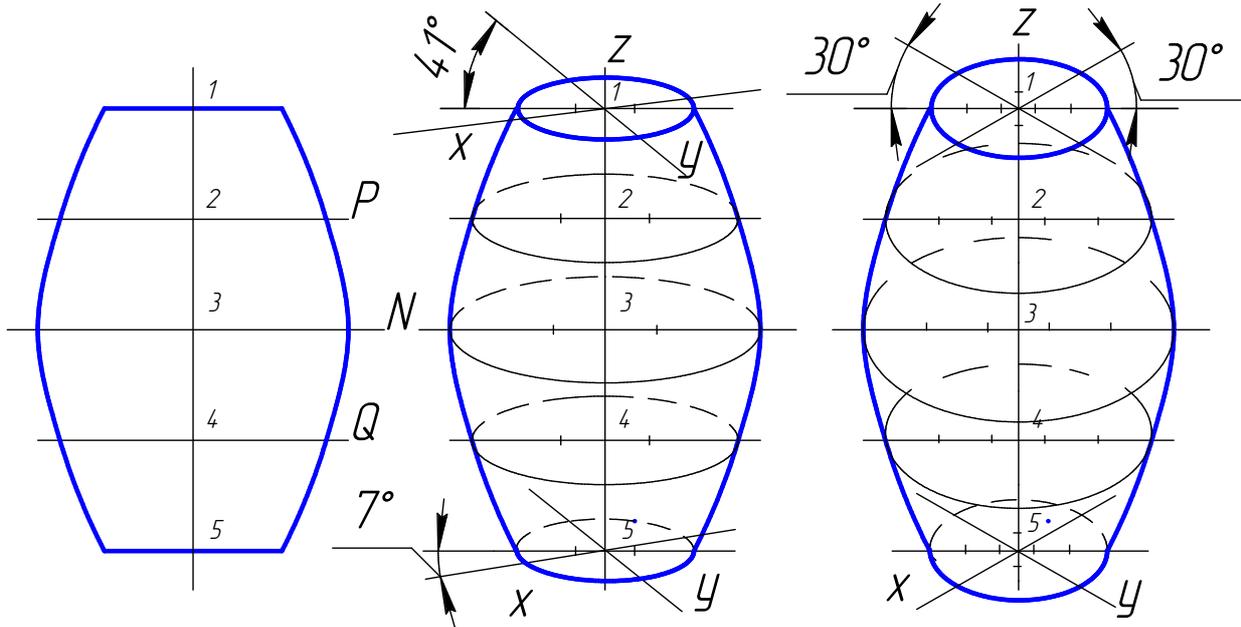


Рис. 86

Рис. 87

Рис. 88

Таким образом, определим пять центров эллипсов. Нарисуем сначала два крайних эллипса с центрами в точках 1 и 5, затем самый широкий эллипс с центром в точке 3, а потом два промежуточных с центрами в точках 2 и 4. Далее к эллипсам слева и справа проведем огибающие кривые, касательные ко всем пяти эллипсам. Последовательность построения тора в изометрической проекции та же, что и в прямоугольной диметрии (рис. 88).

*Открытый тор-кольцо.* Допустим, что нам задана горизонтальная проекция тора (рис. 89) и надо выполнить два рисунка этого тора: один в прямоугольной диметрической проекции (рис. 90), другой в прямоугольной изометрической (рис. 91). Диаметр окружности, изображенной на чертеже штрихпунктирной линией, обозначим  $D$ , а диаметр окружности шара, перемещающегося по ней —  $d$ .

Нарисуем две взаимно перпендикулярные прямые, пересекающиеся в точке  $O$  — начале осей  $x, y$  (рис. 90), и выполним рисунок окружности диаметра  $D$  в прямоугольной диметрической проекции. Горизонтальная и вертикальная прямые, проходящие через середину эллипса, пересекут его в четырех точках:  $1, 3$  и  $2, 4$ . Примем эти точки за центры шара, который как бы перемещается вдоль этого эллипса. Затем нарисуем четыре или большее число положений шара диаметром  $d$ . Далее проведем наружные очерковые кривые, касательные ко всем контурам шаров. Для того чтобы нарисовать внутреннюю окружность, проведем две кривые, касательные к контурам шаров, как показано на рис. 90.

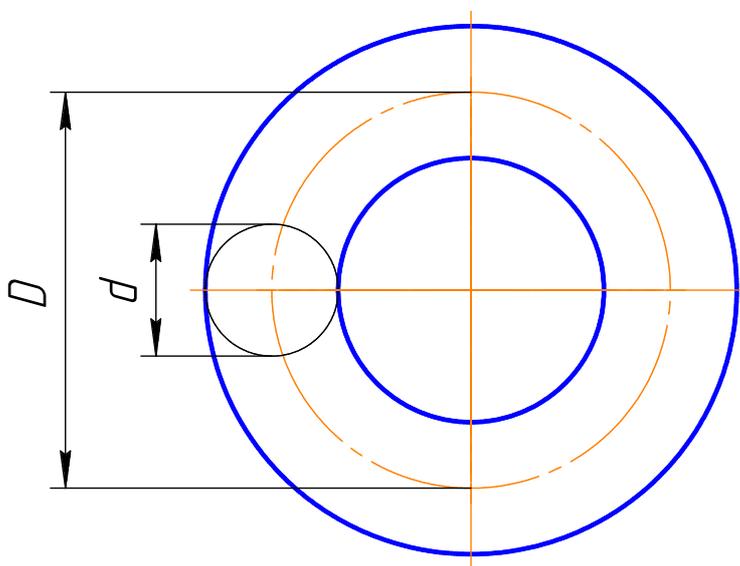


Рис. 89

При построении рисунка тора в прямоугольной изометрической проекции сначала рисуют в этой проекции окружность диаметра  $D$ , используя для этого ромб — проекцию квадрата (рис. 91). Затем определяют центры ( $1, 3$  и  $2, 4$ ) шаров диаметра  $d$ . Остальные построения аналогичны рассмотренным выше.

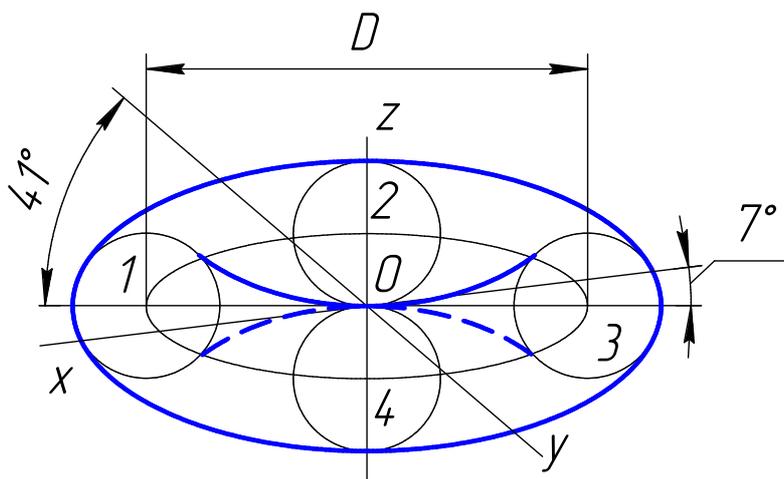


Рис. 90

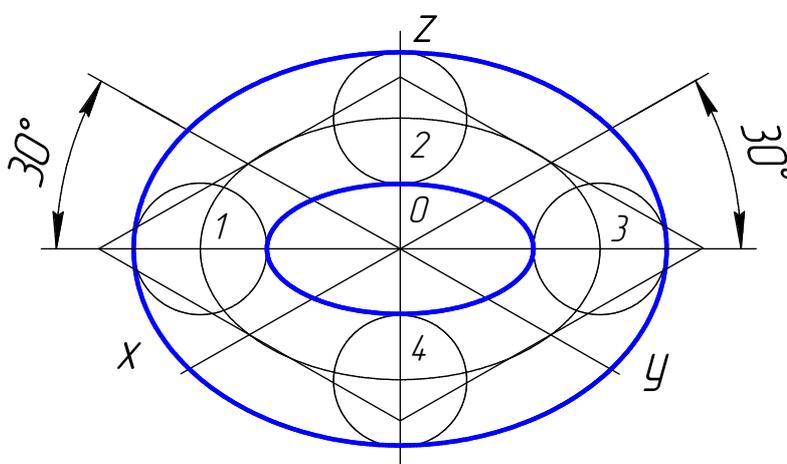


Рис. 91

## 6. ПОСТРОЕНИЕ РИСУНКОВ ГРУППЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Цель рисования группы геометрических тел (предметов, деталей и т.п.) — научиться изображать одновременно несколько геометрических элементов (тел), располагать их на рисунках в заданном положении относительно друг друга. Перед тем, как приступить к рисованию группы геометрических тел, необходимо выбрать правильное размещение изображения на формате.

### 6.1. Алгоритм построения технического рисунка

#### 1. Выбор формата.

Размер бумаги, для выполнения технического рисунка, всегда выбираем

стандартного формата А3 (297 × 420 мм) и на каждом формате помещаем только одно изображение. Определив пропорции изображения, выбираем расположение его на формате таким образом, чтобы рисунок занимал 70 - 80% площади листа бумаги.

## 2. Компонировка изображения на формате.

В рисунке требуется правильно выбрать размер и расположение предмета на формате. Если высота изображения выше, чем ширина, то формат располагаем вертикально, если длина больше, чем высота, то выбираем горизонтальное расположение формата.

На формате листа бумаги сверху должно остаться чуть больше места, чем внизу, т.е. рисунок изображения располагается не в центре. Предположим, что длина детали располагается по оси  $x$ , тогда изображение этой детали на рисунке смещаем немного левее, для более правильной компоновки рисунка; и наоборот: если длина детали располагается по оси  $y$ , то изображение этой детали на рисунке смещаем немного правее, так, чтобы слева рисунка осталось больше свободного места, чем справа. Пример компоновки показан на рис. 92.

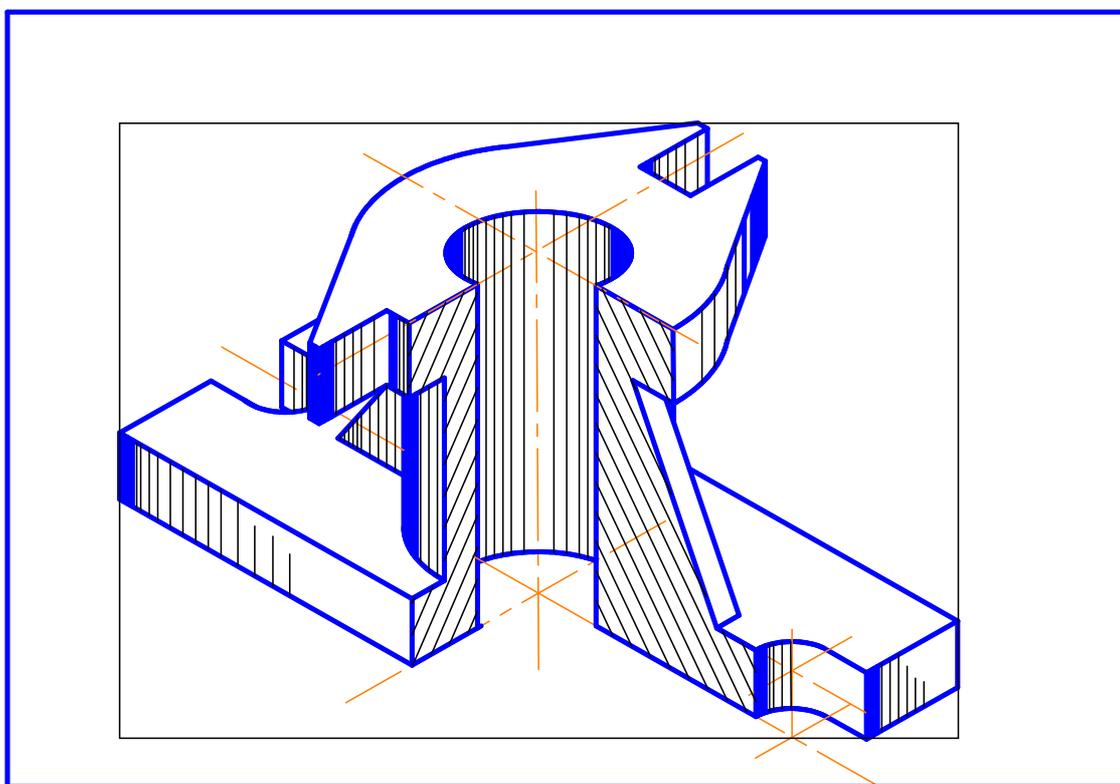


Рис. 92

Для правильного размещения изображения на формате и облегчения работы применяют способ «обертывающих поверхностей». Сущность этого способа заключается в том, что предмет (например: деталь), имеющий сложную форму, вначале «упрощают» до более простой формы. Например, сначала рисуют параллелепипед, в него «врисовывают» цилиндр, изобразить который более трудно.

Применяется любая простейшая обертывающая поверхность, это может быть – призма, цилиндр, коническая поверхность, в зависимости от формы предполагаемой детали. Размеры этой поверхности определяются габаритными размерами детали.

Очень важно правильно изобразить пропорции рисунка, т.е. выбрать правильное соотношение размеров предмета.

Нельзя рисовать предмет с натуры отдельными частями. Рисунок следует выполнять, исходя из пропорций общей формы предмета, сравнивая пропорции отдельных частей между собой.

Когда форма предмета определена, его помещают в габаритный прямоугольник, который выполняют тонкими линиями. В таком прямоугольнике значительно проще определить композицию рисунка детали (рис. 92). В конце выполнения рисунка прямоугольник удаляют ластиком.

### *3. Выполнение наброска рисунка.*

На листе рисунка в габаритном прямоугольнике выполняют предварительный набросок.

**Наброском называется обобщенный лаконичный рисунок, отражающий общую форму детали без передачи ее подробностей.** С помощью наброска можно скорее и лучше понять взаимное расположение конструктивных частей детали. Набросок выполняют сначала тонкими линиями, затем сравнивают с натурой и, после некоторых исправлений, обводят более чёткими линиями. Характерно для выполнения наброска то, что предметы рисуются все сразу, а не каждый отдельно.

4. *Выполнение рисунка.* Рисунок выполняют согласно алгоритмам построения, описанным в разделах 4 и 5, набросок при этом не удаляют.

5. *Нанесение светотени.*

Наглядность рисунка зависит не только от правильного изображения формы и пропорций, но и от распределения на её поверхности светотеневых отношений.

Построение технического рисунка рекомендуется выполнять карандашом средней твердости ТМ (НВ), а светотень наносят мягким карандашом М (В). Подробное описание нанесения на предметы светотени в разделе 7.

## **6.2. Примеры построения рисунков группы геометрических тел**

Построение таких рисунков рассмотрим на конкретном примере двух деталей. Вначале проводим анализ каждой детали.

Каждая техническая деталь состоит из совокупности различных геометрических элементов, поэтому при рисовании деталей обычно мысленно расчленяют их на простейшие геометрические тела. Таким образом, при выполнении рисунков группы простейших геометрических тел надо усвоить последовательность их построения на техническом рисунке.

Выполнение рисунков деталей 1 и 2 проведём в соответствии с алгоритмом (п. 6.1), без нанесения светотени.

*Деталь 1* (рис. 93) состоит из группы геометрических тел, поставленных одна на другую. В группу входят цилиндр, усеченный конус и шар с плоским срезом. Нарисуем её в прямоугольной изометрической проекции.

1. Прежде чем приступать к выполнению рисунка, необходимо определить пропорции всей группы, т. е. отношение высоты к ширине всей группы тел, а затем определить отношение отдельных тел друг к другу.

2. Определяем габаритные размеры изображения, и выбираем компоновку рисунка на формате: сверху до края листа расстояние должно быть больше, а внизу меньше.

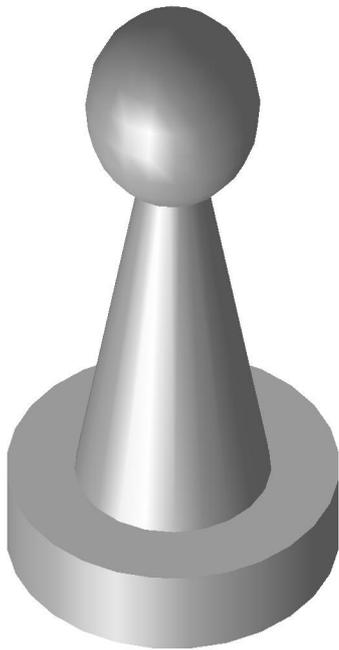


Рис. 93. Деталь 1

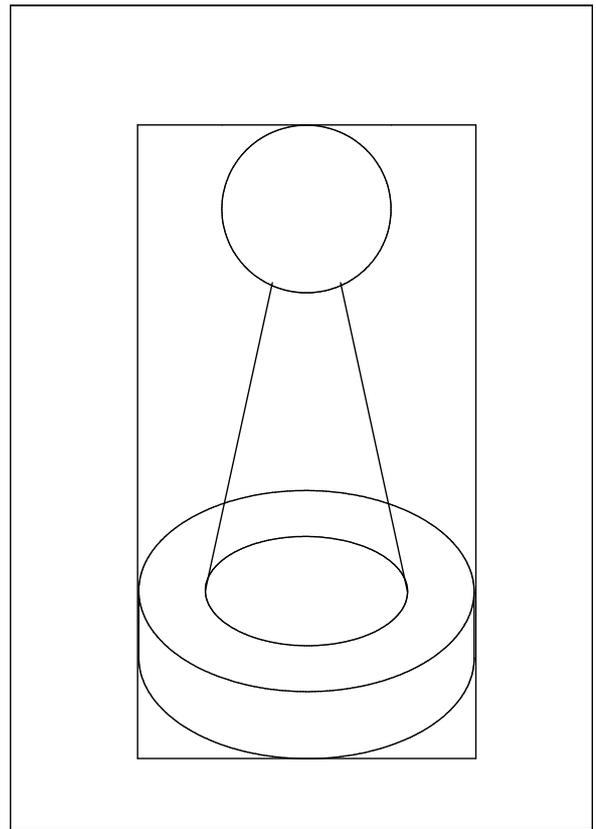


Рис. 94. набросок

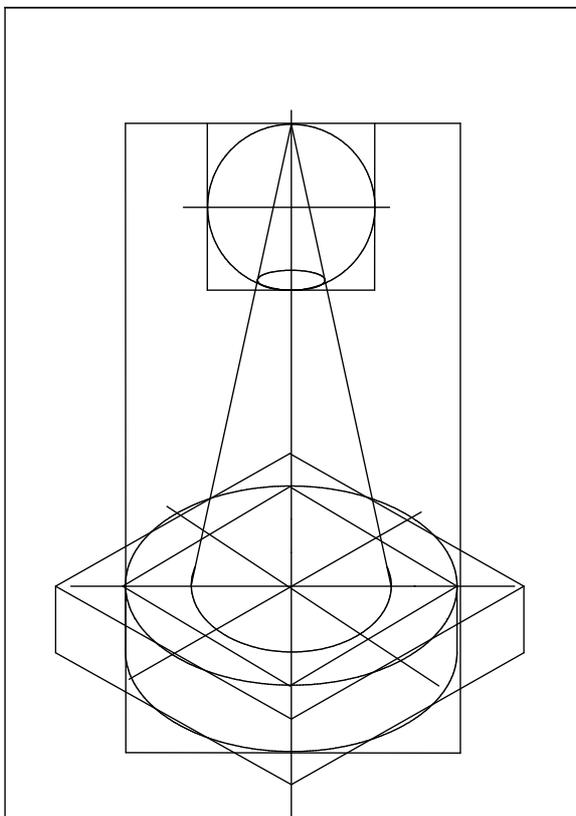


Рис. 95. Построение рисунка

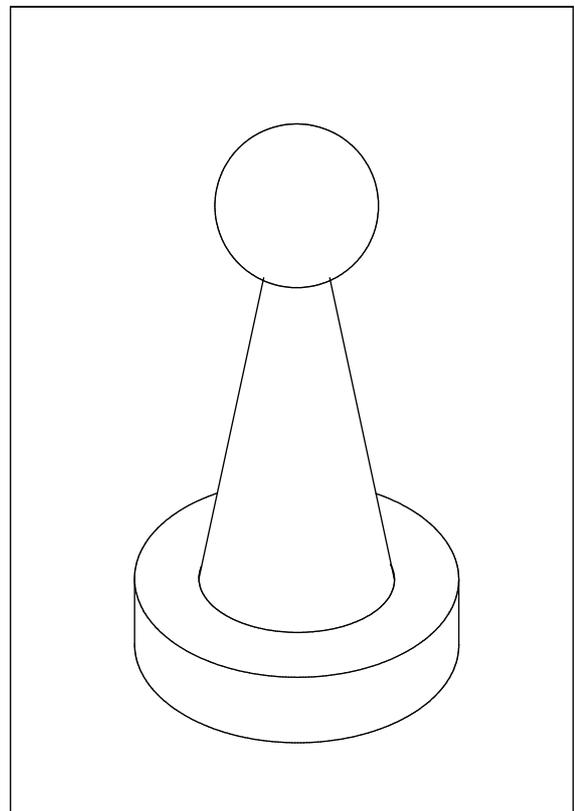


Рис. 96. Рисунок детали 1

Заданная группа тел имеет по высоте больший размер, чем по ширине, поэтому лист расположим вертикально. На листе наметим тонкими линиями прямоугольник, форму которого нарисуем в соответствии с общими пропорциями группы тел.

3. Выполним набросок рисунка (рис. 94).

4. Затем приступаем к выполнению рисунка детали (рис. 95). Вначале пристраиваем каждый геометрический элемент (тело). Для этого через середину прямоугольника проведем тонкую вертикальную прямую, т.к. деталь симметричная, и проверим на глаз размеры каждого тела по высоте. Соотношение размеров тел в данном примере возьмем с детали. Наметив высоты, нарисуем оси  $x$  и  $y$ , и приступим к выполнению рисунка каждой поверхности отдельно. Построение каждого тела выполняется в соответствии с правилами построения рисунка геометрических тел: цилиндра (см. раздел 5.5.), конуса (см. раздел 5.6.) и шара (см. раздел 5.7.).

Итак, построим квадрат, в который «врисуем» шар. Наметим еще один рисунок ромба и нарисуем основание конуса. Затем нарисуем тонкими линиями цилиндр и конус.

Стираем ненужные линии построения и проверяем точность выполнения рисунка, после чего обведем рисунок более четким контуром тонкими линиями (рис. 96).

*Деталь 2* (рис. 97) состоит из группы геометрических тел, состоящей из параллелепипеда, шестиугольной призмы и цилиндра. Нарисуем её в прямоугольной изометрической проекции.

1. Определим композицию рисунка, а именно габаритные размеры всех элементов данного изображения.
2. Выберем компоновку рисунка изображения на формате бумаги.
3. Сделаем набросок изображения рисунка (рис. 98).
4. Нарисуем оси и прорисовываем каждую поверхность (рис. 99, 100). Стираем ненужные линии, проверяем точность выполнения рисунка и обведем его более четким контуром тонкими линиями (рис. 101).

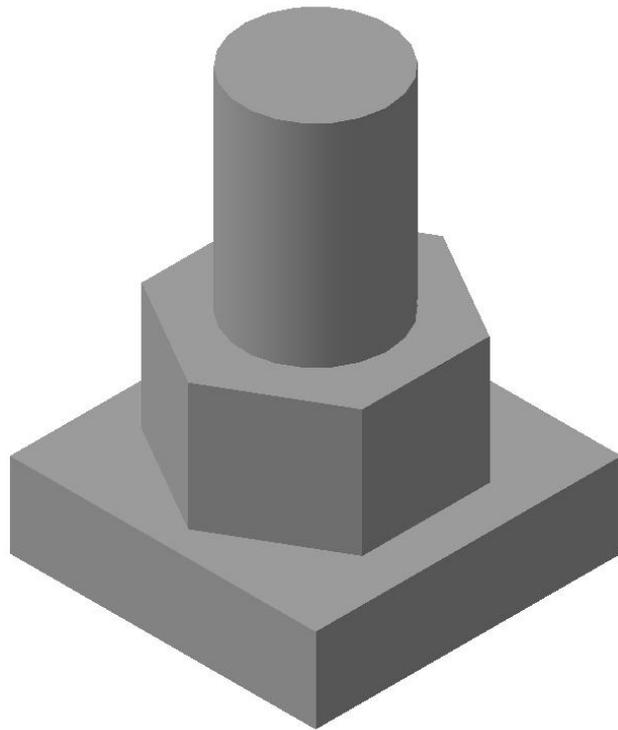


Рис. 97. Деталь 2

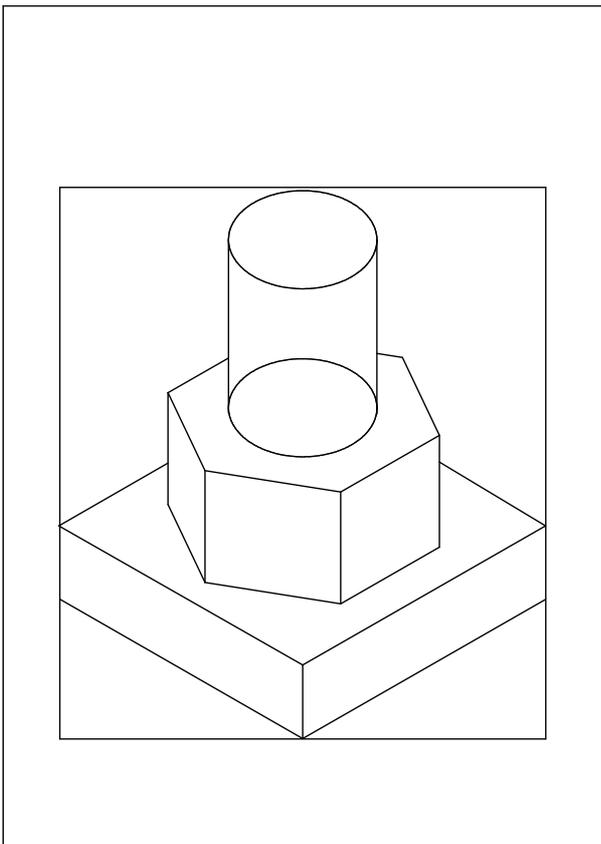


Рис. 98. набросок

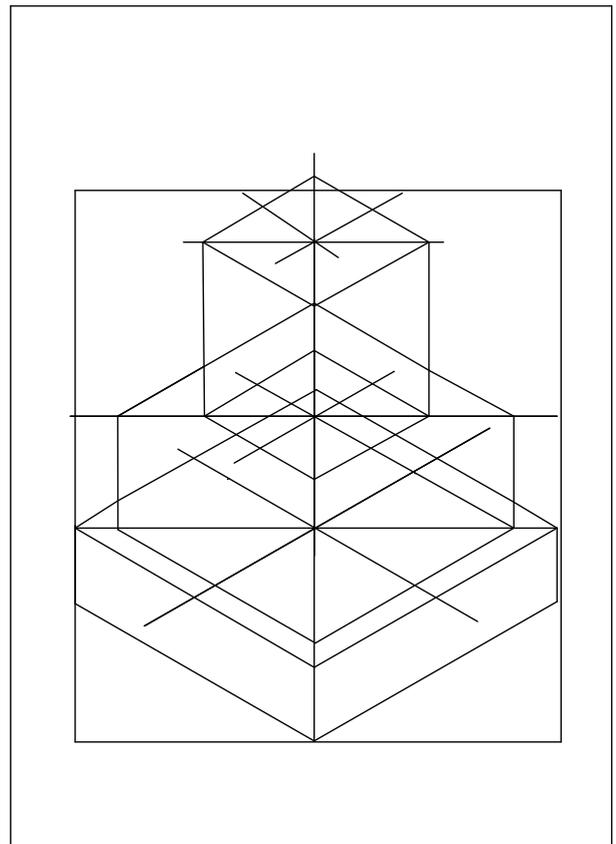


Рис. 99. Нанесение осей

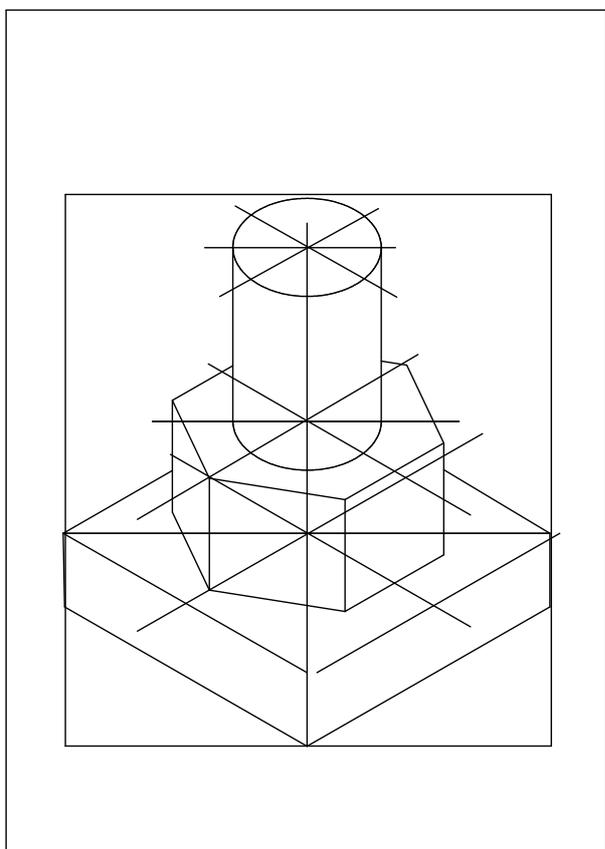


Рис. 100. Построение поверхностей

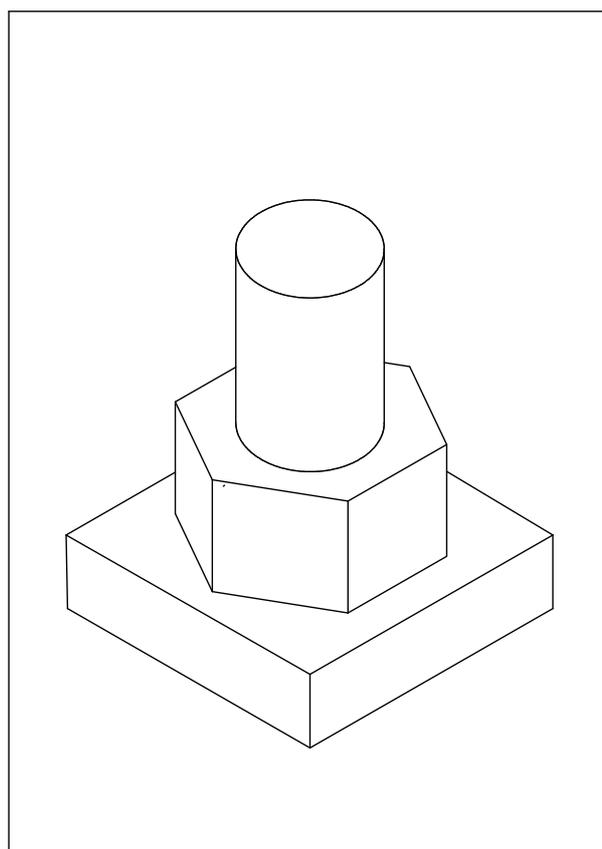


Рис. 101. Рисунок детали 2

## 7. СПОСОБЫ ПЕРЕДАЧИ СВЕТОТЕНИ НА ТЕХНИЧЕСКОМ РИСУНКЕ

Для придания рисунку большей наглядности и выразительности в техническом рисовании применяются условные средства передачи объема с помощью оттенков — светотени. **Светотенью называется распределение света на поверхностях предмета.** Светотень играет главную роль при восприятии объема предмета. Освещенность предмета зависит от угла наклона световых лучей. Когда световые лучи падают на предмет перпендикулярно, то освещение достигает наибольшей силы, поэтому та часть поверхности, которая расположена ближе к источнику света, будет светлее, а которая дальше – темнее.

В техническом рисовании условно принято считать, что источник света находится сверху слева и сзади рисующего. Световые лучи составляют угол наклона к горизонту, примерно равный  $45^\circ$  - диагональ куба (рис. 102), а на

ортогональном чертеже под углом  $45^\circ$  - фронтальная и горизонтальная проекция луча (рис. 103).

Таким образом, для выявления объема предмета характерной особенностью технического рисунка является условное направление лучей света, т. е. свет всегда будет слева, а тень справа, независимо от того, как рисуется предмет— с натуры или по чертежу. Выпуклость рисунка предмета достигается путем градации света и тени: наиболее освещенные поверхности оттеняются светлее, чем поверхности, удаленные дальше от света.

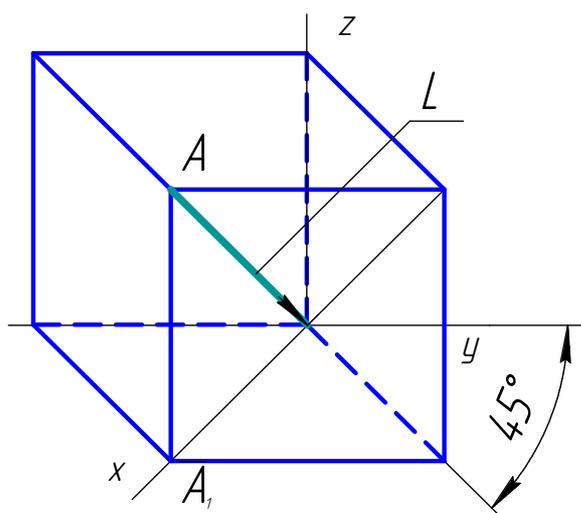


Рис. 102

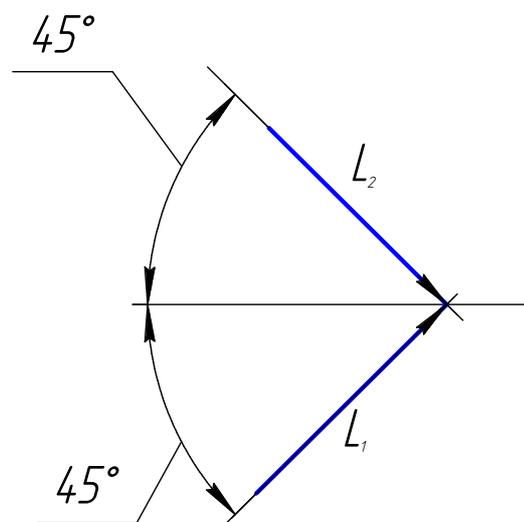


Рис. 103

Светотень состоит из следующих элементов: *собственной тени, падающей тени, рефлекса, полутона, света и блика.*

**Собственная тень** - тень, находящаяся на неосвещенной части предмета.

**Падающая тень** - тень, отбрасываемая предметом на какую-либо поверхность. Так как технический рисунок носит в основном условный, прикладной характер, падающие тени на нем не показывают.

**Рефлекс** - отраженный свет на поверхности предмета в неосвещенной его части. Он по тону немного светлее, чем тень. С помощью рефлекса создается эффект выпуклости, стереоскопичности рисунка.

**Полутон** - слабоосвещенное место на поверхностях предмета. Полутонами осуществляется постепенный, плавный переход от тени к

свету, чтобы рисунок не получился слишком контрастным. Полутон «лепится» объемная форма предмета.

**Свет** — освещенная часть поверхности предмета.

**Блик** — самое светлое пятно на предмете. В техническом рисунке блики показывают в основном на поверхностях вращения.

Схемы распределения светотени на различных геометрических фигурах показаны на рисунках 104 – 106.

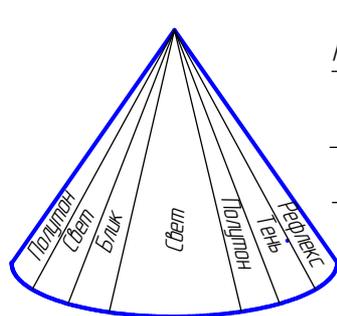


Рис. 104

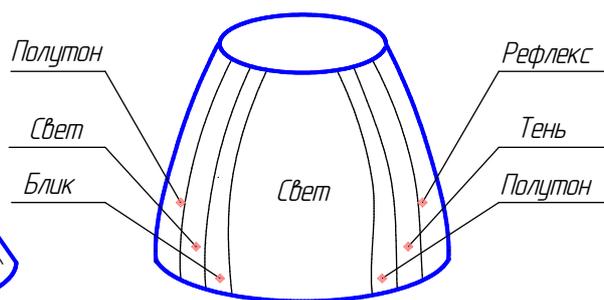


Рис. 105

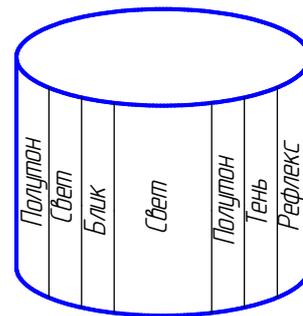


Рис. 106

Прежде чем приступить к нанесению светотеней, необходимо тщательно проверить построение рисунка, т.е. параллельность вертикальных, горизонтальных и наклонных линий. В противном случае, светотень не сгладит допущенных ошибок, и рисунок получится искаженным.

В техническом рисунке существует несколько методов передачи светотени: оттенение можно наносить на линейный рисунок штриховкой, шраффировкой, заливкой, точками и другими способами. Рассмотрим некоторые методы распределения света на поверхностях.

## 7.1. Штриховка

*Поверхности многогранников*, как и других геометрических тел, заштриховывают параллельными прямыми так, чтобы не искажалась, а выявлялась форма предмета. Все вертикальные плоскости штрихуют вертикальными прямыми, горизонтальные плоскости — прямыми,

параллельными аксонометрическим осям  $x$  и  $y$  (рис. 107, 108), наклонные плоскости - прямыми, параллельными линии ската плоскости (рис. 109, 110, 111).

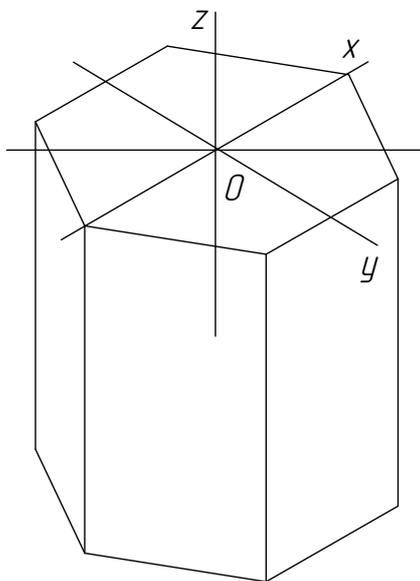


Рис. 107

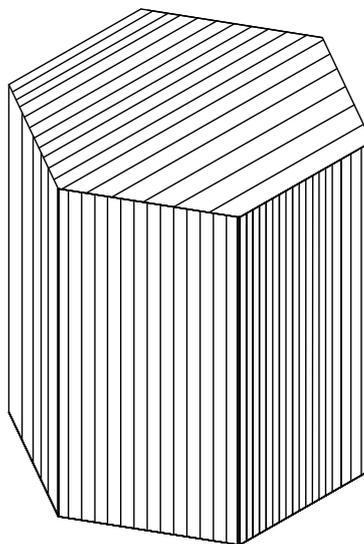


Рис. 108

Расстояние между штрихами принимают от 1 до 3 мм. Толщина штрихов неодинаковая. В тени штриховые линии толще и расстояние между ними меньше, на свету - тоньше и штрихи реже.

Перед тем как наносить штриховку, надо определить на рисунке сначала самые темные и светлые поверхности, а затем слабо освещенные.

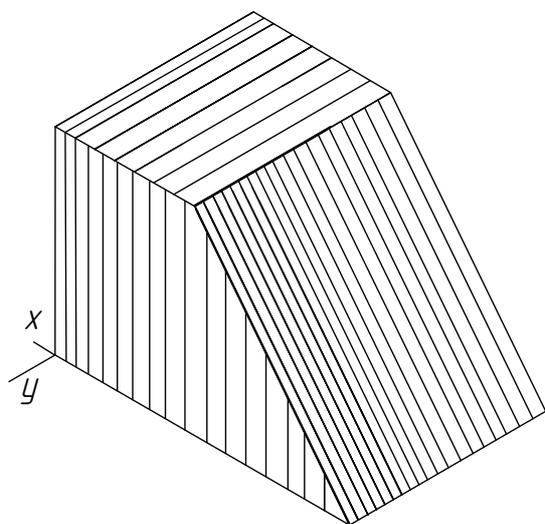


Рис. 109

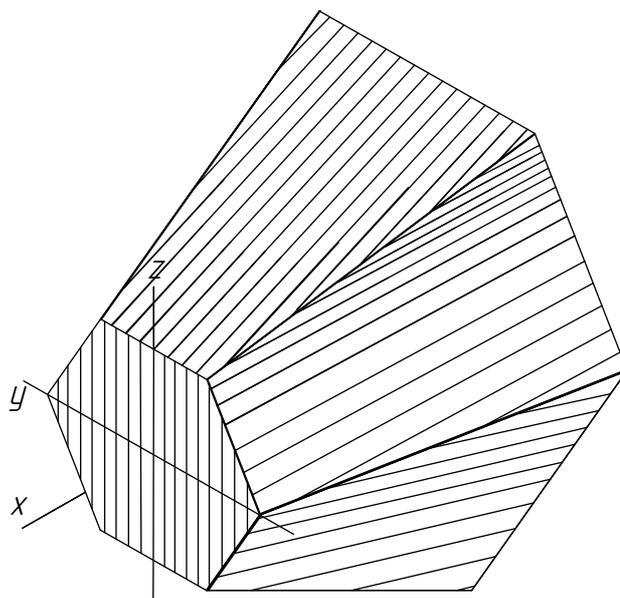


Рис. 110

Все горизонтальные поверхности должны оттеняться светлее, чем вертикальные, так как угол наклона лучей света к ним больше, чем к боковым поверхностям.

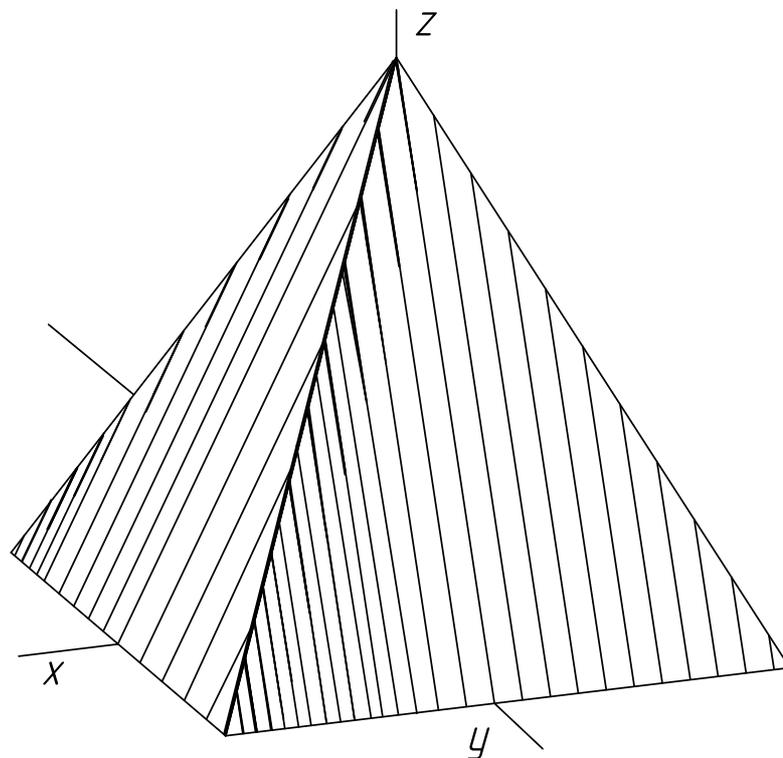


Рис. 111

Оттенение на все поверхности многогранников наносят тонкими параллельными прямыми линиями. После этого проверяют параллельность линий штриховки. Затем обводят с постепенным утолщением в теневой части предмета. Грани заштриховываются неравномерно: ближе к ребрам, со стороны более освещенной грани, штрихи реже (светлее), а с теневой стороны гуще и толще (темнее). Таким образом, ребро кажется выпуклым.

В каждом законченном рисунке должны быть четко видны все оттененные поверхности, причем контуры предмета необходимо нарисовать так, чтобы они не выделялись, а сливались с общим тоном рисунка.

На поверхностях вращения нет резких переходов от света к тени, как на поверхности многогранников. На круглых телах свет мягко и постепенно переходит в полутон, а затем в тень. Поэтому, чтобы правильно нанести светотень, надо хорошо понять условно принятую схему распределения светотени на круглых телах: цилиндре, конусе, шаре.

*Распределение светотени на цилиндре.* На цилиндрической поверхности штриховку наносят в виде образующих различной толщины. Для распределения светотени выполним следующее построение. Большую ось эллипса верхнего основания цилиндра (рис. 112) разделим на три равные части точками 3 и 4 и проведем через них тонкие прямые на поверхности. Левую часть эллипса *A - 3* и правую *4 - B* разделим на три части точками 1, 2 и 5, 6 (рис. 113).

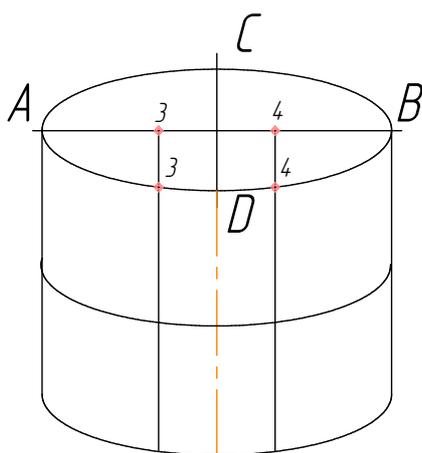


Рис. 112

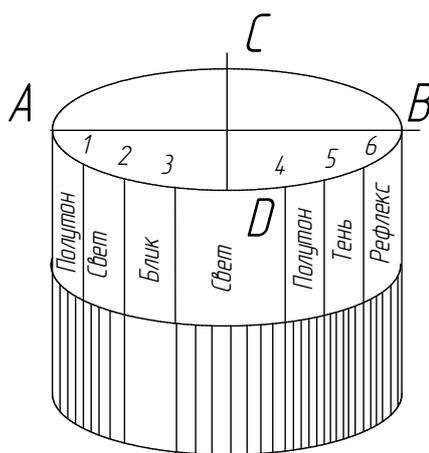


Рис. 113

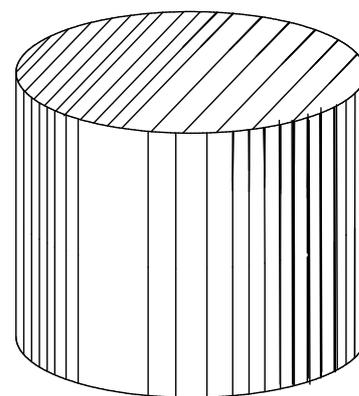


Рис. 114

Затем через все шесть точек проведем образующие цилиндра, которые определяют места расположения светотени на цилиндре. После этого приступим к нанесению штриховки.

Как правило, штриховку наносят с самой темной части предмета, т. е. с того места, где на рис. 113 указано слово «тень». Затем заштрихуем тонкими прямыми линиями места для получения рефлекса, света, оставив не заштрихованным место для блика. Далее проведем, по намеченным прямым, в теневой части яркие штрихи с постепенным ослаблением их в местах для полутонов, света и рефлекса (рис. 114).

На рис. 115 показано распределение светотени для других положений цилиндра.

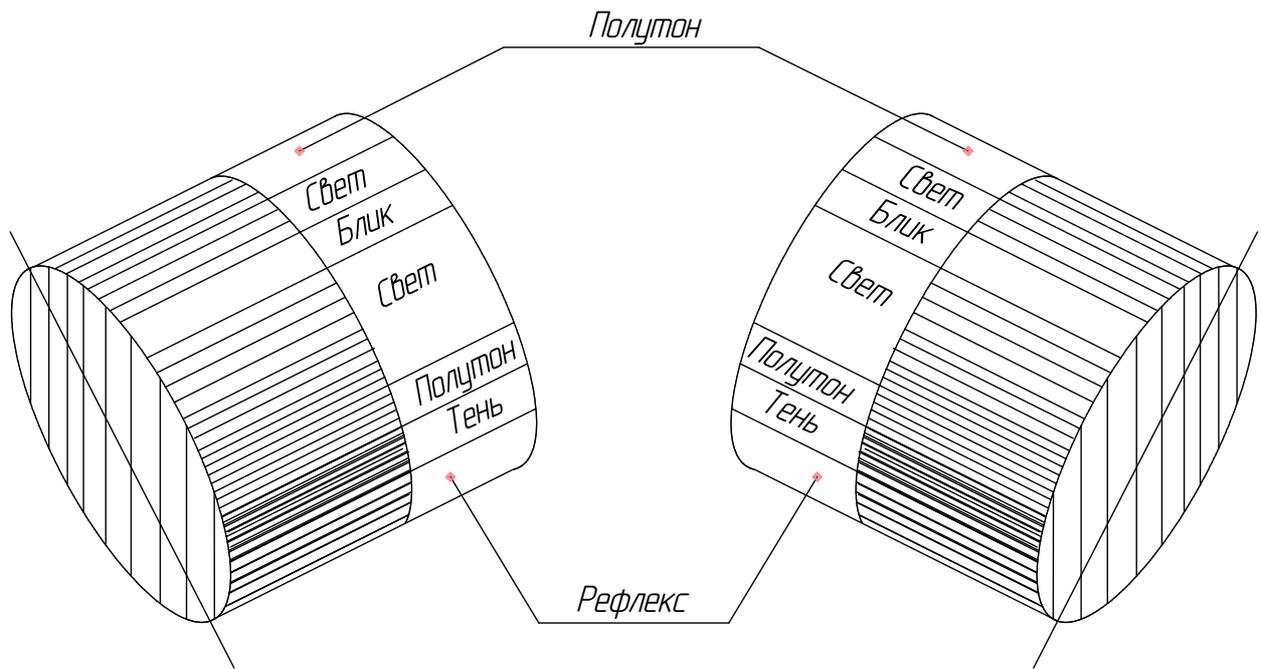


Рис. 115

*Распределение светотени на конусе.* На конической поверхности штриховку наносят в виде образующих конуса (рис. 116).

Большую ось основания конуса разделим на три равные части точками 3 и 4, а затем левую и правую части эллипса еще на три равные части точками 1, 2 и 5, 6, через которые проведем образующие. Штрихи на вершине конуса должны быть тоньше, чтобы не получилось темного пятна (рис. 117).

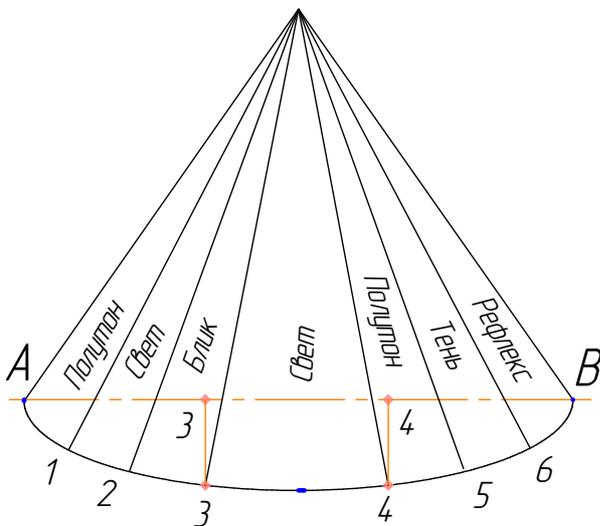


Рис. 116

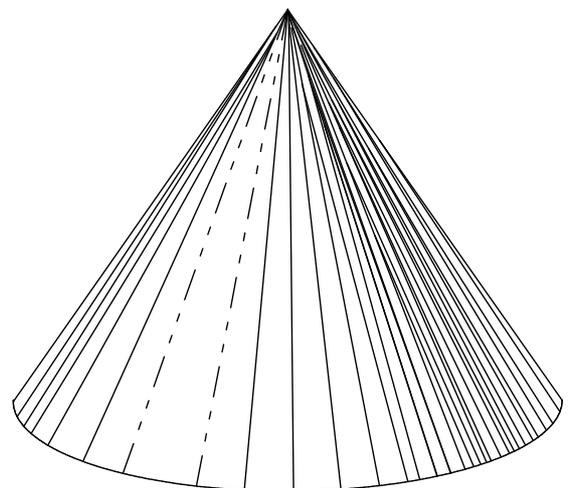


Рис. 117

*Распределение светотени на шаре.* Через центр шара (рис. 118) проведем два взаимно перпендикулярных диаметра  $AB$  и  $CD$ , наклоненных к горизонтальной

прямой под углом  $45^\circ$ . Диаметр  $AB$  разделим на 4 равные части точками 4, 8 и 9 и нарисуем эллипс по четырем точкам  $C, 4, D, 9$ . Затем разделим верхнюю половину диаметра  $AB$  на восемь равных частей точками 1, 2, ..., 8. Отрезок  $9—B$  разделим на три равные части точками 10 и 11. Нарисуем тонкой линией эллипс, проходящий через точки  $C, 1, D, 11$ .

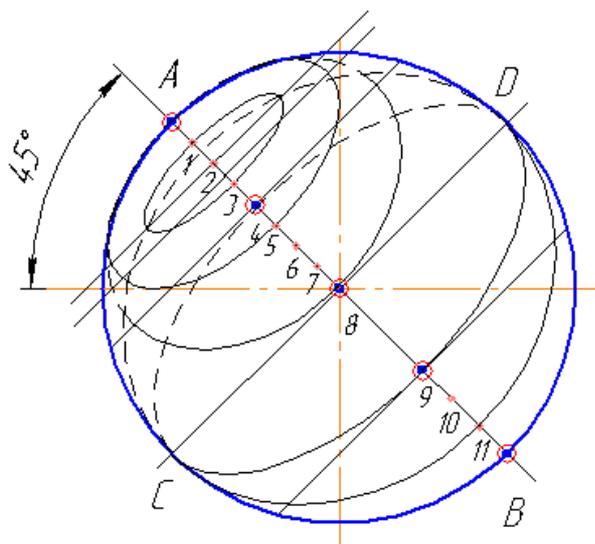


Рис. 118

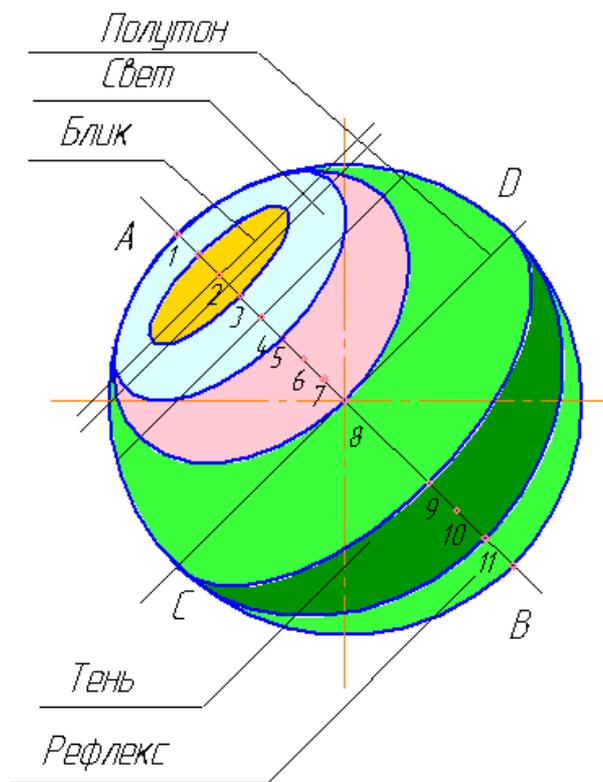


Рис. 119

Нижняя часть этого эллипса определит границу рефлекса (рис. 119). Далее нарисуем еще три эллипса, малые оси которых будут равны отрезкам  $1—3$ ,  $A—5$ ,  $A—8$ . Через середины этих отрезков проведем тонкими линиями перпендикуляры к  $AB$ , на которых отложим размеры больших осей эллипсов. Затем нарисуем каждый эллипс по четырем точкам.

Между нарисованными пятью эллипсами выполним на глаз рисунки нескольких промежуточных эллипсов так, чтобы расстояние между ними было примерно 1—2 мм. Блик на шаре расположится на эллипсе, проходящем через точки 1-3. В теневой части шара нарисуем эллипсы яркими штрихами с постепенным ослаблением их в более светлых местах (рис. 120).

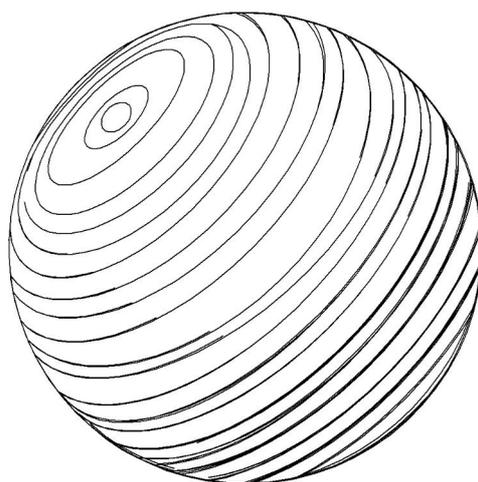


Рис. 120

## 7.2. Шраффировка

Шраффировка — это штриховка сеткой, или двойная штриховка. Шраффировку наносят на многогранниках и поверхностях вращения аналогично штриховке, учитывая форму предмета.

Оттенение шраффировкой оснований многогранников выполняют наклонными штрихами, параллельными осям  $x$  и  $y$  (рис. 121).

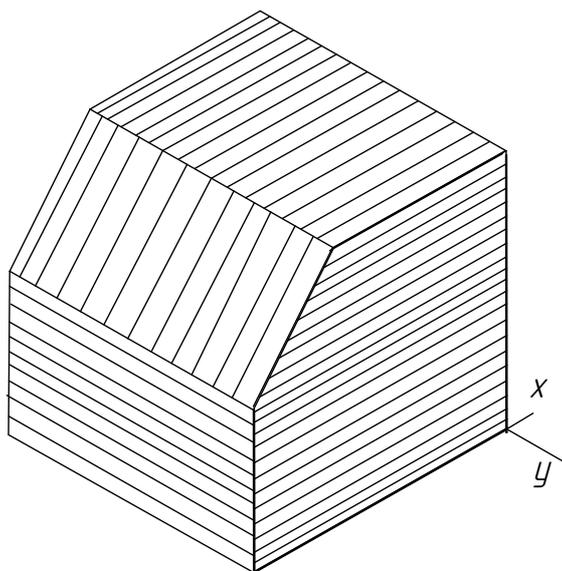


Рис. 121

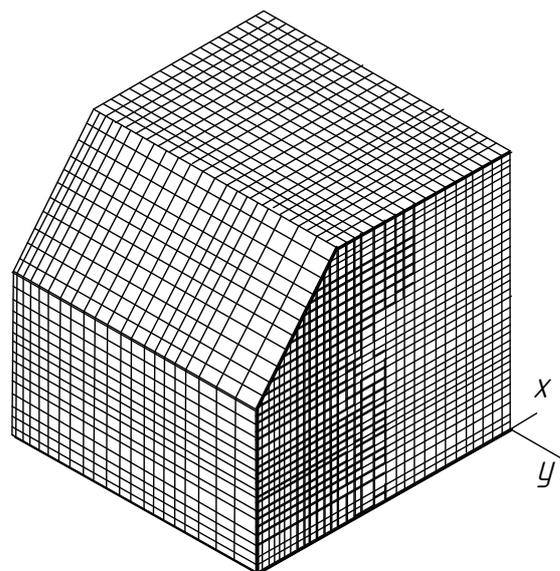


Рис. 122

Потом рисуют на гранях тонкие вертикальные штрихи и штрихи, параллельные осям  $x$  или  $y$ . Затем штрихи обводят более ярко с постепенным

переходом к светлым местам предмета. Горизонтальные поверхности должны быть светлее поверхностей вертикальных, расположенных в теневых частях предмета (рис. 122).

Наклонные плоскости заштриховывают прямыми, параллельными линии ската плоскости и наклонными линиями, параллельными контуру.

На цилиндре и конусе шраффировку выполняют сначала штрихами в виде эллипсов, касательных к очерковым образующим (рис. 123, 125), затем проводят вертикальные и наклонные штрихи (рис. 124, 126).

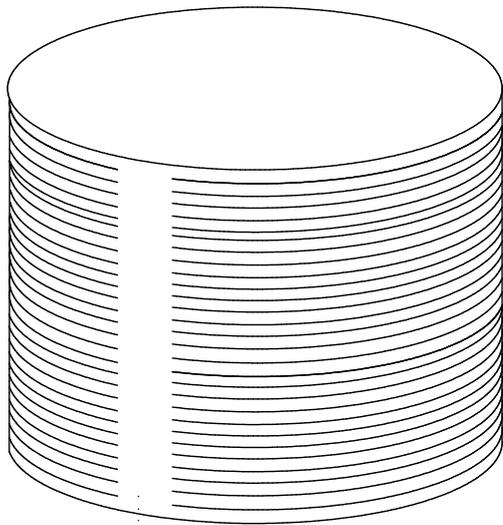


Рис. 123

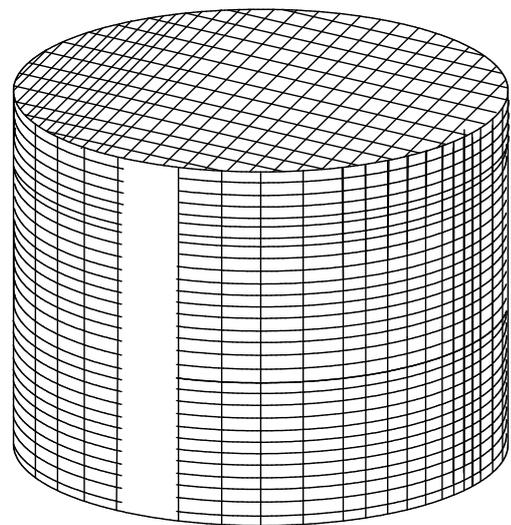


Рис. 124

На конусе у вершины линии штриховки должны быть тоньше и менее яркими, чтобы вершина не была темным пятном.

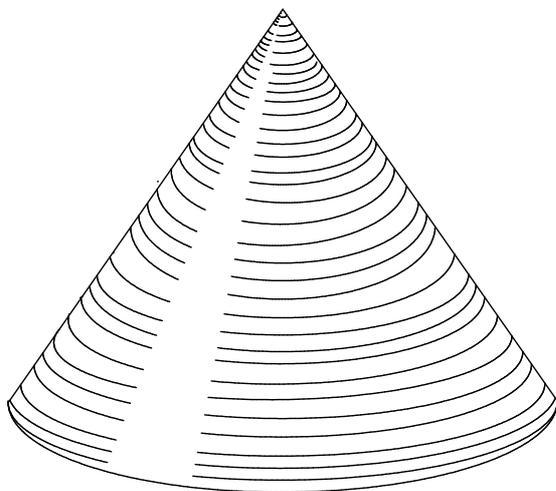


Рис. 125

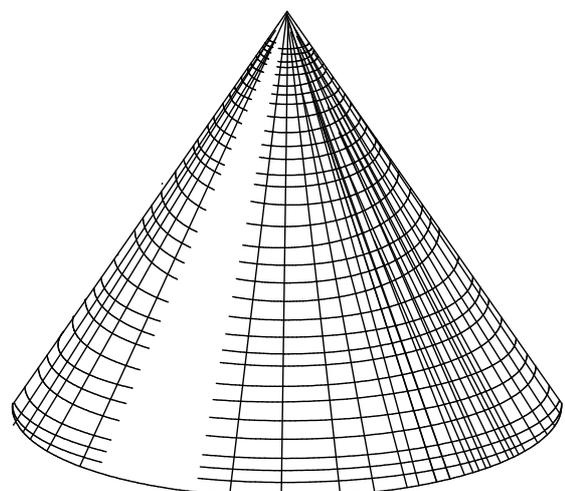


Рис. 126

Для оттенения шраффировкой сферической поверхности на наклонных осях  $AB$  и  $CD$  сначала строят эллипсы, как показано на рисунке 118.

Горизонтальные штрихи - эллипсы наносят по тому же принципу, что и наклонные (см. рис. 128).

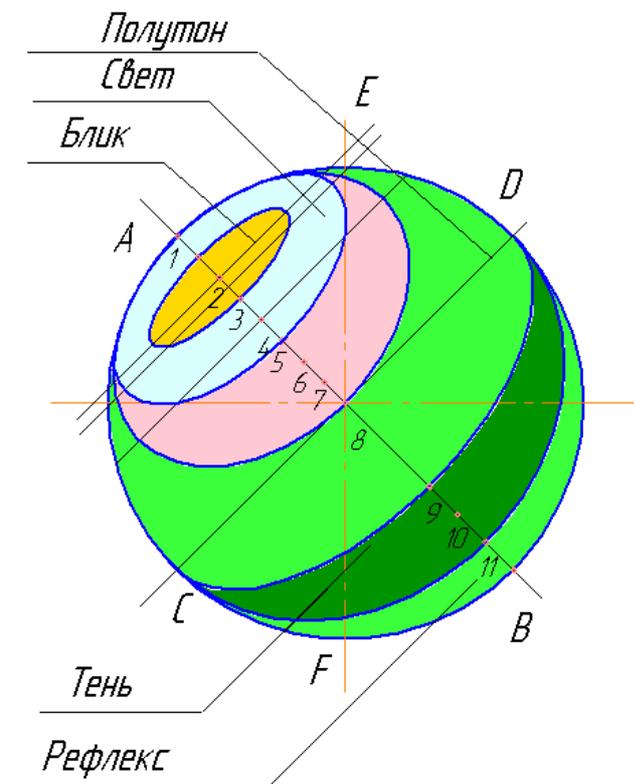


Рис. 127

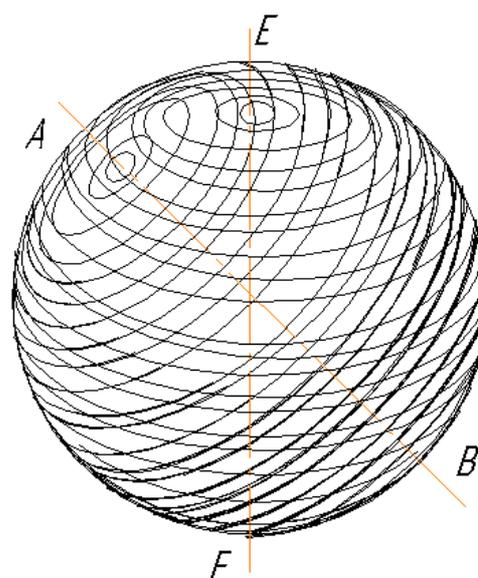


Рис. 128

Промежуточные эллипсы рисуют на глаз тонкими линиями между основными, а затем определяют элементы светотени и, начиная с самого темного места, обводят линии утолщенными кривыми с постепенным ослаблением их толщины по мере приближения к свету.

В процессе работы над рисунком штрихи могут получиться яркими, для уменьшения яркости используют мягкий и чистый ластик. Его прикладывают как промокательную бумагу, не растирая линии, иначе рисунок получится смазанным.

*Оттенение торовых поверхностей.* При шраффировке поверхности тора, наносят штрихи-эллипсы и штрихи-меридианы, а затем обводят линиями различной толщины, в зависимости от падения света (рис. 129, 130, 131).

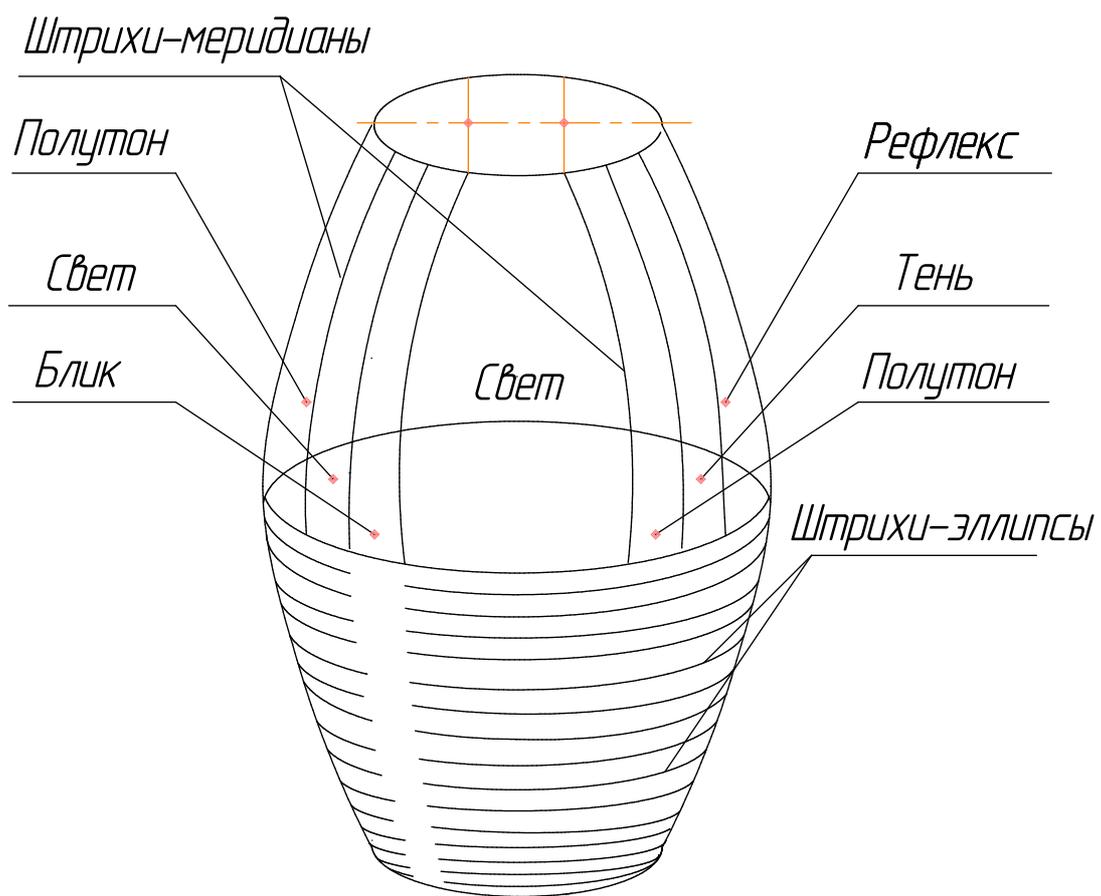


Рис. 129

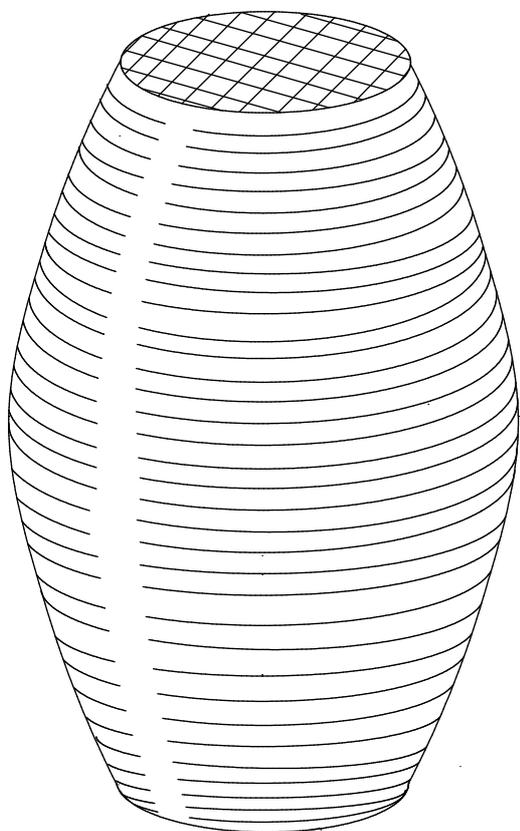


Рис. 130

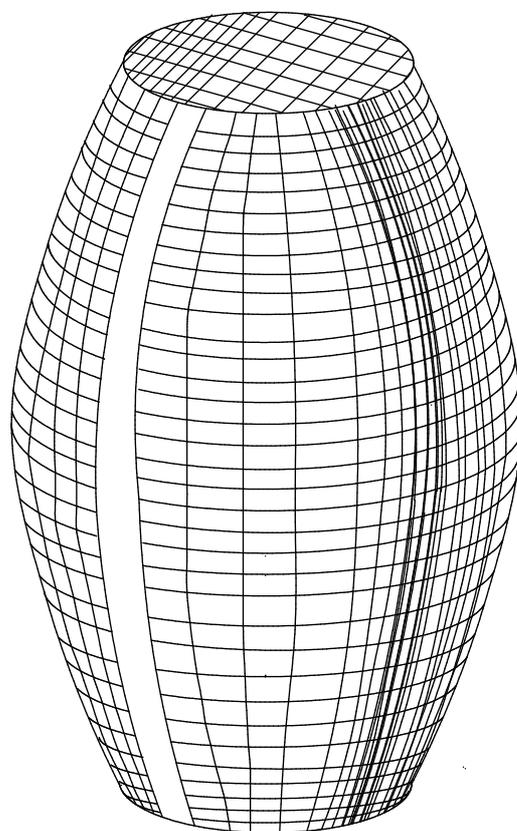


Рис. 131

**Штрих-эллипсы** - плавная линия, идущая вдоль эллипса, разъединенная в любом месте (в данном случае, на месте блика).

**Штрихи-меридианы** - плавная линия, идущая вдоль образующих линий контура торовой поверхности (в данном случае эллипсы), разъединенная в любом месте (в данном случае, на месте блика).

### 7.3. Оттенение точками

Выявление объёма способом нанесения точек, основывается на том, что светотень наносят с помощью точек, расположенных на соответствующем расстоянии друг от друга и имеющих разную толщину. Схема распределения светотени на предметах при этом такая же, как и при других методах оттенения. В теневой части предмета точки должны быть крупнее и располагаться чаще, а в слабоосвещенных местах – реже, на освещенных поверхностях – совсем редко. Контур предмета, как правило, не обводится линией. Оттенение точками чаще всего выполняют карандашом марки М и 2М.

Главное, при таком способе оттенения – выдержать плавный переход от темного места к светлому. Точки следует наносить так, чтобы они не сливались друг с другом, особенно в теневой части предмета, поэтому следует наносить их одновременно на все затененные части, постепенно сгущая их в теневых местах, а затем переходят к полутону и свету. Таким образом, выдерживается общая тональность рисунка, четкий объем предмета.

Такой способ оттенения чаще всего используют на рисунках, содержащих изображение необработанных деталей, а также неметаллических материалов.

Примеры оттенения точками разных поверхностей показаны на рис. 132.

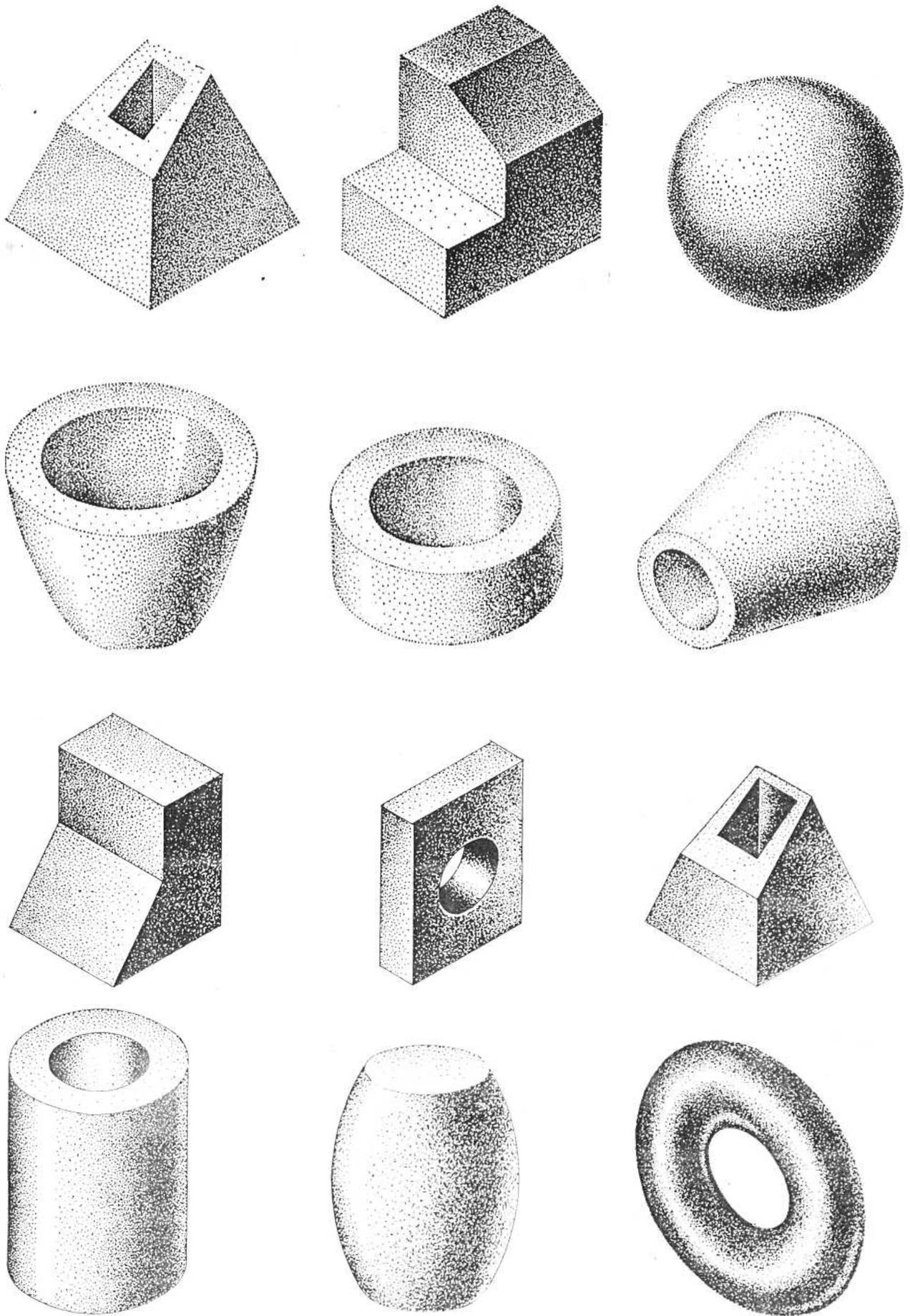
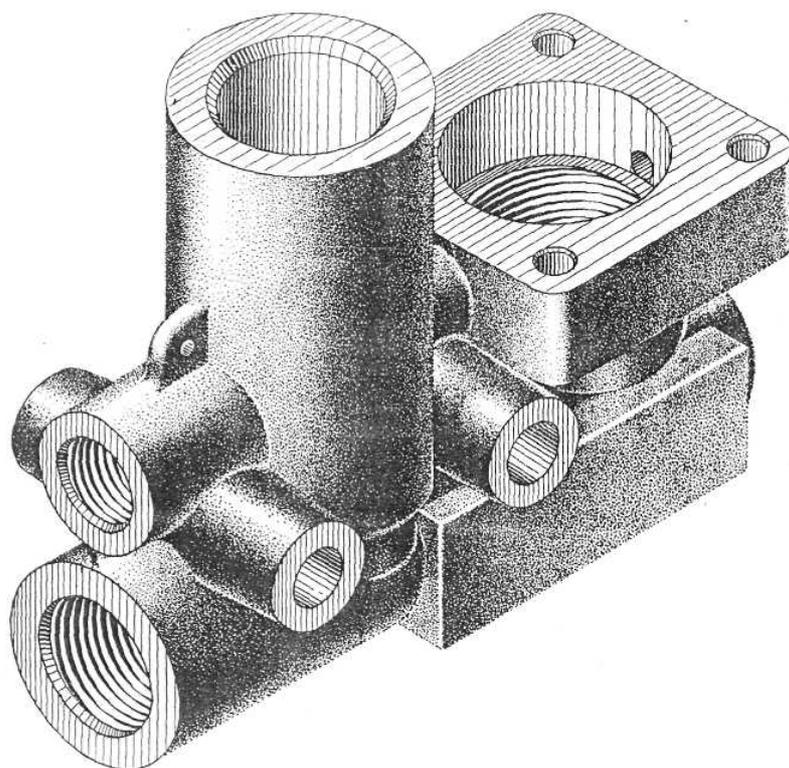


Рис. 132



продолжение рис. 132

## 8. РАБОТА АКВАРЕЛЬНЫМИ КРАСКАМИ

Наблюдаемые нами цвета предметов зависят от рассеивающих и поглощающих свойств поверхностей и внутри лежащих частиц тела. Тела обладают способностью поглощать и рассеивать световые волны различной длины. От длины волны световых лучей будет зависеть цветовой тон окраски (красный, жёлтый, зеленый и т.д.), а от числа световых лучей – яркость окраски.

Известно, что световые лучи, пройдя через стеклянную призму, разлагаются на 7 основных цветов солнечного спектра: красный, оранжевый, жёлтый, зеленый, голубой, синий и фиолетовый.

Человеческий глаз может различать более 150 тысяч цветовых оттенков. Все цвета принято делить на две группы: цвета ахроматические – серые, от белого до черного, и хроматические – все остальные, в том числе и чистый цвет спектра.

В рисовании за основные принимают три цвета: красный, жёлтый и синий. Остальные цвета получаются в результате попарного смешивания основных. Красный, жёлтый и оранжевый цвета относятся к теплым, голубой, фиолетовый, синий и сине-зеленый – к холодным тонам. Каждый цвет может иметь ряд оттенков, называемых цветовым тоном.

Ахроматические цвета различают между собой по светлости (видимой яркости). Хроматические цвета различают по цветовому тону, светлости и насыщенности, степень которой зависит от примесей ахроматического цвета. Наиболее насыщенными будут цвета солнечного спектра. Менее насыщенные цвета относятся к нейтральным.

Присущий предмету цвет при естественном дневном освещении называется *локальным*. Так как на цвет предмета влияют различные факторы: тип источника света, его расположение относительно предмета, цветовой рефлекс, то цвет предмета приобретает различные оттенки, отличные от локального цвета.

Окраску предметов на рисунках передают с помощью красок, которые состоят из пигмента (красящего вещества) и связующего.

В зависимости от связующего вещества краски могут быть масляными, клеевыми и др. В качестве связующего в акварельных красках используют клей, мёд и другие вещества.

Разводят акварельные краски водой.

Для работы акварелью применяют мягкие колонковые, хорьковые и беличьи кисти разных размеров. Номер кисти зависит от её размера. Самая толстая кисть имеет №24, а самая тонкая - №0. Практически для работы рекомендуется иметь одну-две кисти №14-18 и одну-две № 6-8. При смачивании водой все волоски кисти, независимо от её величины, должны собираться в одно остриё. Кисти требуют ухода: их не следует надолго оставлять в воде, а после работы их необходимо вымыть и промокнуть чистой тряпкой.

Хранить кисти рекомендуется в сухом месте, в металлическом пенале. При этом нужно следить за тем, чтобы концы кистей не сминались, были выпрямлены, чтобы на кисти не попадали пыль и жир.

Акварельные рисунки, встречающиеся в практике художника и дизайнера, выполняются часто приемом, называемым отмывкой.

### 8.1. Оттенивание отмывкой

Способ оттенения отмывкой заключается в наложении тона краской при помощи кисти.

Бумагу для акварельного рисунка нужно наклеить на картон или натянуть на подрамник. Затем следует подготовить рисунок к отмывке, а именно: прежде чем наносить краску, необходимо протереть рисунок влажной, мягкой губкой, не стирая бумагу, чтобы смыть с листа черноту и жирные пятна. Тогда отмывка ляжет равномерно. Когда вода высохнет, можно приступать к отмывке. Формат листа бумаги следует расположить на мольберте под небольшим наклоном ( $20^{\circ}$ -  $30^{\circ}$ ), чтобы лишняя вода могла стекать, а не размывала отмывку. Излишки воды и разведенной краски собирают острием полусухой (отжатой) кистью.

После подготовки формата листа, приступают к отмывке, которую делают слабым одноцветным раствором акварельной краски.

Для отмывки обычно используют краски тёплых нейтральных тонов (марс коричневый, умбра жжёная, сепия) или чёрного цвета (жжёная кость, ламповая копоть, нейтральтин и т. п.) или крепко заваренный чай. Перед употреблением раствор краски нужно профильтровать.

Более плавного перехода от светлого тона к тёмному можно добиться путём *размывки*. Для этого отмывку начинают с чистой воды или очень слабого раствора краски, а затем постепенно сгущают раствор, или, наоборот, с тёмного тона, постепенно добавляя к краске воду.

Чтобы переход от светлого тона к тёмному был плавным, размывку повторяют несколько раз, давая каждый раз подсохнуть нижележащему слою.

При повторных покрытиях, чтобы не размыть нижний слой краски, не следует несколько раз водить кистью по одному и тому же месту.

Работу акварельными красками нужно начинать с простейших упражнений, позволяющих приобрести навыки в обращении с кистью, нанесения краски на бумагу, смешения красок для получения нужного тона. Только после этого можно приступить к отмывке рисунков одноцветной краской и к работе многоцветной акварелью.

При изображении криволинейных поверхностей (цилиндра, конуса и т. п.) рекомендуется перед отмывкой разбить поверхность на ряд полос, в соответствии с градацией силы тона.

На рисунках 133-135 показана разбивка на полосы у цилиндра (рис. 133), сферы (рис. 134) и конуса (рис. 135).

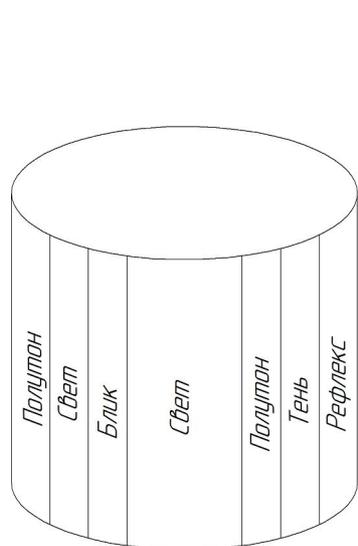


Рис. 133

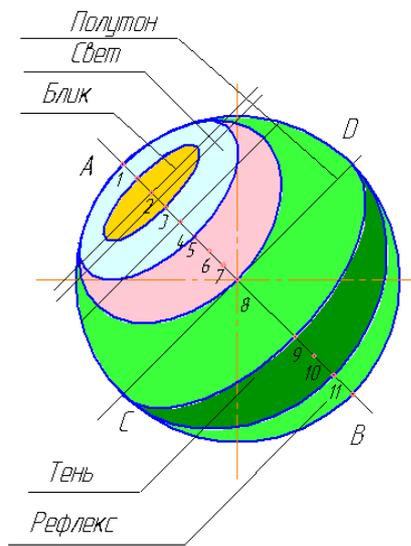


Рис. 134

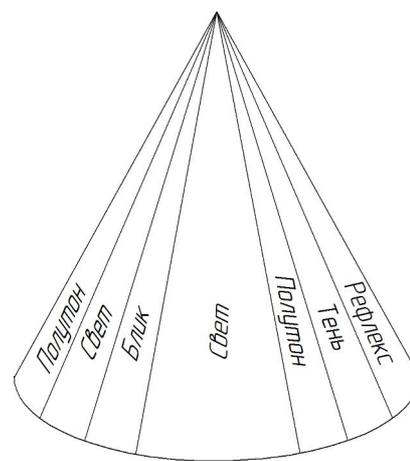


Рис. 135

Приступим к отмывке: на рисунке намечаем ряд очень тонких, едва заметных карандашных полос, в соответствии с распределением светотени. Затем покрываем рисунок слабо разведенной краской, кроме блика. После того как первый слой краски высох, набираем на ту же кисть разведенную краску и снова наносим на рисунок, но оставляем незакрашенной одну полосу. Так повторяем несколько раз, до тех пор, пока не будет перекрыта лишь последняя

полоса. В итоге получим: «блик» будет не закрашен, рядом с ним с обеих сторон «свет» будет закрашен один раз, «полутон» - 2 раза, «рефлекс» - 3 раза, а «тень» столько раз, сколько намечено на рисунке полос.

Примеры нанесения отмывки на различных поверхностях показаны на рисунке 136.

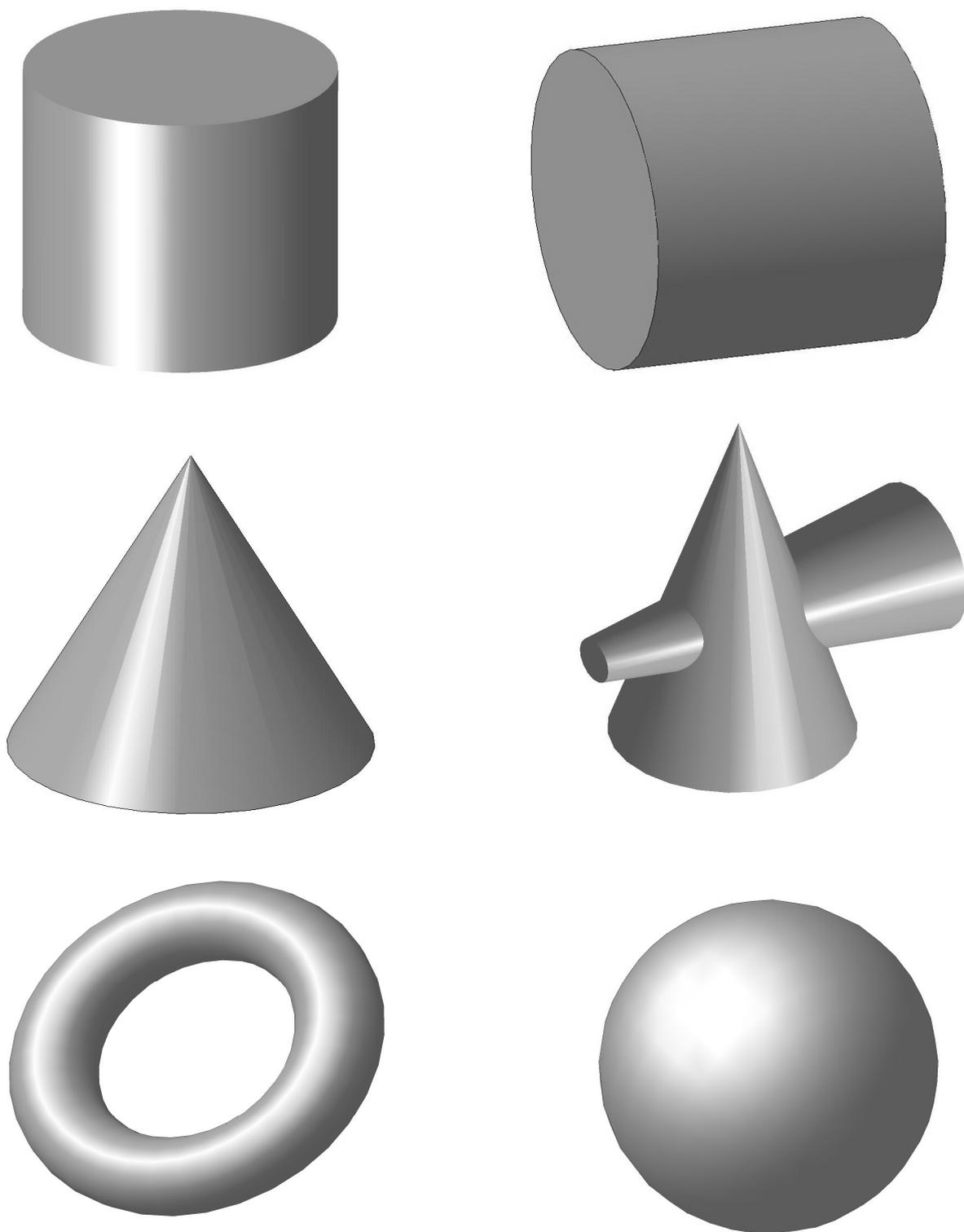
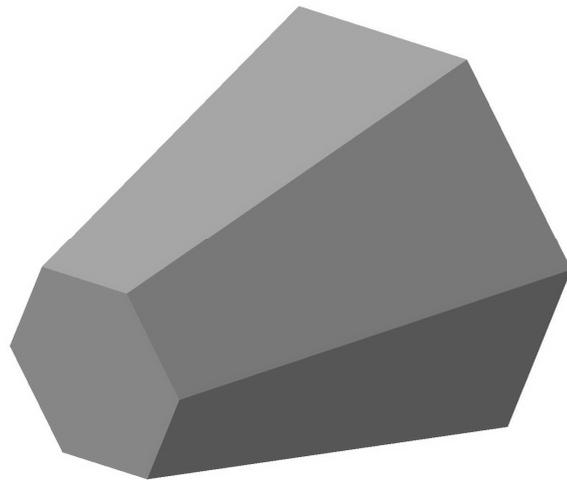
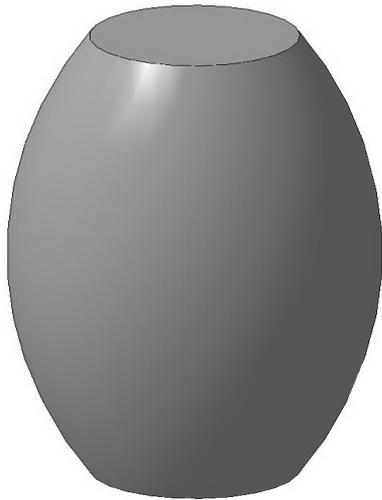


Рис. 136



продолжение рис. 136

## **9. РИСОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ С НАТУРЫ И ПО ЧЕРТЕЖУ**

### **9.1. Общие рекомендации**

Рисование деталей с натуры носит условный характер, так как рисунок выполняется по правилам аксонометрических проекций. Оттенение рисунка, выполненного с натуры, наносят по условно принятой схеме (см. раздел 7).

Для выполнения технического рисунка детали с натуры следует придерживаться определенной последовательности:

1. Определить название и назначение детали (рис. 137).
2. Определить рабочее положение детали.
3. Установить на глаз примерное соотношение размеров (длины, ширины и высоты) детали, а также отдельных ее частей, иначе говоря, определить пропорциональную зависимость.
4. Понять конструктивную сущность детали, т.е. расчленить ее на простые геометрические формы. На рис. 138 показан пример расчленения технической детали «корпус подшипника» на следующие части:
  - основание;
  - стойка;

- цилиндр;

- ребро.

5. Определить, какие необходимо выполнить разрезы.

6. Выбрать для рисунка детали соответствующую аксонометрическую проекцию.

7. Определить композицию рисунка и его компоновку на формате (правила размещения см. раздел 6.1.)

8. Изучив особенности детали, сделать её набросок на формате, а затем приступить к выполнению рисунка.

9. Далее на рисунок нанести светотень. Разрезанную часть детали заштриховать согласно ГОСТ 3453—59.

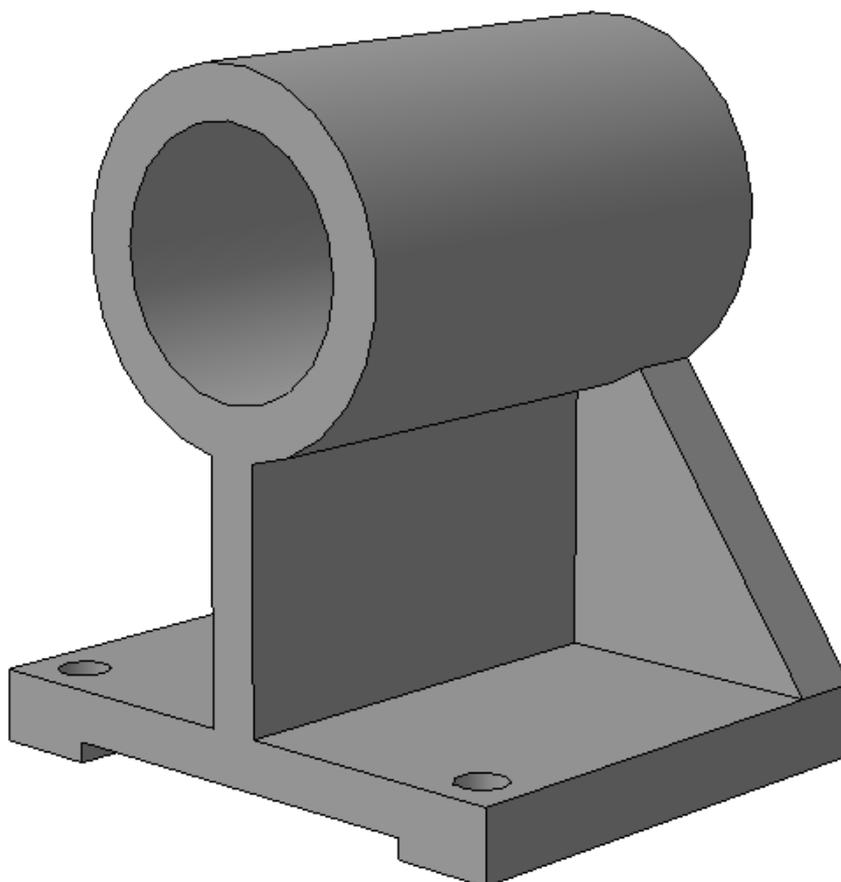


Рис. 137

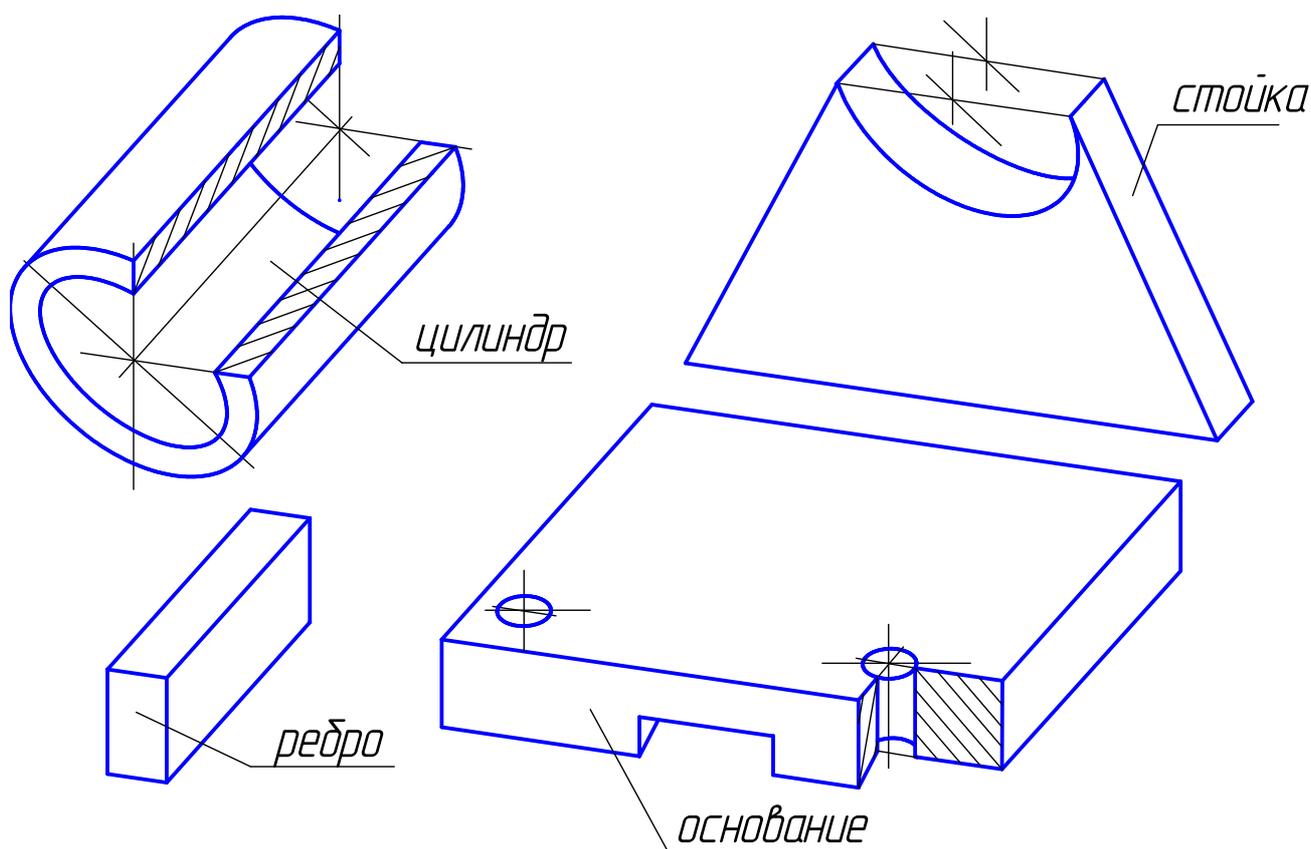


Рис. 138

## 9.2. Пример выполнения рисунка детали с натуры

Предположим, что необходимо нарисовать деталь «корпус». Рабочее положение детали изображено на рис. 139. Пропорции детали определим на глаз или с помощью карандаша путем сравнения размеров ее отдельных частей.

Рассмотрим конструктивную сущность детали «корпус». Деталь состоит из следующих частей: основания, трёх цилиндров, стоящих на основании, и двух ребер. Средний цилиндр больше двух остальных. Все цилиндры имеют сквозные отверстия, а среднее – резьбовое. К среднему цилиндру примыкают ребра, имеющие форму призмы.

Деталь «корпус» лучше рисовать в прямоугольной изометрии, так как эта проекция даст наиболее полное представление о детали. Например, если

корпус нарисовать в прямоугольной диметрии, то ширина детали уменьшится в два раза, таким образом, рисунок получится невыразительным.

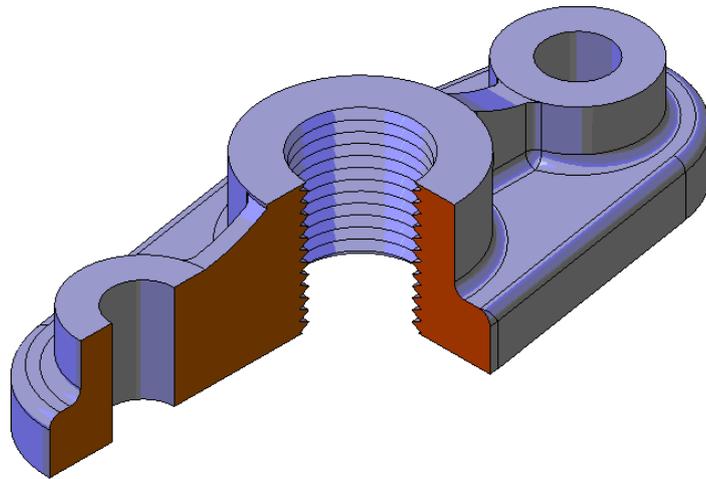


Рис. 139. Деталь

Сначала сделаем набросок детали (рис. 140).

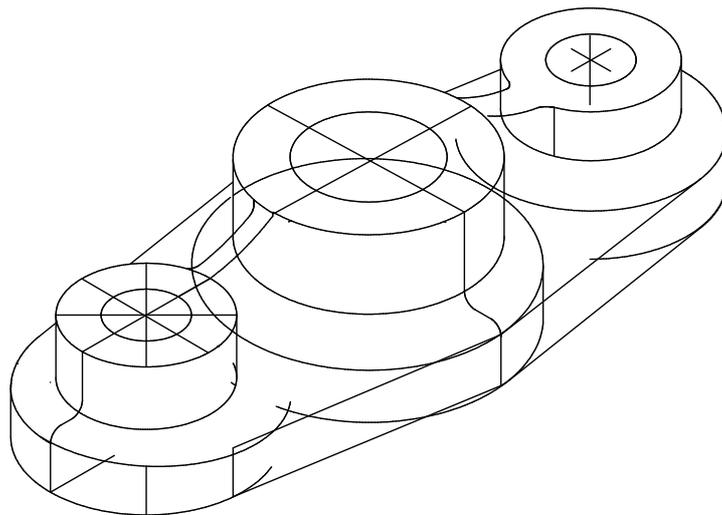


Рис. 140. Набросок

Затем намечаем на листе место для изображения детали, рисуем изометрические оси  $x$ ,  $y$ ,  $z$  и определяем на оси  $x$  положение трех центров для построения осей цилиндров. Поскольку основание детали имеет три скругления: одно, наибольшее, в центре и два с концов детали, то вначале рисуем в аксонометрической проекции три параллелепипеда, представляющие собой обертывающие поверхности, как показано на рис. 141. Высота их должна быть равна высоте основания детали.

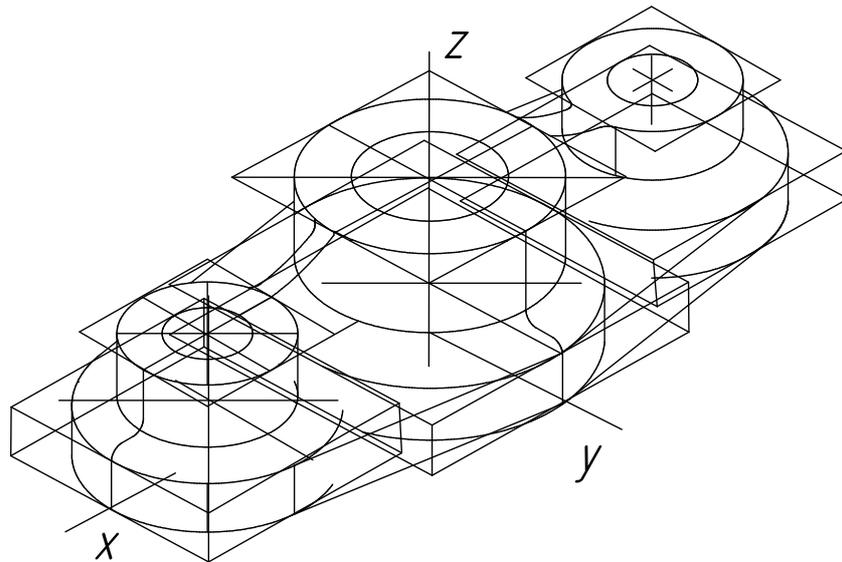


Рис. 141. Построение детали

В параллелограммы вписываем эллипсы, рисуем нижние и верхние основания цилиндров и проводим к ним касательные. Таким образом, намечаем основания детали и стираем ненужные линии построения. На верхнем основании из каждого центра эллипса проводим вертикальную линию вверх и откладываем на ней высоту цилиндров. Средний цилиндр выше двух крайних, имеющих одинаковую высоту.

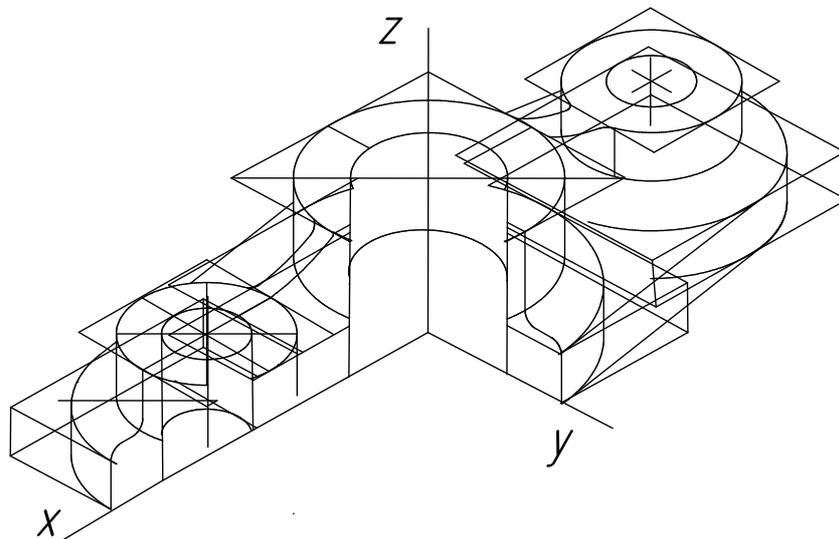


Рис. 142. Выполнение разреза

Рисуем три цилиндра, а затем намечаем положение ребер жесткости. Поскольку для детали необходим разрез, на поверхностях её намечаем тонкими линиями места, через которые пройдут следы секущих плоскостей.

Строим разрез (рис. 142), рисуем профиль треугольной резьбы в разрезе, заштриховываем согласно ГОСТ 2.317—69 те части детали, которые находятся в разрезе (рис. 143), и выполняем оттенки, как показано на рис. 139.

После того как рисунок в основном закончен, начинаем уточнение общей формы детали на изображении. Заключается оно в том, что, рассматривая законченный рисунок, в него вносят отдельные исправления, например, резко выступающие штрихи «гасят» с помощью мягкой резинки или, наоборот, где необходимо, усиливают штрихи путем нажима на карандаш.

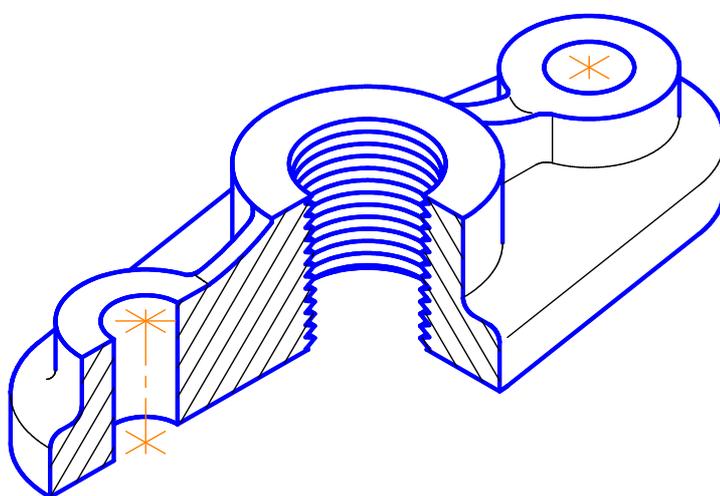


Рис. 143. *Рисунок детали*

Чтобы лучше увидеть недостатки в рисунке, надо отодвинуть его на расстояние вытянутой руки. В законченном рисунке светотень на поверхности детали не должна быть дробленой, переход от тени к свету должен осуществляться равномерно. При этом светотень должна четко выявлять форму детали, а не деформировать ее.

### **9.3. Рисунок строительных деталей**

Особенное значение имеет технический рисунок в работе над эскизом во время конструирования. В рисунке можно передать материал (кирпич, дерево,

металл, бетон, стекло), из которого построено сооружение или выполнена деталь.

Очень важно в рисунке выявить фактуру изделия, т.е. состояние поверхности массы материала. Материал зрительно воспринимается по различию в цвете, по структуре массы, по её строению. Пример показан на рисунках 144 и 145.

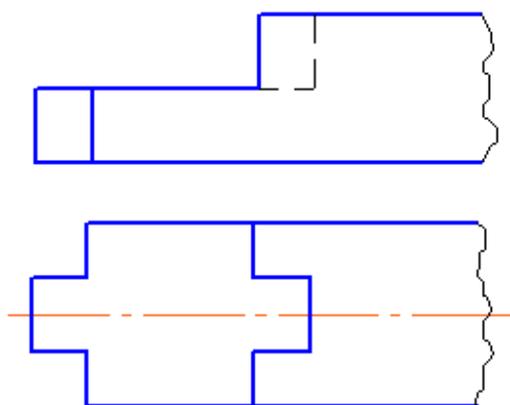


Рис. 144

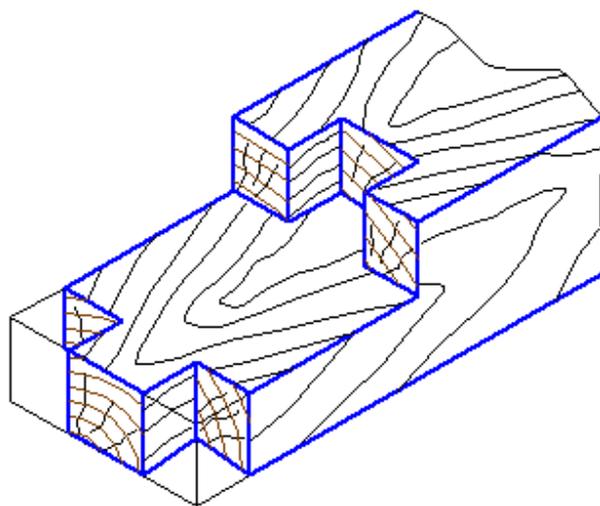


Рис. 145

#### 9.4. Особенности оттенков технических рисунков деталей

При выполнении технических рисунков деталей с натуры для лучшего развития руки и глазомера все поверхности желательно прорабатывать целиком, применяя для этого различные способы оттенения. Иногда применяют на одном рисунке одновременно несколько способов оттенения. Если деталь литая и имеет срезы и сверленные отверстия, то все литые поверхности оттеняют точками, а поверхности, обработанные путем точения и сверления, - штриховкой.

Художники-профессионалы часто применяют несколько иные способы оттенения. Они выявляют, например, объем предмета, не оттеняя его целиком, а нанося лишь отдельные штрихи в теневых местах детали, достигая при этом большой выразительности изображения (рис. 146, 147) .

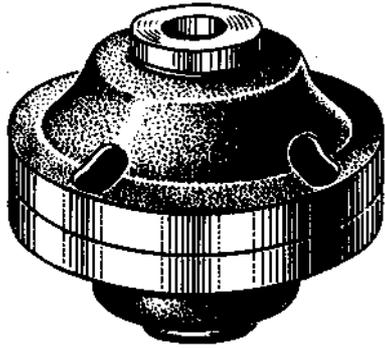


Рис. 146

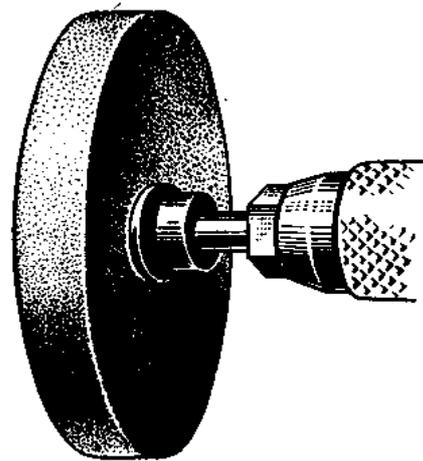


Рис. 147

Но таким способом оттенения обычно пользуются только художники, имеющие большой опыт работы. В отдельных случаях для большей наглядности изображения показывают на деталях падающие тени (рис. 148, 149). Иногда на рисунке отверстия заливают тушью одним тоном, если они малы.

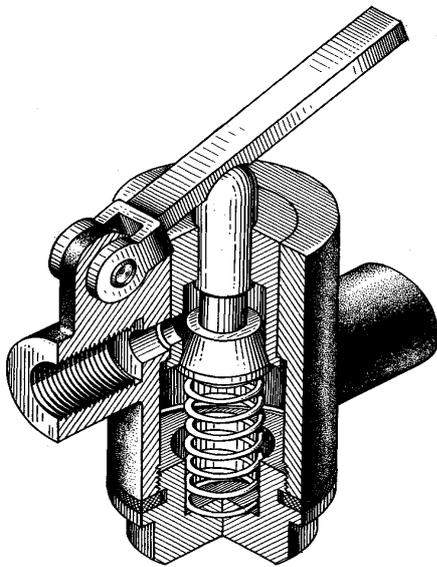


Рис. 148

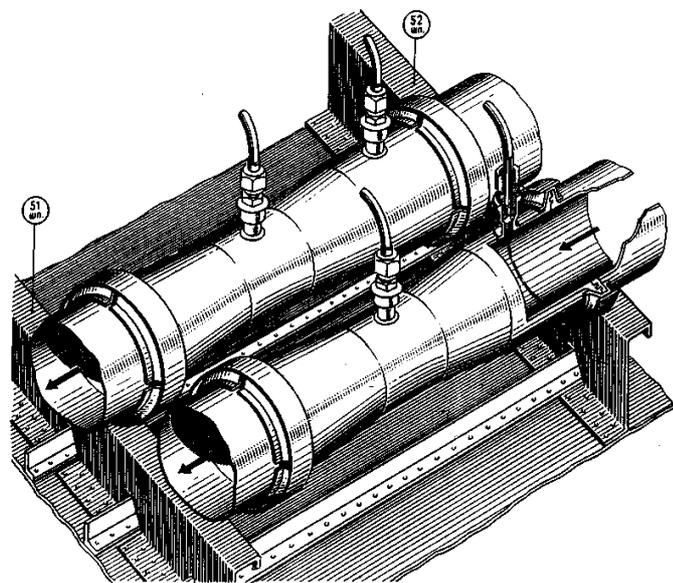


Рис. 149

### 9.5. Рисование предметов по чертежу

Выполнение рисунка по чертежу требует от рисующего умения читать чертеж (рис. 150), т. е. представлять форму детали в целом и отдельных ее частей (рис. 151).

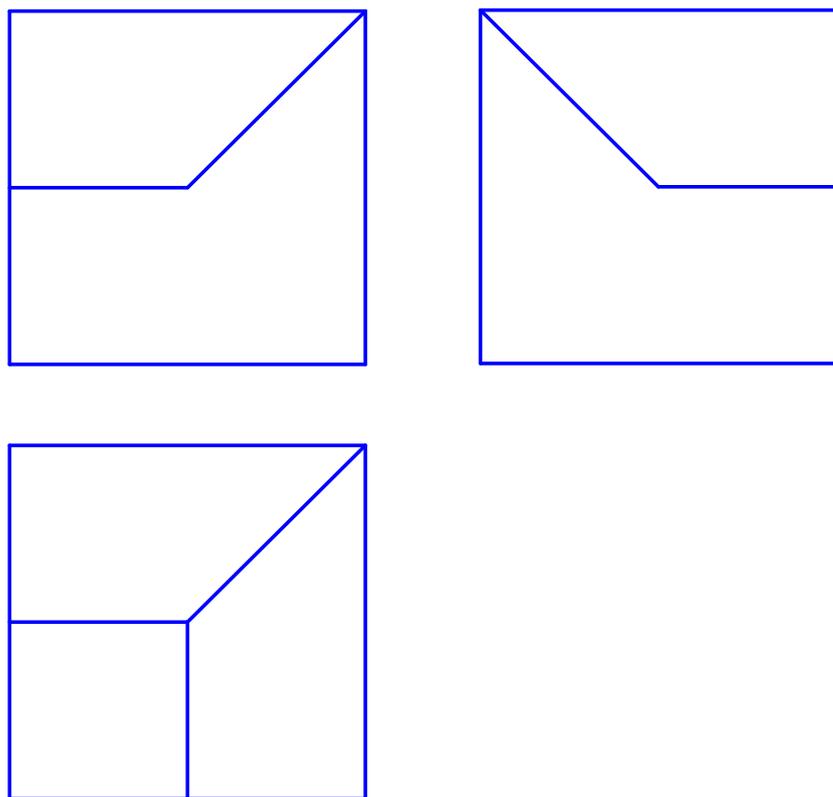


Рис. 150

*вид сверху*

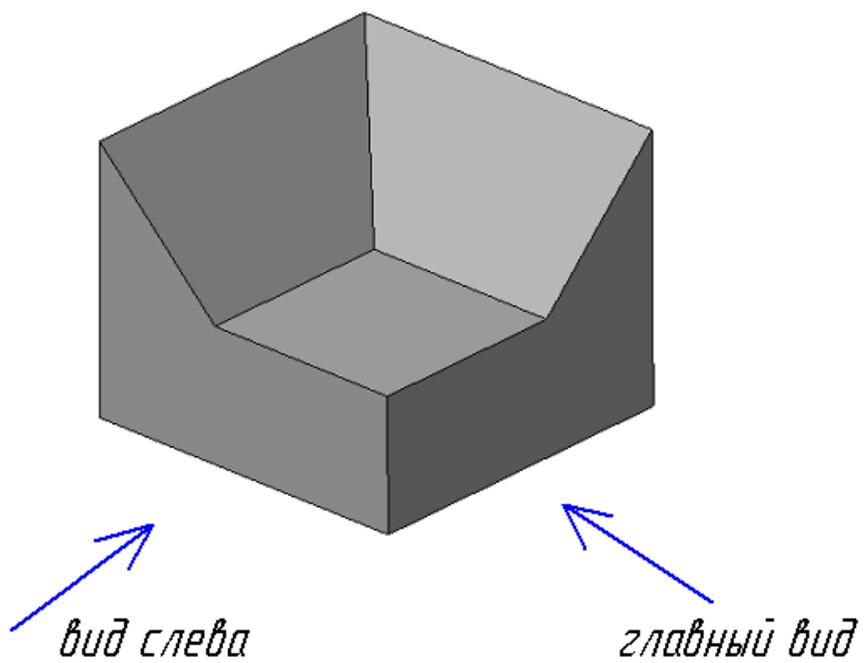


Рис. 151

В процессе чтения необходимо тщательно изучить чертеж, сопоставить на глаз габаритные размеры предмета и соотношение его частей. Рисунок позволяет лучше понять конструктивную форму предмета.

При рисовании деталей по чертежу не следует делать никаких замеров при помощи циркуля или линейки. Все размеры надо брать в пропорциональном отношении на глаз. Рисунок можно выполнять либо увеличенным, либо уменьшенным в зависимости от его композиции и величины формата. Так же, как и при рисовании детали с натуры, вначале определяют на глаз отношения между крайними точками всей детали, а потом намечают размеры каждой отдельной ее части, сравнивая их величины.

Таким образом, правила выполнения рисунка детали по чертежу точно такие же, как и при рисовании с натуры.

#### **9.6. Рисование сборочных единиц с натуры и по чертежу**

*Рисование с натуры сборочной единицы.* Сборочной единицей называется изделие, составные части которого подлежат соединению между собой на предприятии-изготовителе с помощью сборочных операций: свинчивания, пайки, опрессовки, развальцовки, склеивания, сшивания и др.

Рисование сборочной единицы с натуры основано на тех же принципах, что и рисование с натуры отдельных деталей. Прежде чем приступить к рисованию, надо внимательно ознакомиться со сборочной единицей. Осуществляется это в такой последовательности:

1. Определяют название и назначение изделия.
2. Разбирают взаимосвязь отдельных деталей между собой (рис. 152).
3. Определяют назначение каждой детали и запоминают последовательность их соединения между собой.
4. Продумывают, какой целесообразнее сделать вырез, с тем, чтобы получить более ясное представление о внутреннем расположении деталей и их взаимодействии.



Рис. 152

Рассмотрим подробнее выполнение технического рисунка сборочной единицы «вентиль» (рис. 152). Вентиль представляет собой механизм, служащий для регулирования движения жидкости или пара в трубах.

Механизм разбирают и запоминают последовательность соединения отдельных деталей. Для того чтобы лучше запомнить, как соединены детали, сборку и разборку данного механизма производят несколько раз.

Изучив механизм и определив его габаритные размеры, намечают на листе место для сборочной единицы. Размечают детали, не прорисовывая на них мелких подробностей (рис. 153).

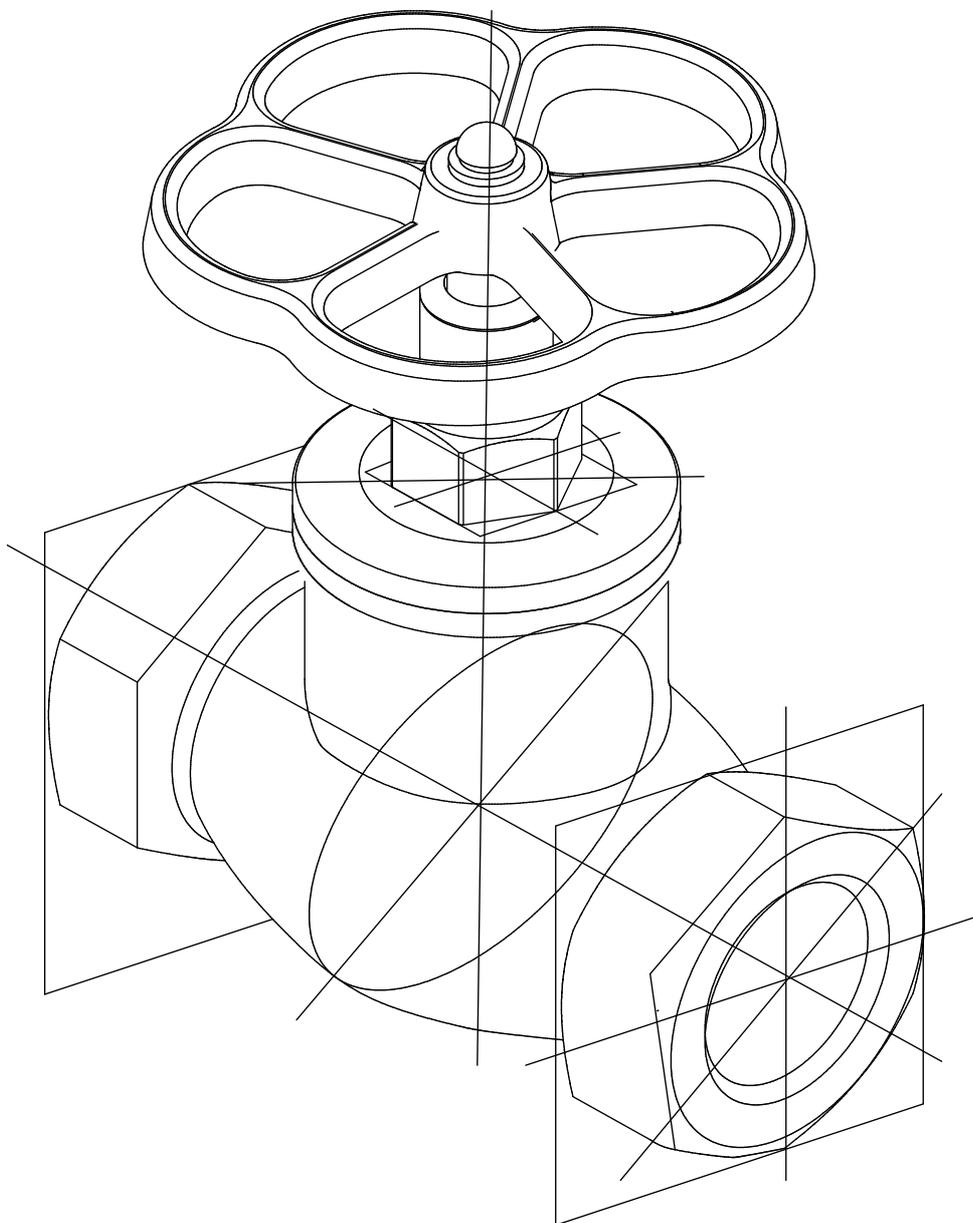


Рис. 153

Затем уточняют форму каждой детали, начиная с наиболее крупных. Разрез выполняют, как показано на рис. 154. В заключение наносят оттенение, с тем, чтобы выявить наглядно объемную форму сборочной единицы.

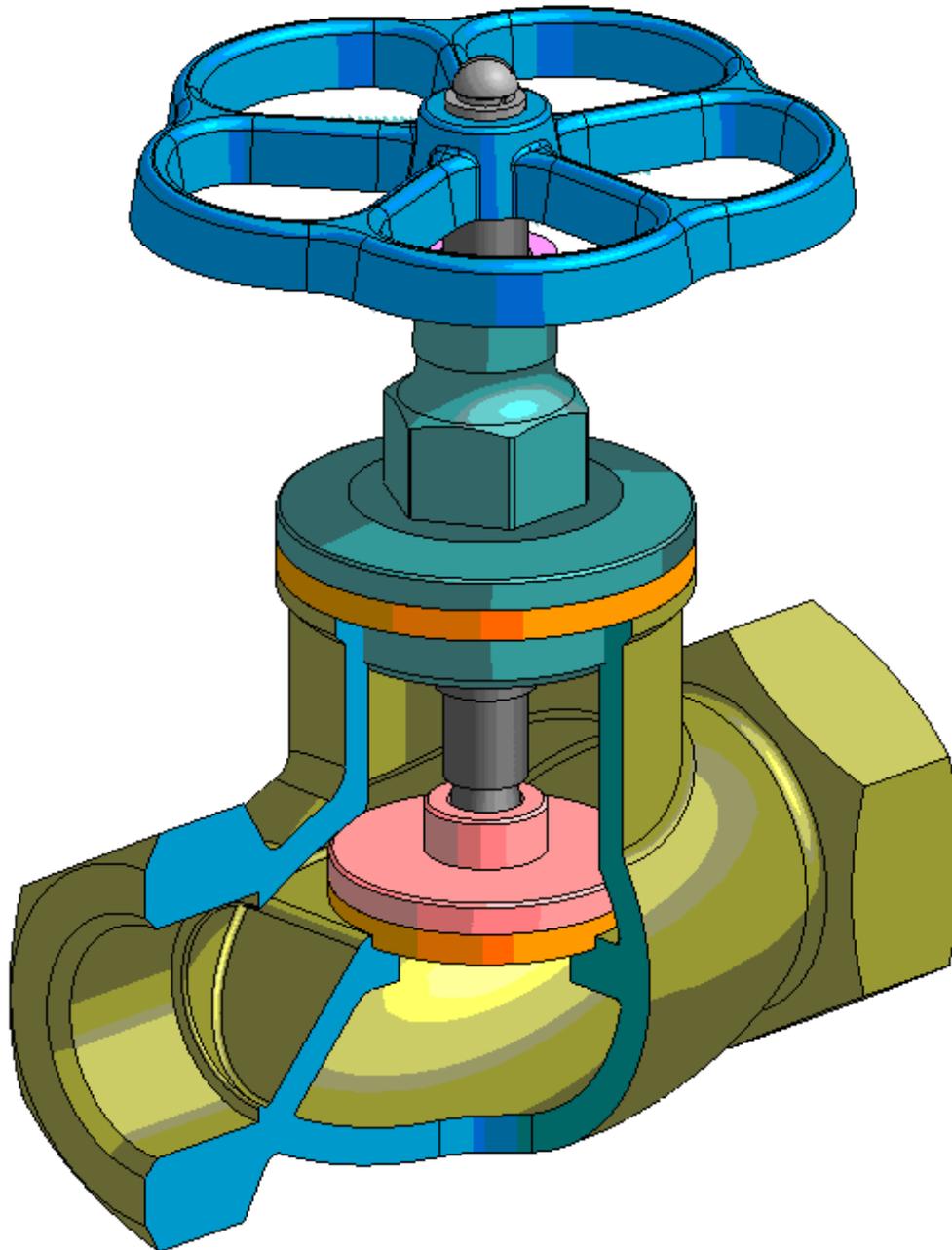


Рис. 154

При рисовании таких сборочных единиц, как «вентиль», их показывают всегда в закрытом положении. При изображении пробкового крана, служащего для перекрытия газа, кран показывают всегда открытым (рис. 155), т. е.

отверстие в пробке для прохода газа показывают в разрезе совпадающим с отверстиями для входа и выхода газа.



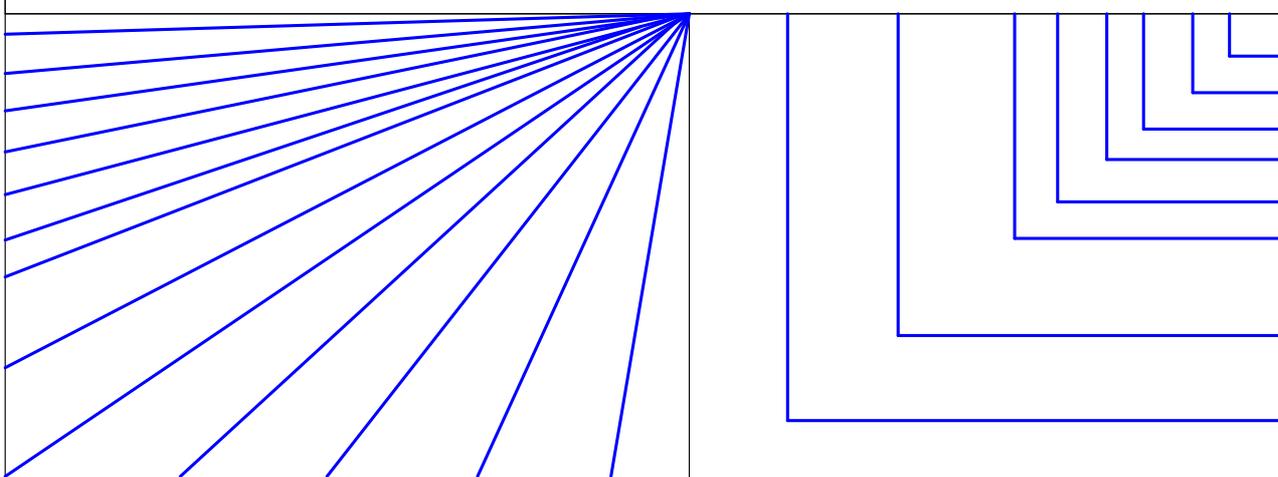
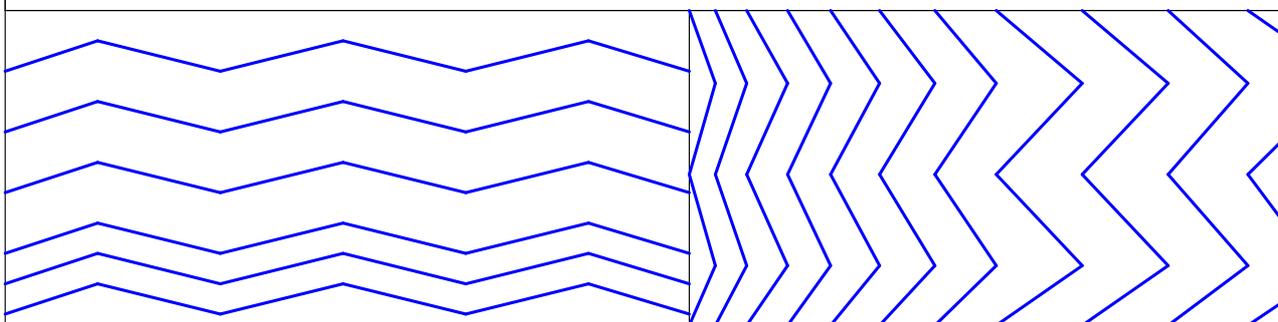
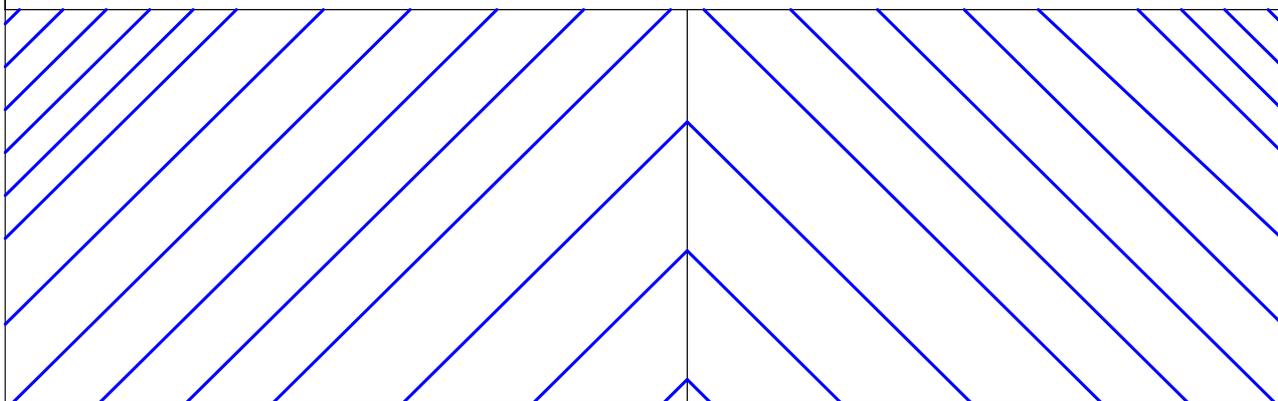
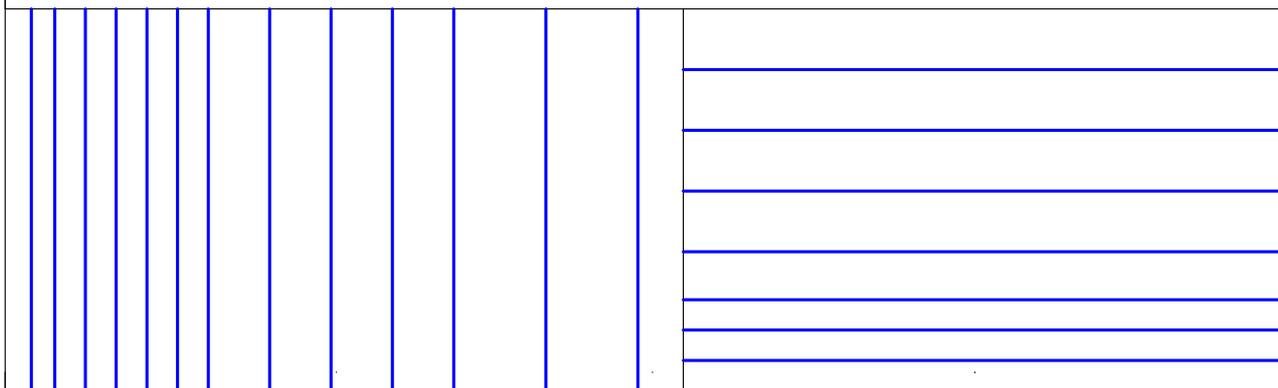
Рис. 155

## **10. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ПРОВЕРКИ И ЗАКРЕПЛЕНИЯ ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНИЧЕСКИЙ РИСУНОК»**

### **10.1. Упражнения**

Чтобы быстро и правильно выполнить технический рисунок, необходимо получить навыки проведения линий: параллельно расположенных, под разным наклоном, на разном расстоянии, различной толщины без применения чертежных инструментов, а также, не пользуясь приборами: делить отрезки на равные части, строить наиболее применяемые углы ( $7^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $41^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $90^\circ$ ), делить их на равные части, строить окружности, овалы и др. Для этого рекомендуется выполнить упражнения (стр. 87, 88, 89), которые помогут обрести навыки рисования различных геометрических фигур.

Упражнение 1. Заполнить поля, ограниченные прямоугольником, прямыми и ломанными линиями.



Упражнение 2. Разделить отрезки на указанные части без помощи инструментов (на глаз)



разделить на 2 равные части

разделить на 3 равные части

разделить на 5 равных частей

разделить на 7 равных частей

разделить на 8 равных частей

Упражнение 3. Построить углы размерностью :

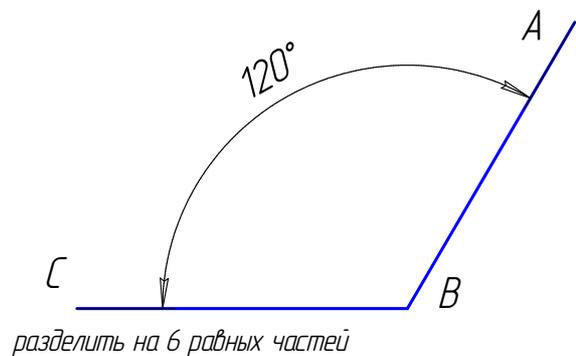
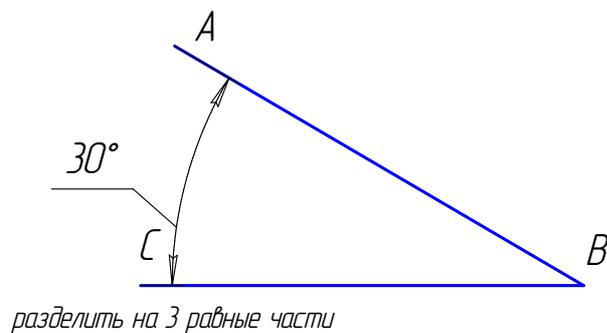
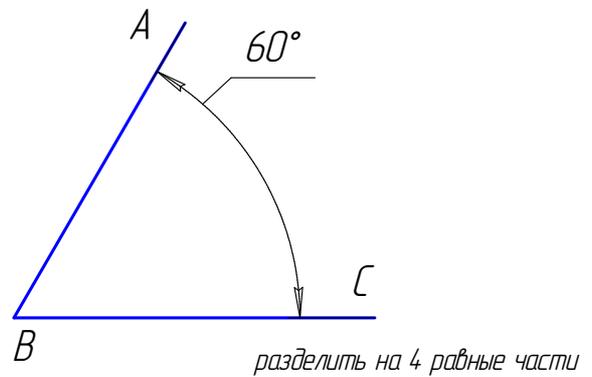
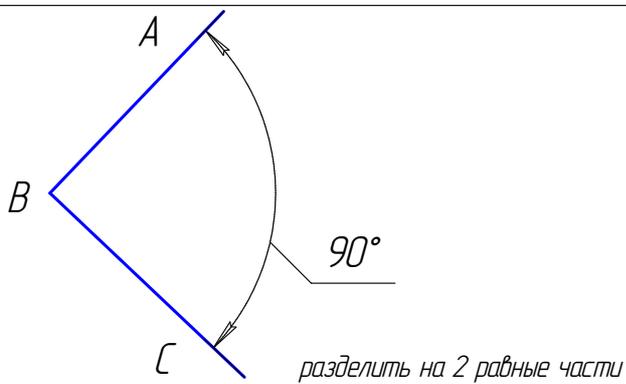
71

37

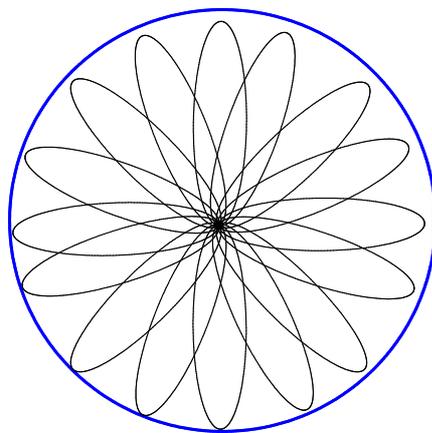
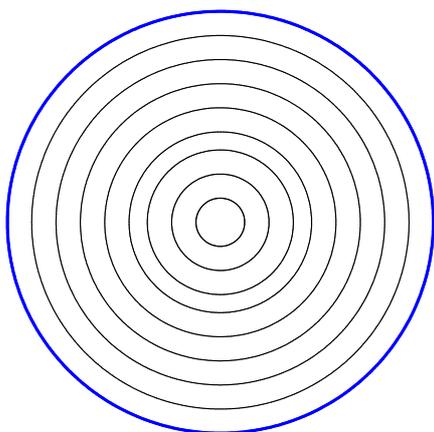
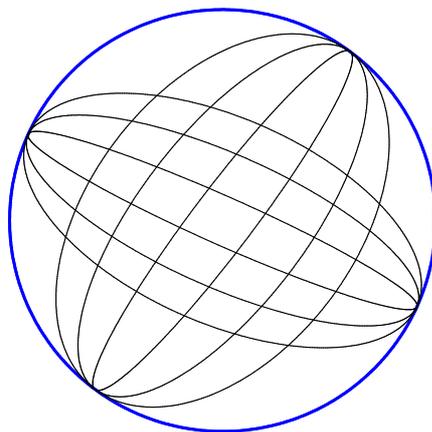
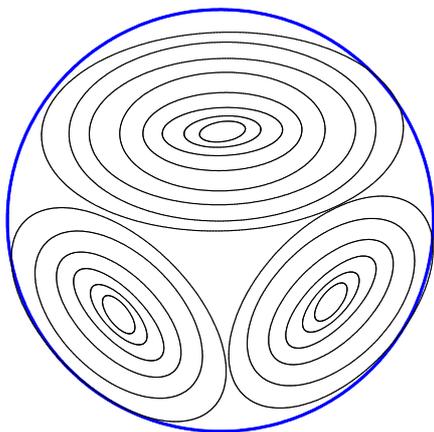
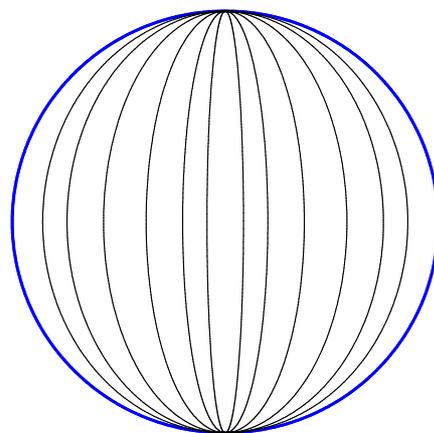
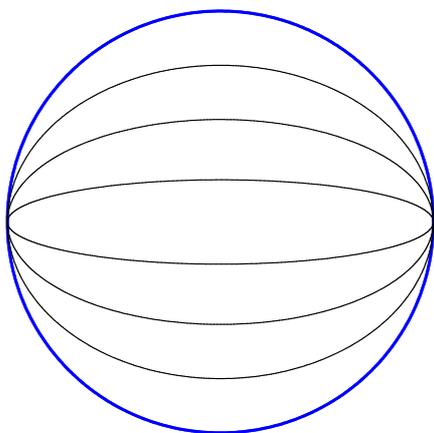
150

7

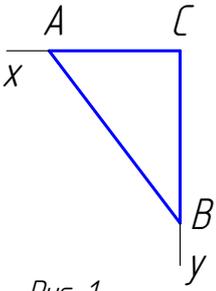
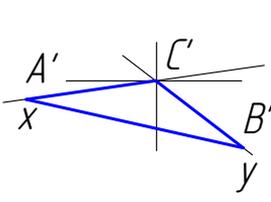
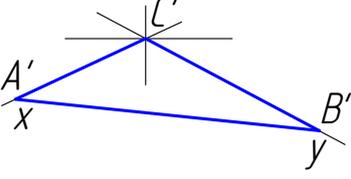
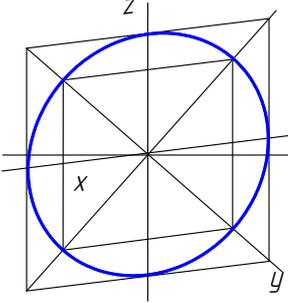
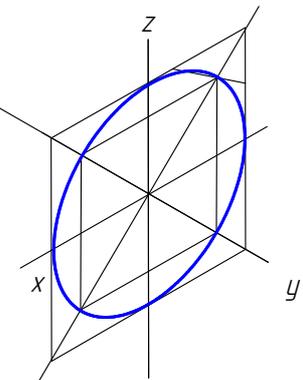
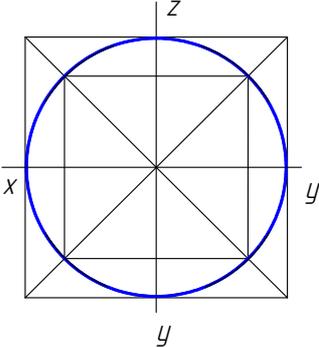
Упражнение 4. Разделить угол ABC :



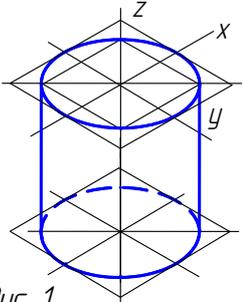
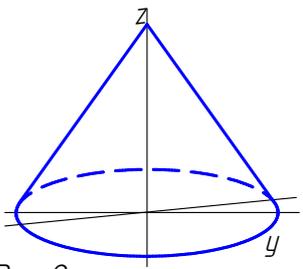
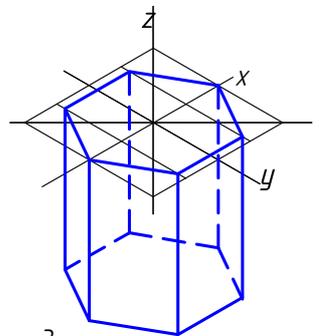
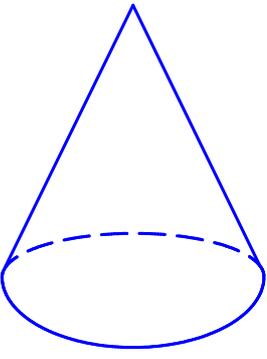
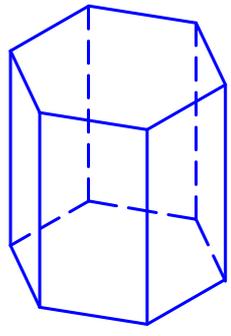
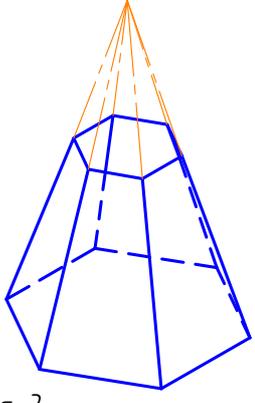
Упражнение 5. Не отрывая карандаша от бумаги, заполнить поля, ограниченные окружностями, разными видами кривых линий, меняя их толщину.



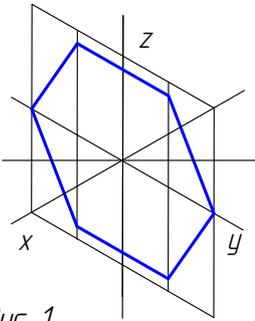
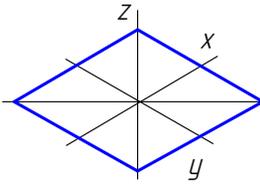
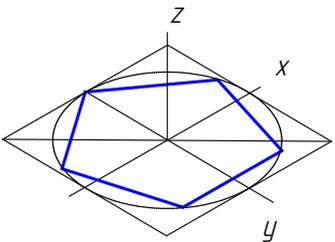
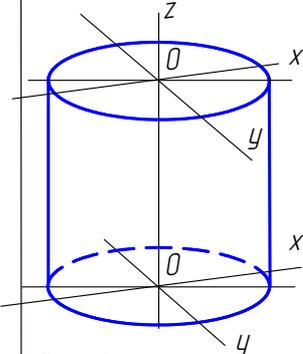
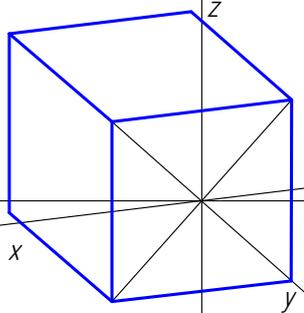
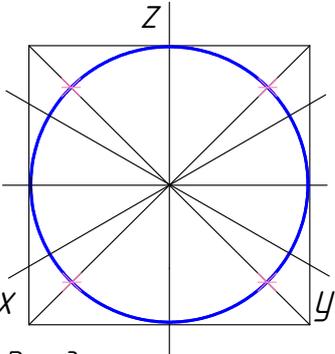
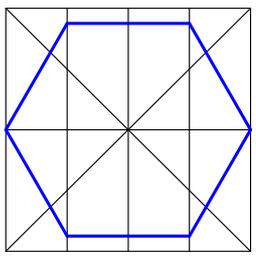
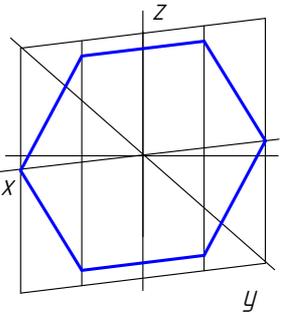
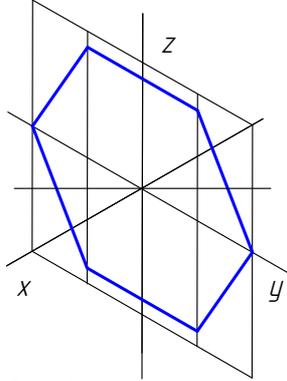
## 10.2. ТЕСТЫ

<i>Тест 1</i>			
<i>Вопросы</i>	<i>Ответ 1</i>	<i>Ответ 2</i>	<i>Ответ 3</i>
<p>1 Если нарисовать квадрат в изометрии, то получится .....</p>	<i>квадрат</i>	<i>ромб</i>	<i>параллелограмм</i>
<p>2 Рисунок квадрата в прямоугольной диметрии имеет вид...</p>	<i>параллелограмма</i>	<i>прямоугольника</i>	<i>квадрата</i>
<p>3 Рисунок треугольника с вершиной прямого угла в точке <math>C</math> в прямоугольной диметрической проекции представлен на рисунке ...</p>	 <p style="text-align: center;"><i>Рис. 1</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Рис. 2</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Рис. 3</i></p>
<p>4 С построения квадрата начинают рисунок ...</p>	<i>правильного шестиугольника в прямоугольной диметрии</i>	<i>окружности в изометрии</i>	<i>окружности в ортогональной проекции</i>
<p>5 Рисунок окружности в изометрической проекции представлен на рисунке...</p>	 <p style="text-align: center;"><i>Рис. 1</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Рис. 2</i></p>	 <p style="text-align: center;"><i>Рис. 3</i></p>

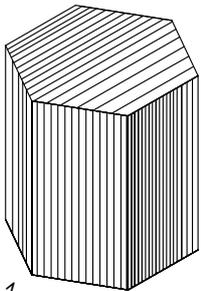
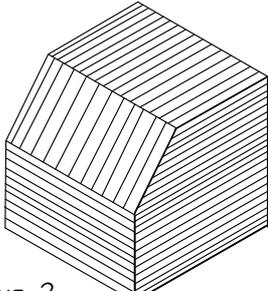
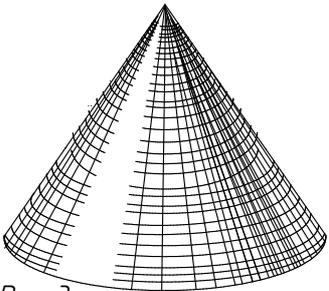
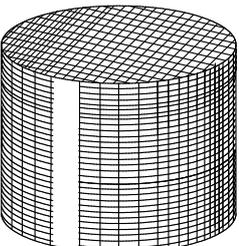
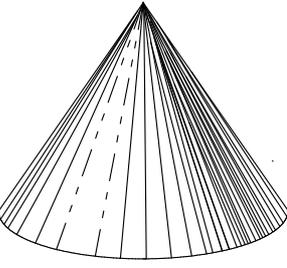
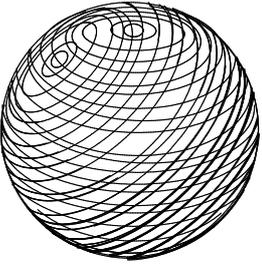
## Тест 2

Вопросы	Ответ 1	Ответ 2	Ответ 3
<p>1 Рисунок призмы начинают с построения.....</p>	<p>ребер</p>	<p>основания</p>	<p>высоты</p>
<p>2 В аксонометрии, в виде окружности изображается .....</p>	<p>шар</p>	<p>эллипс</p>	<p>тор</p>
<p>3 В прямоугольной диметрической проекции выполнена геометрическая фигура, изображенная на рисунке.....</p>	 <p style="text-align: center;">Рис. 1</p>	 <p style="text-align: center;">Рис. 2</p>	 <p style="text-align: center;">Рис. 3</p>
<p>4 В техническом рисунке угол наклона световых лучей к горизонту составляет.....</p>	<p><math>\sim 45^\circ</math></p>	<p><math>\sim 30^\circ</math></p>	<p><math>\sim 60^\circ</math></p>
<p>5 При нанесении оттенения, линии штриховки будут параллельны линиям ската у геометрической фигуры, представленной на рисунке.....</p>	 <p style="text-align: center;">Рис. 1</p>	 <p style="text-align: center;">Рис. 2</p>	 <p style="text-align: center;">Рис. 3</p>

Тест 3

Вопросы	Ответ 1	Ответ 2	Ответ 3
1 Вид аксонометрии, в которой размеры по оси $y$ уменьшаются в два раза, называется.....	прямоугольная изометрия	триметрия	прямоугольная диметрия
2 В прямоугольной диметрии расположение осей, относительно горизонтальной линии, составляет .....	$45^\circ$ и $45^\circ$	$7^\circ$ и $41^\circ$	$30^\circ$ и $30^\circ$
3 Геометрическая фигура, которая изображена в профильной плоскости проекций, представлена на рисунке .....	 <p>Рис. 1</p>	 <p>Рис. 2</p>	 <p>Рис. 3</p>
4 Геометрическая фигура, выполненная в прямоугольной изометрической проекции, представлена на рисунке ...	 <p>Рис. 1</p>	 <p>Рис. 2</p>	 <p>Рис. 3</p>
5 Рисунок правильного шестиугольника в прямоугольной диметрической проекции показан на рисунке.....	 <p>Рис. 1</p>	 <p>Рис. 2</p>	 <p>Рис. 3</p>

Тест 4

Вопросы	Ответ 1	Ответ 2	Ответ 3
<p>1 Штриховку на наклонные плоскости наносят....</p>	<p>прямыми, параллельными аксонометрическим осям ХУ</p>	<p>вертикальными прямыми</p>	<p>прямыми, параллельными линиям ската</p>
<p>2 Часть предмета или геометрической фигуры, которая всегда остаётся незакрашенной (незаштрихованной), называется....</p>	<p>блик</p>	<p>рефлекс</p>	<p>свет</p>
<p>3 Нанесение оттенения какой-либо части предмета или геометрической фигуры начинают с .....</p>	<p>с рефлекса</p>	<p>с тени</p>	<p>с полутона</p>
<p>4 Оттенение геометрической фигуры с помощью шраффировки выполнено на рисунке.....</p>	<p>Рис. 1 </p>	<p>Рис. 2 </p>	<p>Рис. 3 </p>
<p>5 Оттенение геометрической фигуры с помощью штриховки выполнено на рисунке.....</p>	<p>Рис. 1 </p>	<p>Рис. 2 </p>	<p>Рис. 3 </p>

### 10. 3. КРОССВОРДЫ

#### *Вопросы к кроссворду № 1*

##### **По горизонтали:**

2. Аксонометрическая проекция, в которой расположение координатных осей  $7^\circ$ ,  $41^\circ$  и  $90^\circ$ .
3. В данном виде аксонометрии измерение по всем трем координатным осям одинаковое.
6. Что в рисунке создаёт пространственное представление о форме предмета?
9. Плоская фигура.
10. Слабоосвещенное место на поверхности предмета.
11. Подставка, на которой художник помещает формат для рисунка.
12. Окружность в изометрической и диметрической проекциях.
13. Одно из условных средств, применяемых в техническом рисовании для передачи объема.
17. Штриховка сеткой, или двойная штриховка.

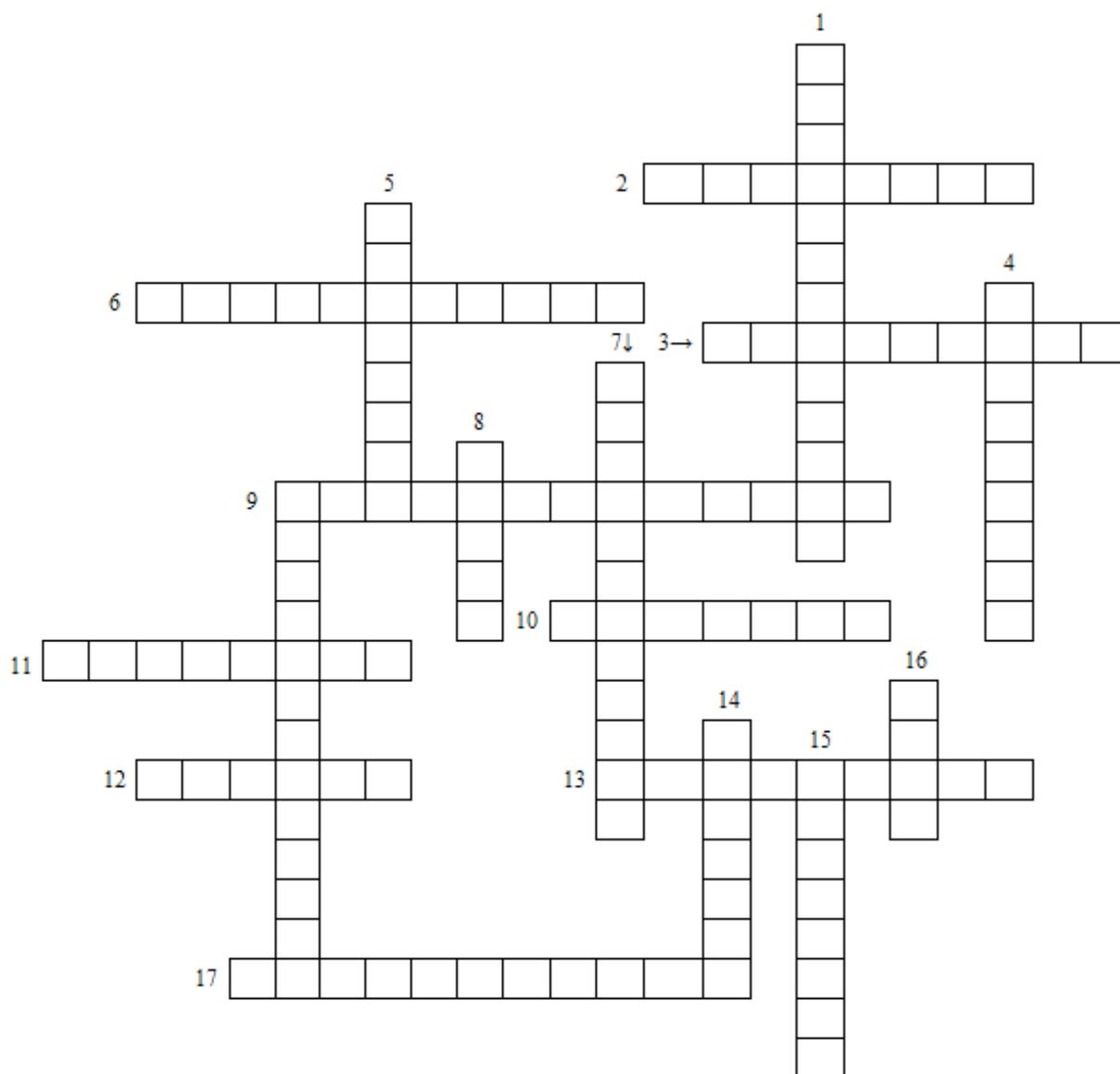
##### **По вертикали:**

1. Процесс получения изображения на плоскости. В зависимости от направления проецирующих лучей оно бывает: центральным, параллельным косоугольным и параллельным прямоугольным.
4. В данном виде аксонометрии измерение по всем трем осям различное.
5. Как называется тень, отбрасываемая предметом на какую-либо поверхность.
7. Параллельное проецирование, направление которого образует с плоскостью проекций угол, не равный  $90^\circ$ .
8. Один из элементов способа передачи светотени.
9. Прямая, пересекающая другую прямую под углом  $90^\circ$ ?
14. Один из методов передачи светотени на рисунке.
15. Обобщенный лаконичный рисунок, отражающий общую форму

детали без передачи ее подробностей.

16. Бывает падающая и собственная....

### *Кроссворд №1*



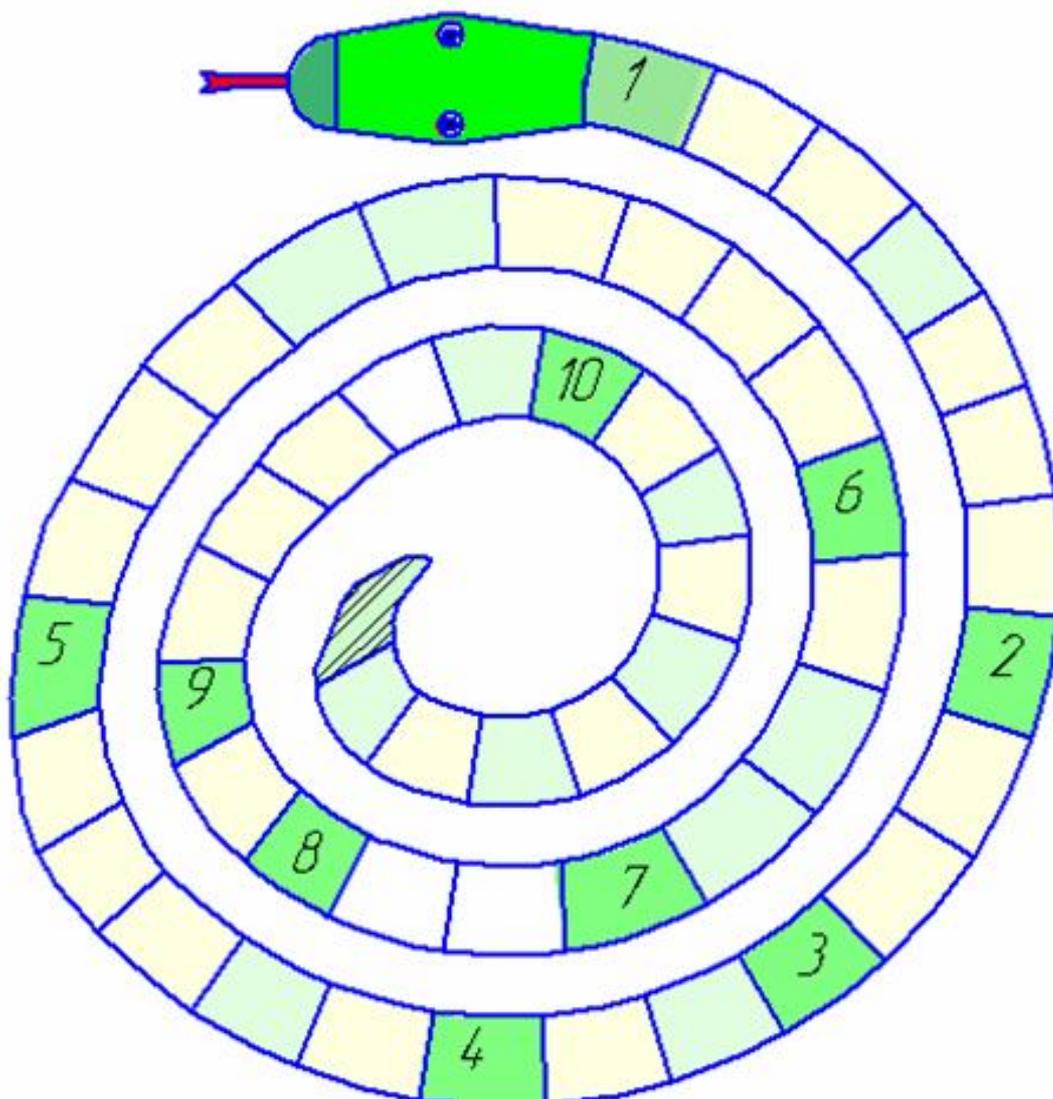
### *Вопросы к кроссворду «Змейка»*

Последняя буква предыдущего слова является первой буквой следующего слова.

1. С помощью чего выполняется технический рисунок, если чертёжные инструменты не используются.
2. В форме какой геометрической фигуры отразится основание куба в изометрической проекции.

3. В техническом рисунке самое светлое пятно на предмете, в основном на поверхностях вращения.
4. С рисования какой геометрической фигуры начинают построения окружности.
5. Плоская геометрическая фигура.
6. В основании этой фигуры, в прямоугольной изометрии – эллипс.
7. Освещенная часть поверхности предмета.
8. Поверхность, которая может быть закрытой, открытой, кольцевой.
9. Отраженный свет на поверхности предмета в неосвещенной его части. С помощью него создается выпуклость, стереоскопичность рисунка.
10. С помощью чего показывается объём предмета?

***Кроссворд «Змейка»***



## 11. ПОЯСНЕНИЯ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ

Для закрепления пройденного материала рекомендуется выполнить несколько упражнений на ранее изученный материал (см. раздел 10). Они могут быть выполнены как в аудитории под руководством преподавателя, так и дома.

В течение семестра студенту необходимо выполнить несколько графических работ самостоятельно и сдать их преподавателю на проверку.

Все задания выполняются на стандартных листах формата А3 (297 × 420). Вместо основной надписи, в правом нижнем углу пишется фамилия студента и группа. Надпись следует выполнять чертежным шрифтом.

### *Задание 1*

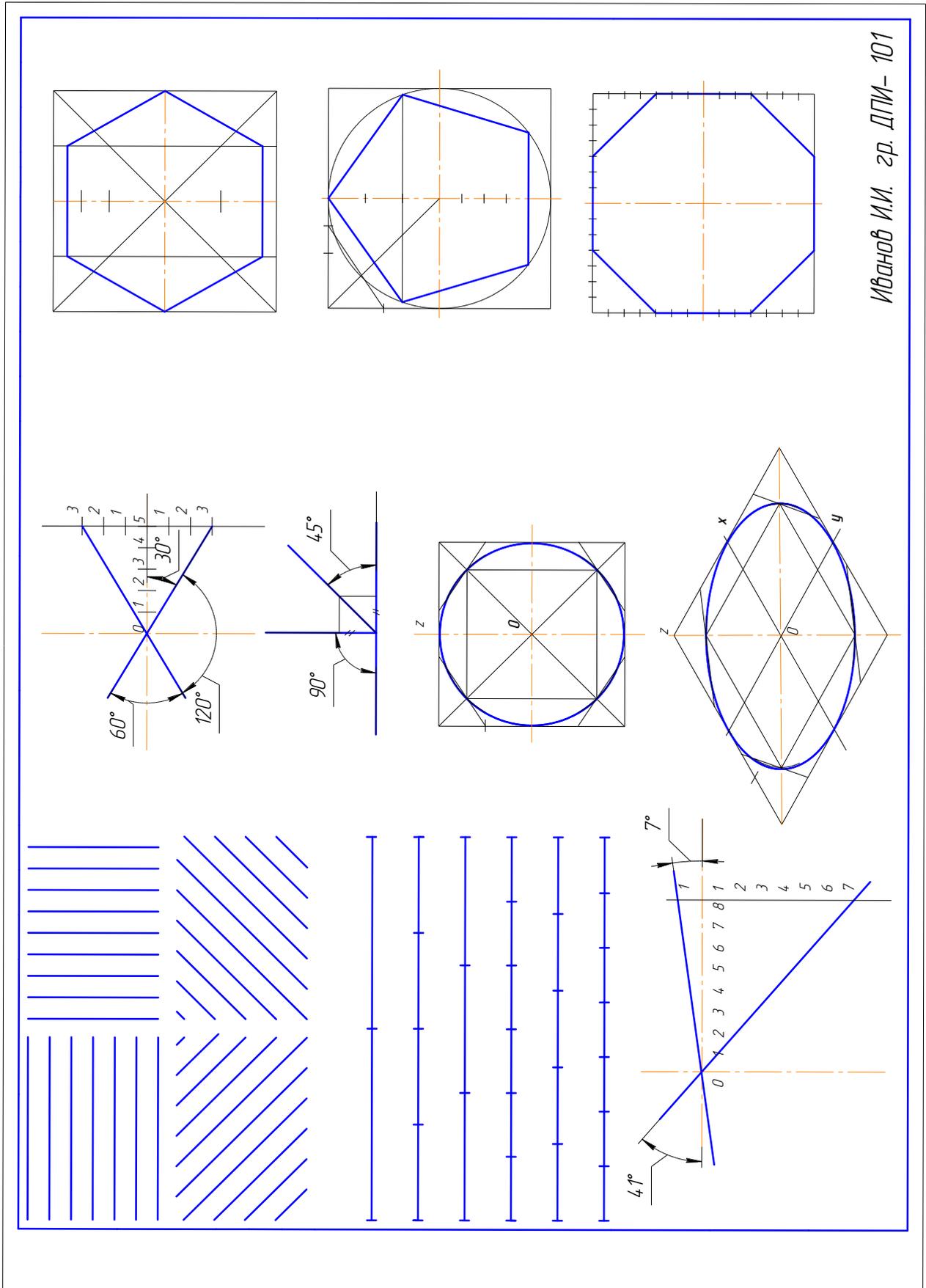
*Цель задания.* Закрепление изученного материала на рисование линий, углов, деление отрезков и углов на равные части и построение рисунков плоских фигур.

*Содержание задания.*

1. Рисование линий – горизонтальных, вертикальных и наклонных.
2. Деление отрезков на равные части: 2, 4, 8, 3, 6, 5.
3. Рисование углов:  $90^\circ$  и  $45^\circ$ ,  $30^\circ$  и  $60^\circ$ ,  $7^\circ$  и  $41^\circ$ .
4. Рисование плоских фигур, таких, как квадрат, пятиугольник, шестиугольник, восьмиугольник, окружность и эллипс.

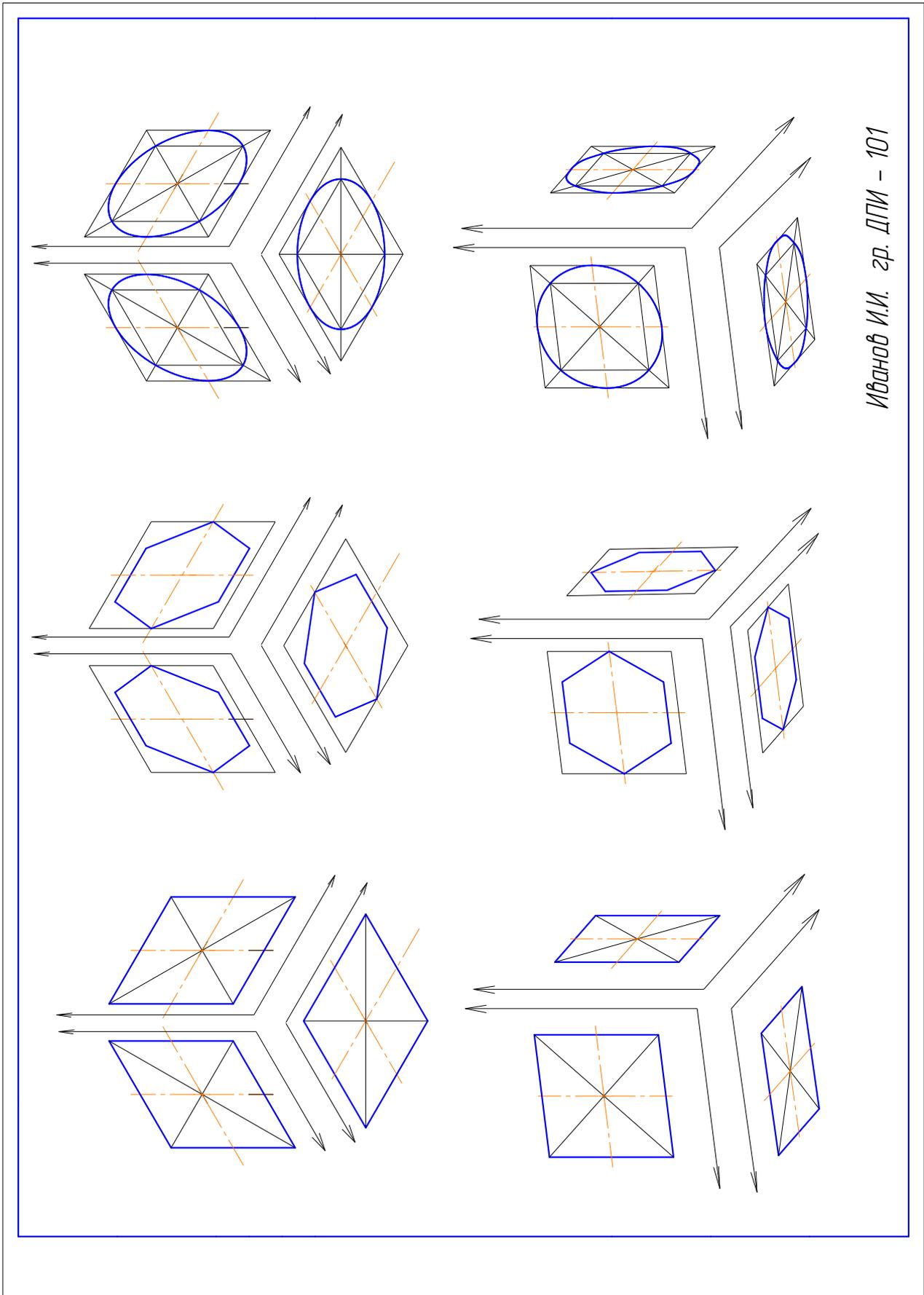
Образец выполнения задания показан на рис. 156.

*Краткие методические указания.* Лист делят тонкими вертикальными линиями приблизительно на три равные части. Затем первый и третий столбец делят на три равные части двумя горизонтальными прямыми, а средний – на четыре части. В крайнем левом столбце рисуют линии (см. п. 1), ниже показывают деление отрезков, и рисунок углов:  $41^\circ$  и  $7^\circ$ . В следующих вертикальных полях располагают рисунки остальных углов и плоских фигур. Все геометрические тела рисуют примерно одинаковых размеров. Размер стороны квадрата должен быть равен приблизительно 40 - 50 мм.



Иванов И.И. гр. ДПИ-101

Рис.156



Иванов И.И. гр. ДПИ - 101

Рис.157

## ***Задание 2***

*Цель задания.* Закрепление изученного материала на темы: Рисование плоских фигур в аксонометрических проекциях. Рисование плоских фигур в прямоугольной изометрической и диметрической проекциях.

*Содержание задания.*

1. Рисование геометрических тел: квадрата, шестиугольника и окружности в прямоугольной изометрической и диметрической проекциях.

*Краткие методические указания:* Лист делят тонкими вертикальными линиями на три равные части, а горизонтальной линией пополам. В верхних прямоугольниках располагают рисунки тел в прямоугольной изометрической проекции, в нижних — в прямоугольной диметрической. Образец выполнения задания показан на рис. 157.

## ***Задание 3***

*Цель задания.* Закрепление изученного материала на темы: Рисование поверхностей геометрических тел. Оттенение этих поверхностей штриховкой, шрафировкой и способом нанесения точек

*Содержание задания.*

1. Рисование поверхностей геометрических тел: конус, сфера, цилиндр, призма, пирамида и т.д.
2. Выявление формы геометрических тел различными способами оттенения.

*Краткие методические указания:* Лист делят тонкими вертикальными линиями на 3 равные части и горизонтальной линией – пополам. Линии по завершении работы стирают. Согласно таблицам с вариантами (таблица 3, 4, 5) выбирают геометрические фигуры и располагают их в полученных прямоугольниках. Оттенение рисунков выполняют различными способами, в зависимости от номера варианта.

Сначала приступают к рисованию самих фигур, а затем наносят оттенение. Чтобы рисунок оставался чистым, вначале оттеняют рисунки фигур, расположенных в верхнем ряду. Затем переходят к оттенению рисунков фигур,

расположенных в нижнем ряду. При нанесении светотени следят за тем, чтобы ни одна фигура не выделялась слишком резко среди остальных, т. е. имела равную с ними общую тональность. Образец выполнения задания показан на рис. 158.

*Варианты для задания 3*

Таблица 3

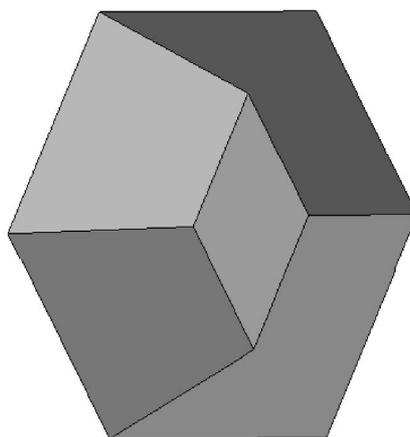
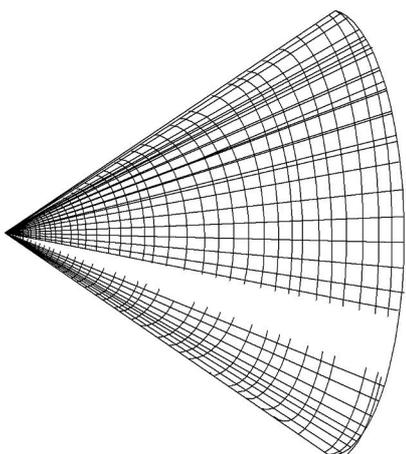
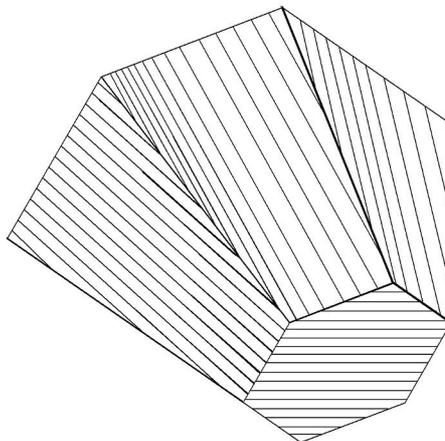
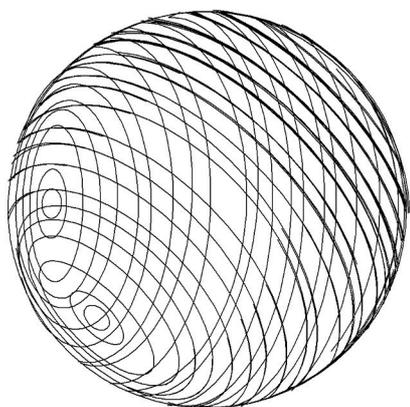
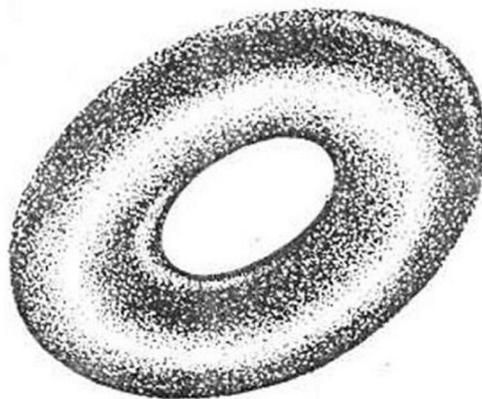
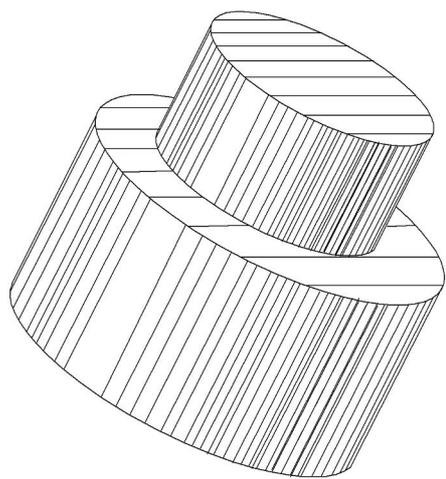
№ вар.	Поверхности (оттенение штриховкой)	
1	Четырехугольная пирамида	Цилиндр
2	Поверхность вращения общего вида	Шестиугольная наклонная призма
3	Четырехугольная наклонная пирамида	Цилиндр с отверстием
4	Треугольная призма	Цилиндр
5	Пятиугольная усеченная пирамида	Наклонный конус
6	Четырехугольная призма с отверстием	Параболоид
7	Шестиугольная пирамида	Усеченный конус с отверстием
8	Пятиугольная призма с отверстием	Конус
9	Шестиугольная усеченная пирамида	Торовая поверхность
10	Торовая поверхность	Пятиугольная наклонная призма
11	Пятиугольная усеченная пирамида с отверстием	Наклонный конус
12	Пятиугольная призма	Тор- кольцо
13	Шестиугольная призма	Цилиндр с отверстием
14	Четырехугольная пирамида	Конус
15	Четырехугольная призма	Глобоид
16	Торовая поверхность	Пятиугольная призма

Таблица 4

№ вар.	Поверхности (оттенение шраффировкой)	
1	Шестиугольная призма с отверстием	Торовая поверхность
2	Четырёхугольная усеченная призма	Наклонный цилиндр
3	Шестиугольная призма	Поверхность вращения общего вида
4	Пятиугольная пирамида	Конус
5	Четырёхугольная призма	Цилиндр с отверстием
6	Пятиугольная наклонная пирамида	Усеченный конус
7	Треугольная наклонная призма	Сфера
8	Шестиугольная наклонная пирамида	Торовая поверхность
9	Треугольная призма с отверстием	Наклонный цилиндр
10	Четырёхугольная усеченная пирамида с отверстием	Сфера
11	Четырёхугольная наклонная призма	Гиперболоид
12	Шестиугольная усеченная пирамида с отверстием	Усеченный конус
13	Треугольная пирамида	Сфера
14	Пятиугольная призма	Параболоид
15	Треугольная пирамида	Эллипсоид
16	Четырёхугольная пирамида	Конус

Таблица 5

№ вар.	Поверхности (оттенение точками)	
1	Гиперболоид	Сфера
2	Торовая поверхность	Эллипсоид
3	Глобоид	Конус
4	Сфера	Параболоид
5	Глобоид	Тор-кольцо
6	Тор-кольцо	Цилиндр
7	Параболоид	Эллипсоид
8	Глобоид	Поверхность вращения общего вида
9	Сфера	Усеченный конус
10	Конус	Эллипсоид
11	Тор-кольцо	Параболоид
12	Сфера	Гиперболоид
13	Поверхность вращения общего вида	Глобоид
14	Торовая поверхность	Параболоид
15	Наклонный цилиндр	Тор-кольцо
16	Цилиндр с отверстием	Поверхность вращения общего вида



Иванов И.И. гр. ДПИ - 101

Рис.158

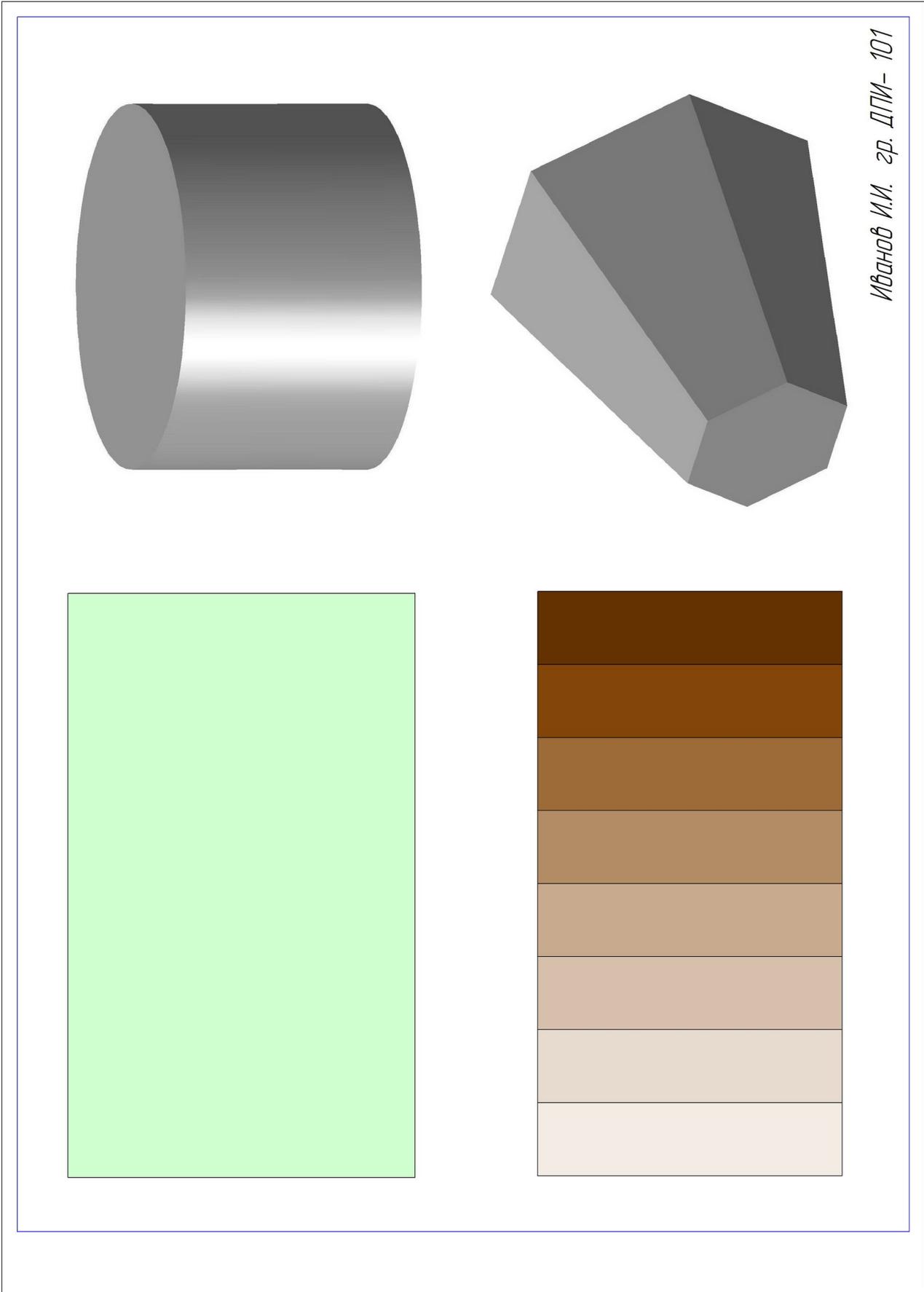


Рис. 159

#### Задание 4

*Цель задания.* Закрепление изученного материала по теме «Рисование поверхности геометрических тел с нанесением светотени способом - отмывка».

*Содержание задания:*

1. Выполнить рисунок поверхности геометрического тела с нанесением светотени способом отмывкой.

*Краткие методические указания:* Лист делят на две неравные части, левая больше, чем правая. Затем левую часть делят еще на 2 равные части. В каждой рисуют прямоугольник, где показывают: на первом прямоугольнике - отмывка одним тоном, а на втором - с распределением светотени на условные части. Во второй части, согласно таблице с вариантами (таблица 6), выбирают геометрические фигуры и располагают в ней рисунок поверхностей с распределением светотени. Образец выполнения задания показан на рис. 159.

#### Варианты для задания 4

Таблица 6

№ вар.	Оттенение способом «отмывка»	
	Поверхность 1	Поверхность 2
1	Тор-кольцо	Шестиугольная наклонная призма
2	Цилиндр с отверстием	Пирамида шестиугольная
3	Глобоид	Пирамида усеченная
4	Поверхность вращения общего вида	Сфера
5	Глобоид	Наклонная шестиугольная призма
6	Четырехугольная усеченная призма	Поверхность вращения общего вида
7	Сфера	Глобоид
8	Торовая поверхность	Усеченный наклонный конус
9	Параболоид	Усеченная наклонная пирамида

10	Поверхность вращения общего вида	Пятиугольная призма
11	Сфера	Поверхность вращения общего вида
12	Усеченная пятиугольная пирамида	Глобоид
13	Тор-кольцо	Наклонный усеченный конус
14	Сфера	Шестиугольная призма
15	Цилиндр	Сфера
16	Гиперболоид	Тор-кольцо

### **Задание 5**

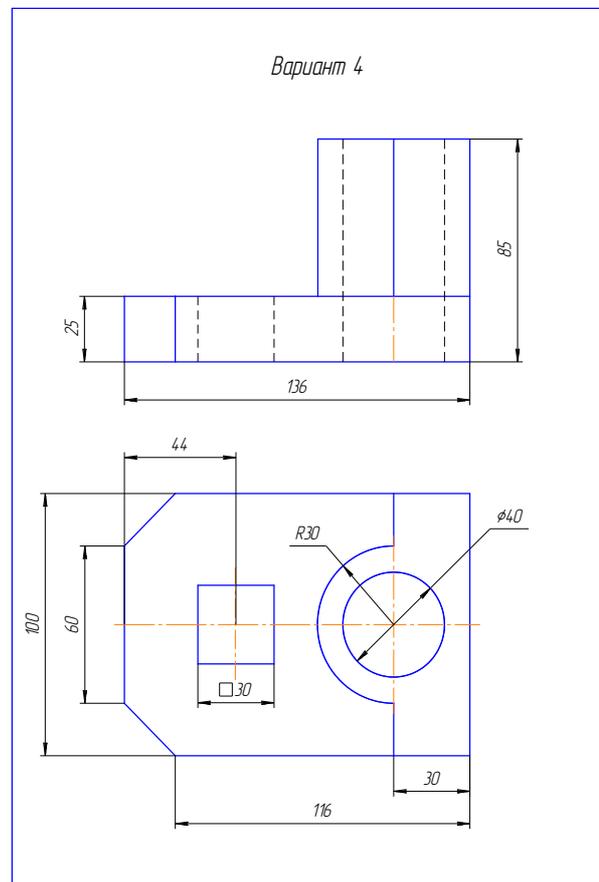
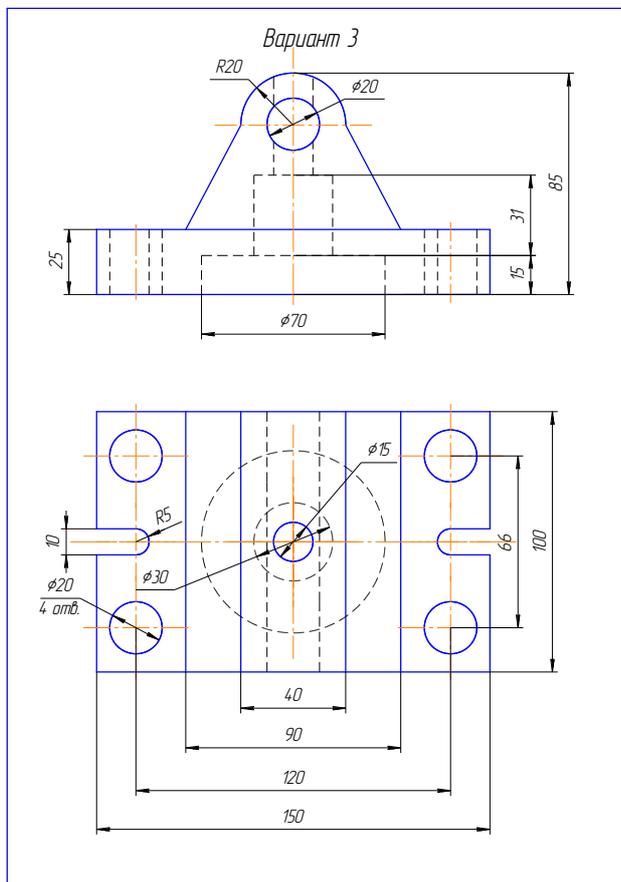
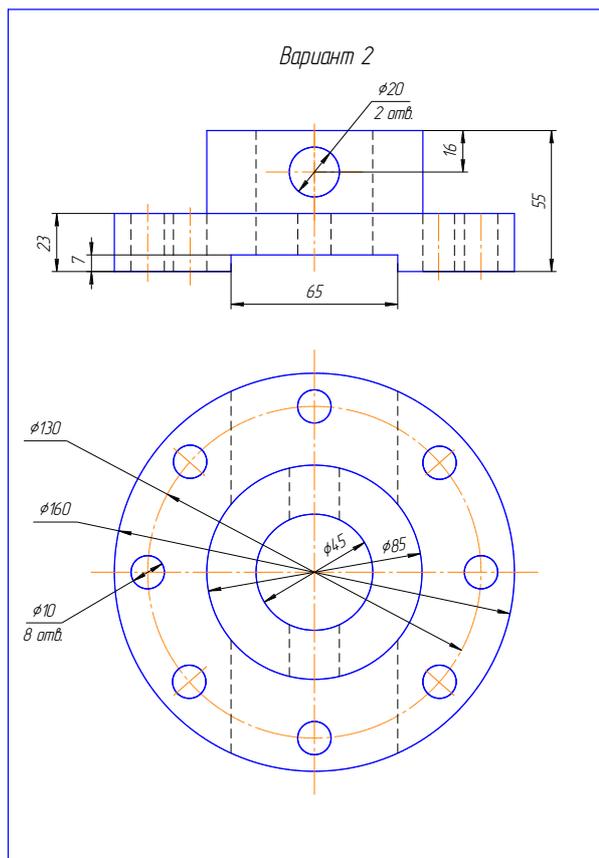
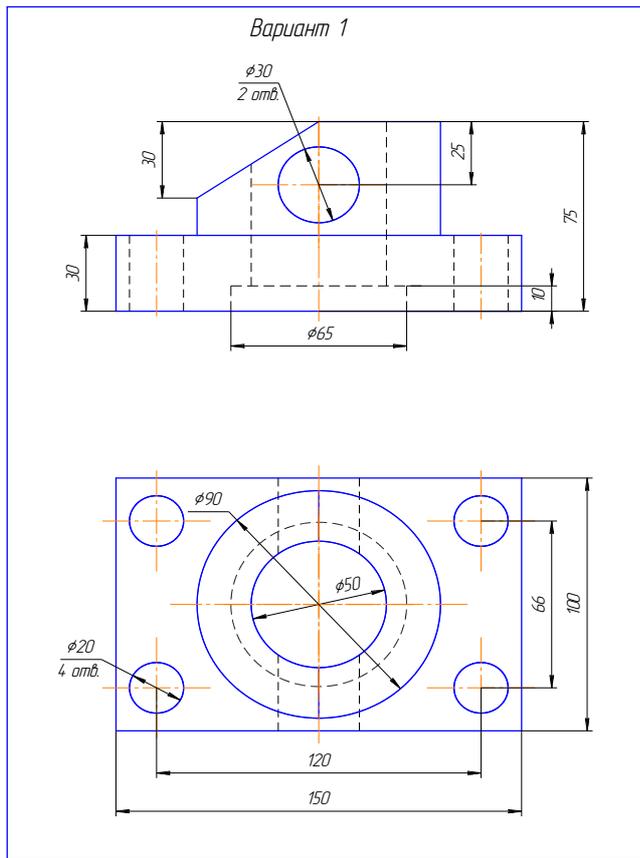
*Цель задания.* Закрепить изученный материал по теме «Рисование детали по чертежу».

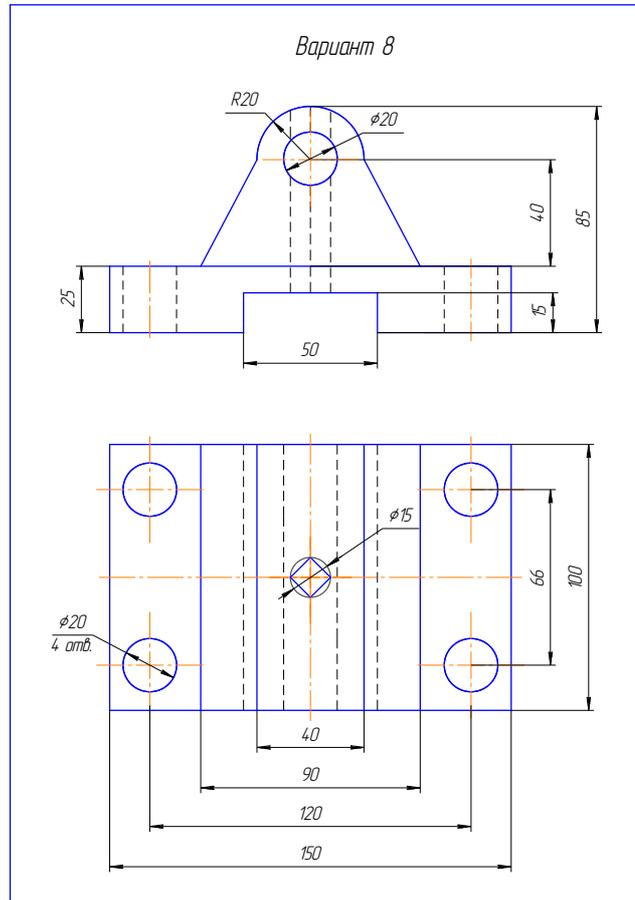
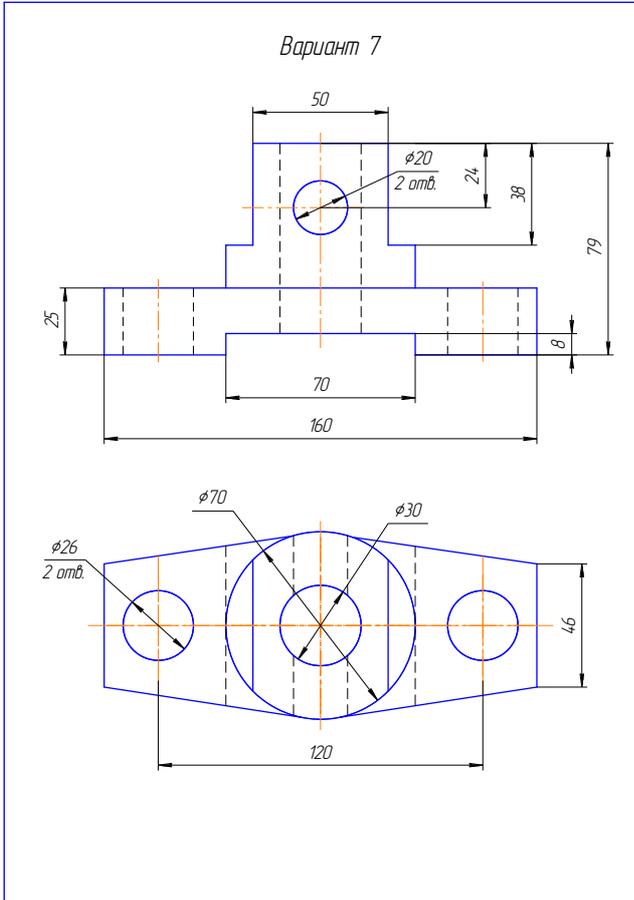
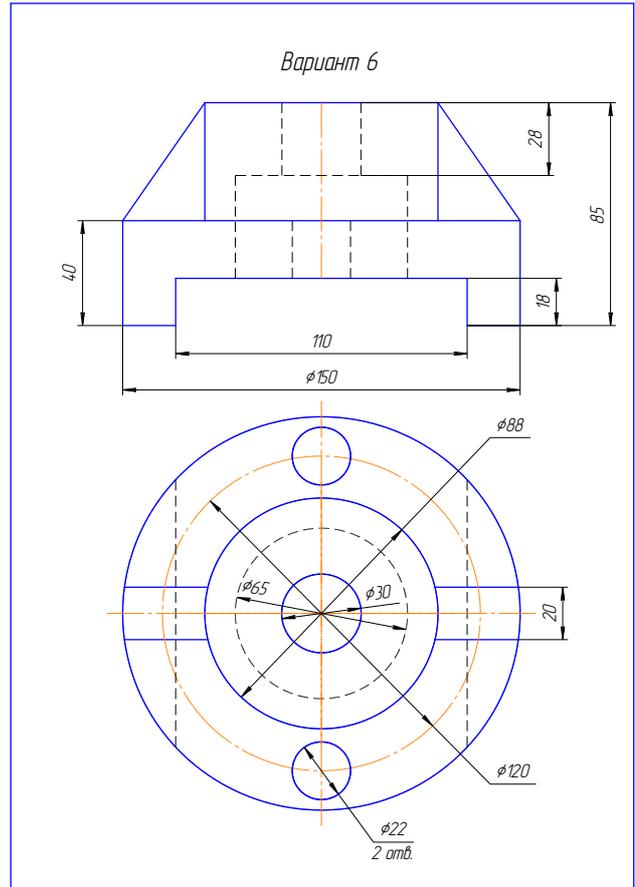
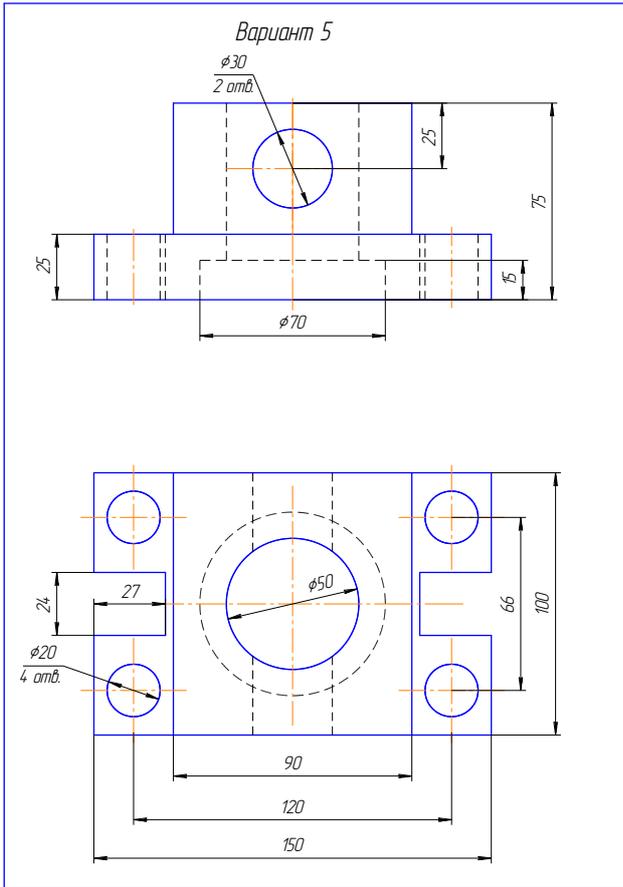
*Содержание задания.* Построение рисунка предмета (детали) по заданному чертежу (варианты заданий см. на стр. 101). Выбрать аксонометрическую проекцию для изображения. Оттенение на рисунке поверхностей предметов можно выполнять различными способами. Образец выполнения задания показан на рис. 160.

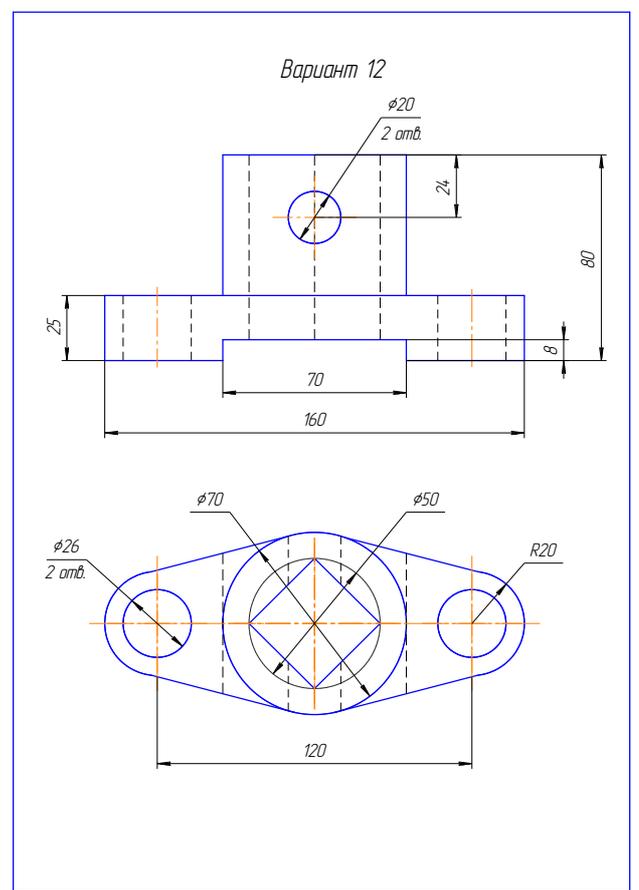
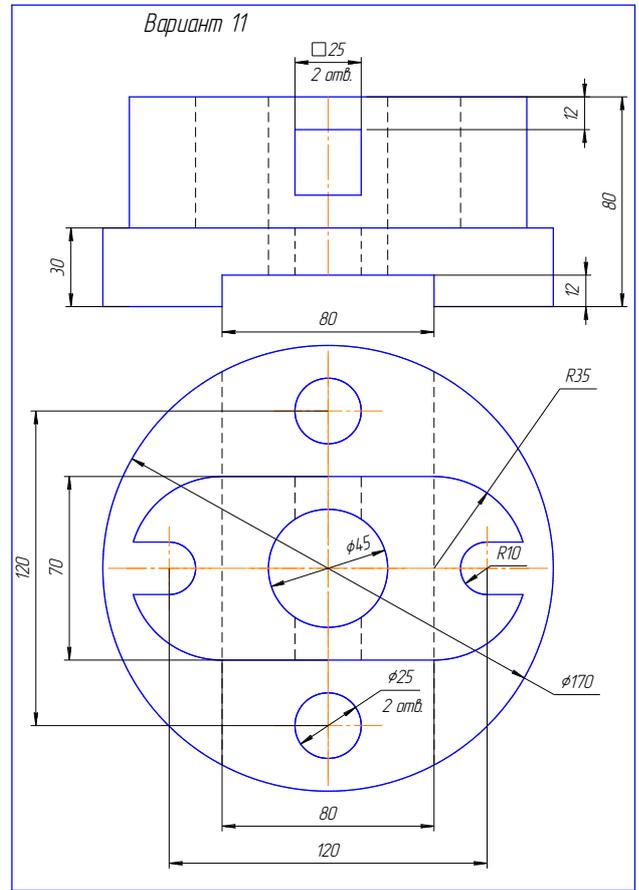
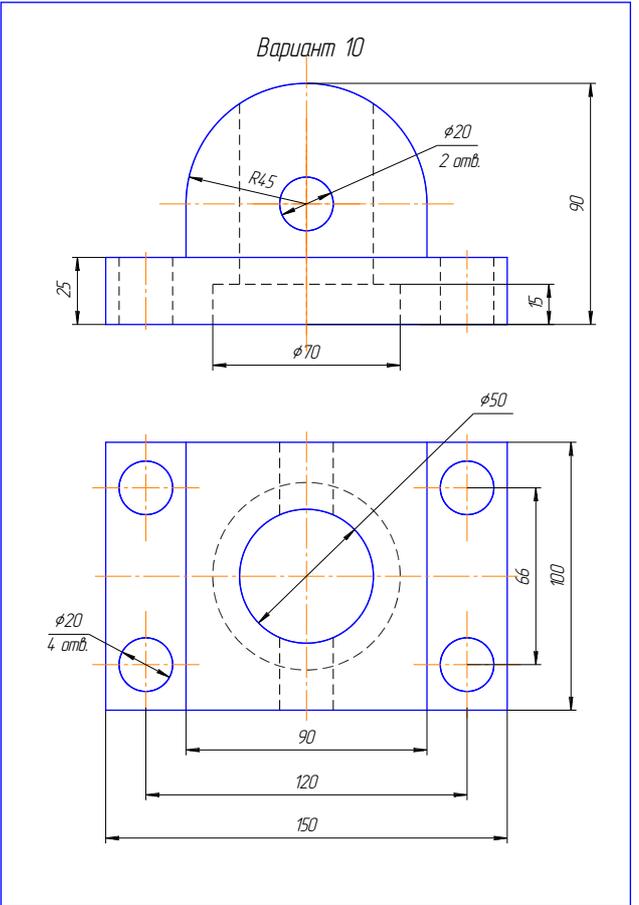
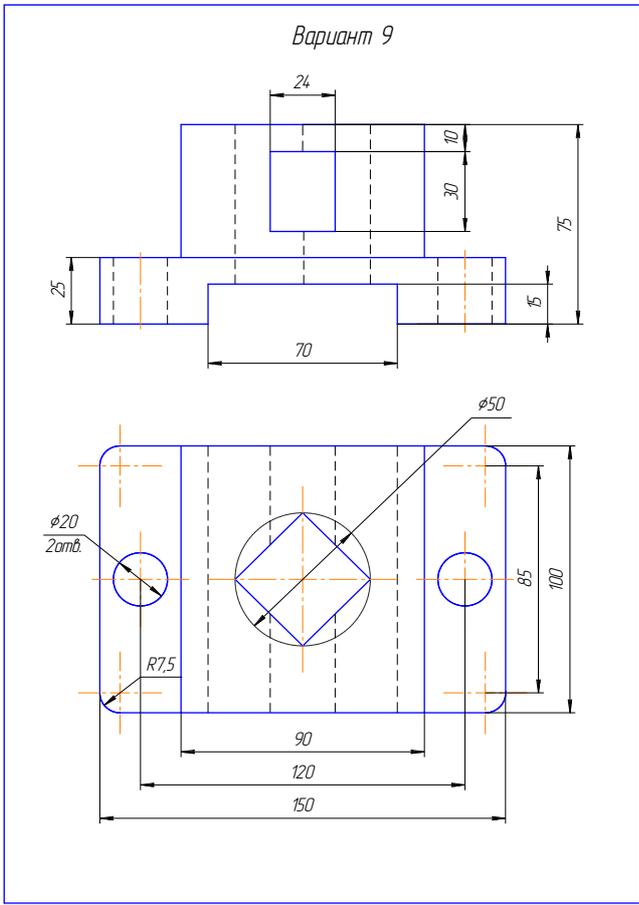
*Краткие методические указания.* При выполнении задания вначале выбирают расположение детали на формате. Выбор аксонометрической проекции осуществляют в зависимости от формы рисуемого объекта.

Определив аксонометрическую проекцию, рисунок начинают с наброска и построения координатных осей. Затем выполняют рисунок, в соответствии с композицией. Рисунки выполняют по чертежу, в глазомерном масштабе в соответствии с пропорциями предмета, представленного на чертеже. Рисунок каждой детали выполняют с показом разреза. На листе от руки рисуют заданный чертеж без указания размеров. Рисунок предмета оттеняют разными способами.

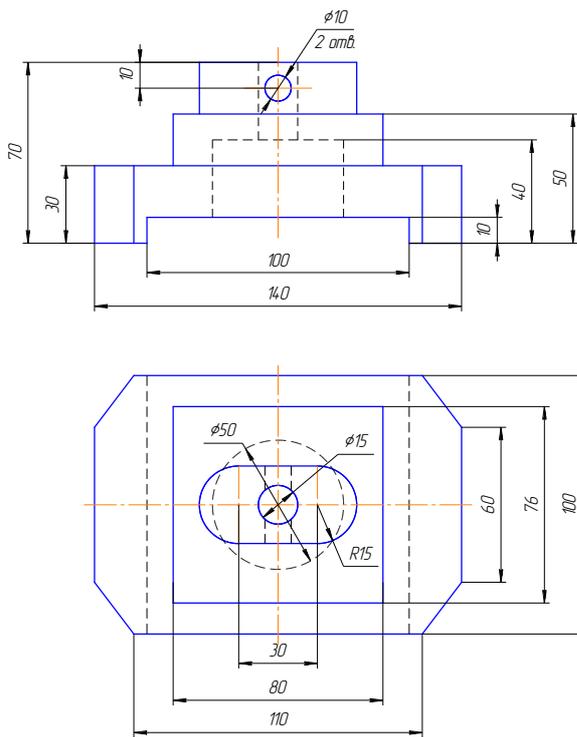
## Варианты для задания 5



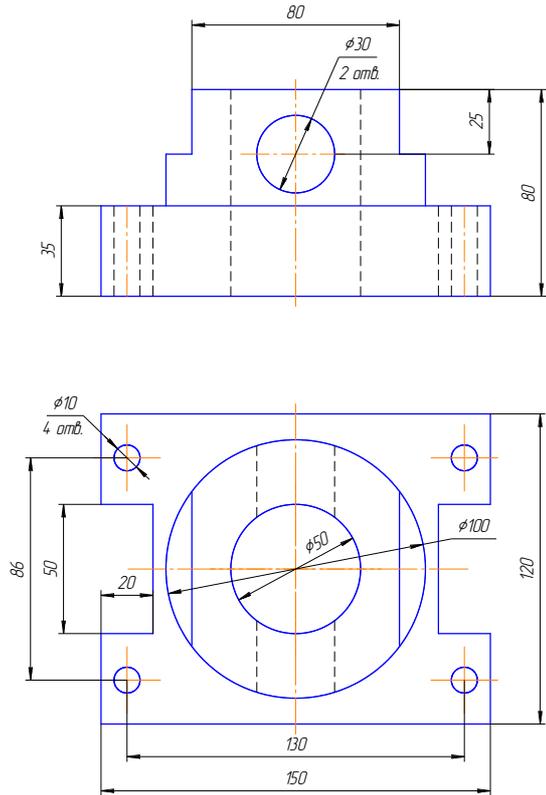




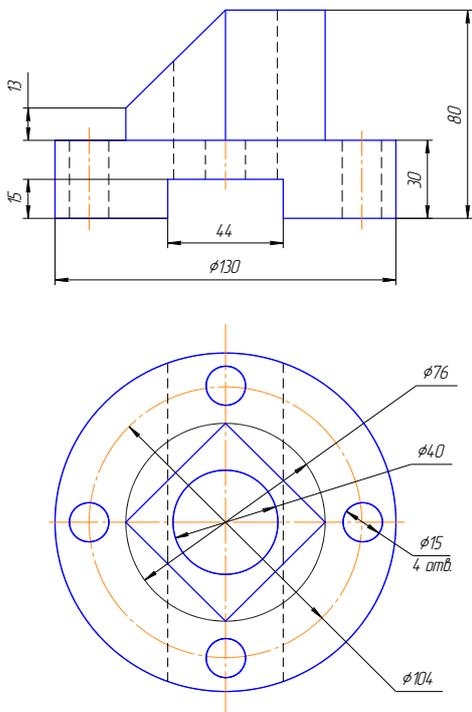
Вариант 13



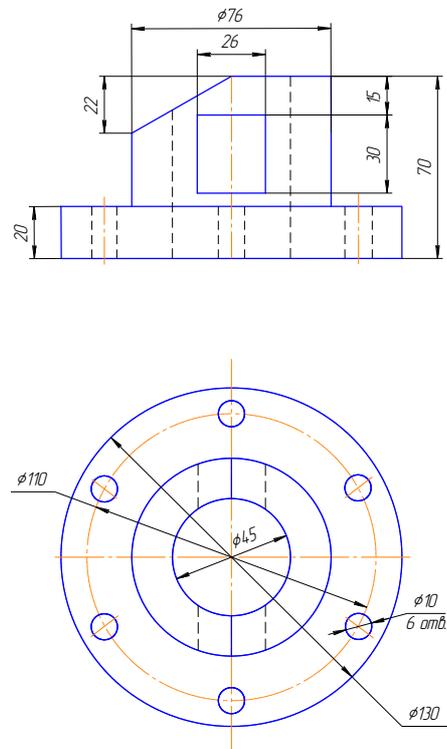
Вариант 14



Вариант 15



Вариант 16



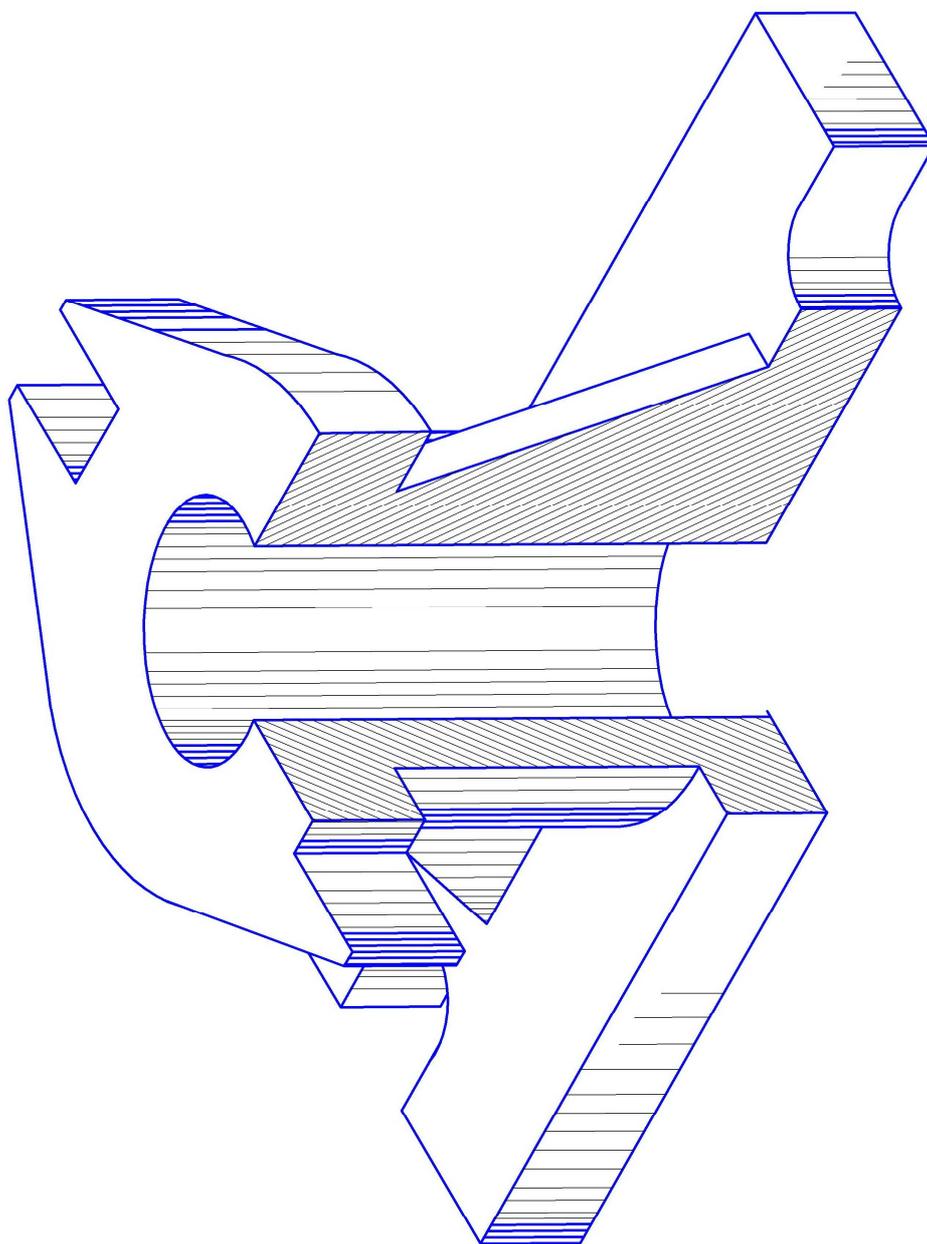


Рис.160

## **12. ВОПРОСЫ ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕХНИЧЕСКИЙ РИСУНОК»**

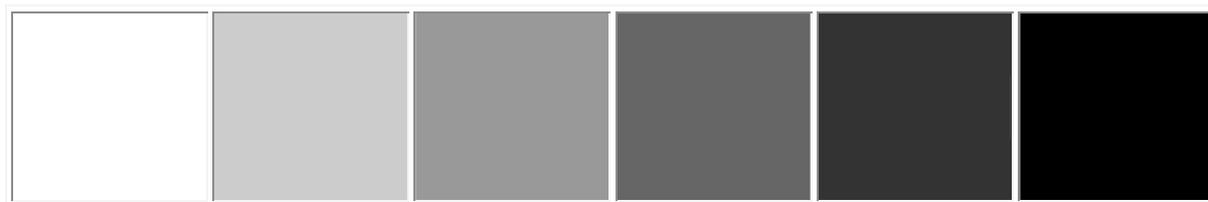
1. Технический рисунок и его роль в практической деятельности человека.
2. История развития технического рисунка.
3. Условия, необходимые для рисования. Как устанавливаются модели для рисования с натуры? Где должен находиться источник света?
4. Направление движения руки при выполнении рисунка: горизонтальных, вертикальных, наклонных и кривых линий?
5. Каким образом можно разделить отрезки на равные части (на две, четыре, шесть и пять частей)?
6. Как без помощи инструментов построить углы:  $90^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$ ,  $120^\circ$ , а также  $7^\circ$  и  $41^\circ$ .
7. Как без помощи инструментов разделить угол на равные части (на две, три, четыре, шесть и пять частей)?
8. Аксонометрические проекции. Виды аксонометрии. Штриховка сечений в аксонометрических проекциях.
9. Особенности аксонометрического рисунка. От чего зависит выбор того или иного вида аксонометрической проекции для технического рисунка? Различие построения технического рисунка фигур в прямоугольной изометрии и прямоугольной диметрии.
10. Построение рисунка треугольника в аксонометрических проекциях.
11. Построение рисунка квадрата в аксонометрических проекциях.
12. Построение рисунка шестиугольника в аксонометрических проекциях.
13. Как изображаются на рисунке окружности в аксонометрических проекциях?
14. Построение рисунка пятиугольника в аксонометрических проекциях.
15. Построение рисунка восьмиугольника в аксонометрических проекциях.

16. Построение рисунков геометрических тел. Последовательность выполнения рисунка куба и параллелепипеда, в изометрии и прямоугольной диметрии.
17. Последовательность выполнения рисунка призмы, пирамиды, конуса в изометрии и прямоугольной диметрии.
18. Последовательность выполнения рисунка прямого и наклонного цилиндров в изометрии и прямоугольной диметрии. Рисунок шара.
19. Последовательность выполнения рисунка торовых поверхностей.
20. Компонировка изображения. Правила размещения рисунка на формате.
21. Закономерности выполнения технического рисунка. В каком порядке выполняются рисунки группы геометрических тел?
22. Способы передачи светотени на техническом рисунке. Что такое свет, блик, падающая и собственная тень, рефлекс, полутон? Какие способы нанесения теней применяются в техническом рисовании?
23. Метод оттенения - штриховка. Штриховка поверхностей многогранников. Привести примеры оттенения многогранников.
24. Распределение светотени на поверхностях вращений. (Цилиндр, конус, шар).
25. Метод оттенения - шраффировка поверхностей. Привести примеры.
26. Основные цвета в рисовании. Ахроматические и хроматические цвета. Работа акварельными красками. Какие цвета относятся к тёплым и к холодным оттенкам?
27. Оттенение отмывкой. Что такое отмывка и в каком порядке она производится? Оттенение точками. Где применяются такие способы оттенения?
28. Последовательность выполнения технического рисунка детали с натуры и по чертежу. В каком порядке выполняются рисунки строительных деталей и узлов?
29. Особенности технического рисунка деталей. В каком порядке выполняется технический рисунок машиностроительной детали или сборочной единицы?

### 13. ГЛОССАРИЙ

*Аксонометрия* – наглядное трёхмерное изображение.

*Ахроматические цвета* - оттенки серого (в диапазоне белый — черный) носят парадоксальное название ахроматических цветов. Наиболее ярким ахроматическим цветом является белый, наиболее тёмным — чёрный.



*Блик* — самое светлое пятно на предмете.

*Отмывка* - способ оттенения, заключающийся в наложении тона краской при помощи кисти.

*Локальный цвет* - присущий предмету цвет при естественном дневном освещении.

*Мольберт* – подставка, обычно деревянная, на которой художник помещает во время работы свой рисунок. В качестве мольберта можно использовать чертёжную доску.

*Набросок* - обобщенный лаконичный рисунок, отражающий общую форму детали без передачи ее подробностей.

*Основные цвета в рисовании* - красный, жёлтый и синий.

*Оттенение точками* - выявление объёма способом нанесения точек, основывается на том, что светотень наносят с помощью точек, расположенных на соответствующем расстоянии друг от друга и имеющих разную толщину.

*Падающая тень* - тень, отбрасываемая предметом на какую-либо поверхность

*Полутон* - слабоосвещенные места на поверхностях предмета.

*Рефлекс* - отраженный свет на поверхности предмета в неосвещенной его части.

**Светотень** - распределение света на поверхностях предмета, состоит из следующих элементов: собственной тени, падающей тени, рефлекса, полутона, света и блика.

**Собственная тень** - неосвещенная часть предмета.

**Свет** — освещенная часть поверхности предмета.

**Технический рисунок** – такое наглядное графическое изображение объекта, выполненное от руки в глазомерном масштабе, в котором ясно раскрыта техническая идея объекта, правильно передана его конструктивная форма и верно найдены пропорциональные отношения.

**Хроматические цвета** - цвета, обладающие цветовым тоном, отличающим их один от другого. Цвета солнечного спектра, создающегося при преломлении солнечного луча: красный, желтый и др. Условно цвета спектра располагаются по "цветовому кругу", который содержит большое количество переходов от холодных к теплым цветам.

**Шраффировка** — это штриховка сеткой, или двойная штриховка.

**Штрихи-эллипсы** - плавная линия, идущая вдоль эллипса, разъединенная в любом месте.

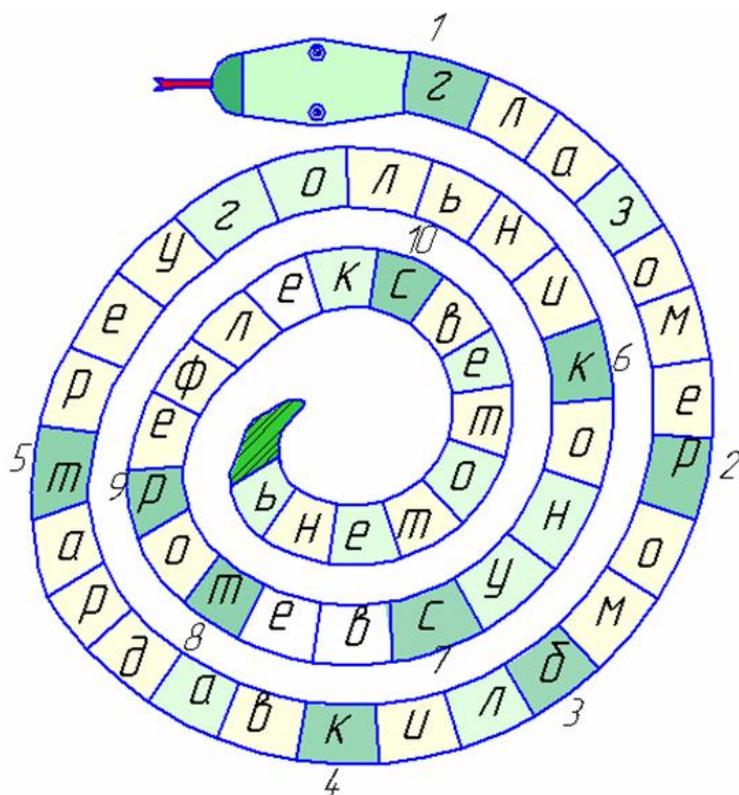
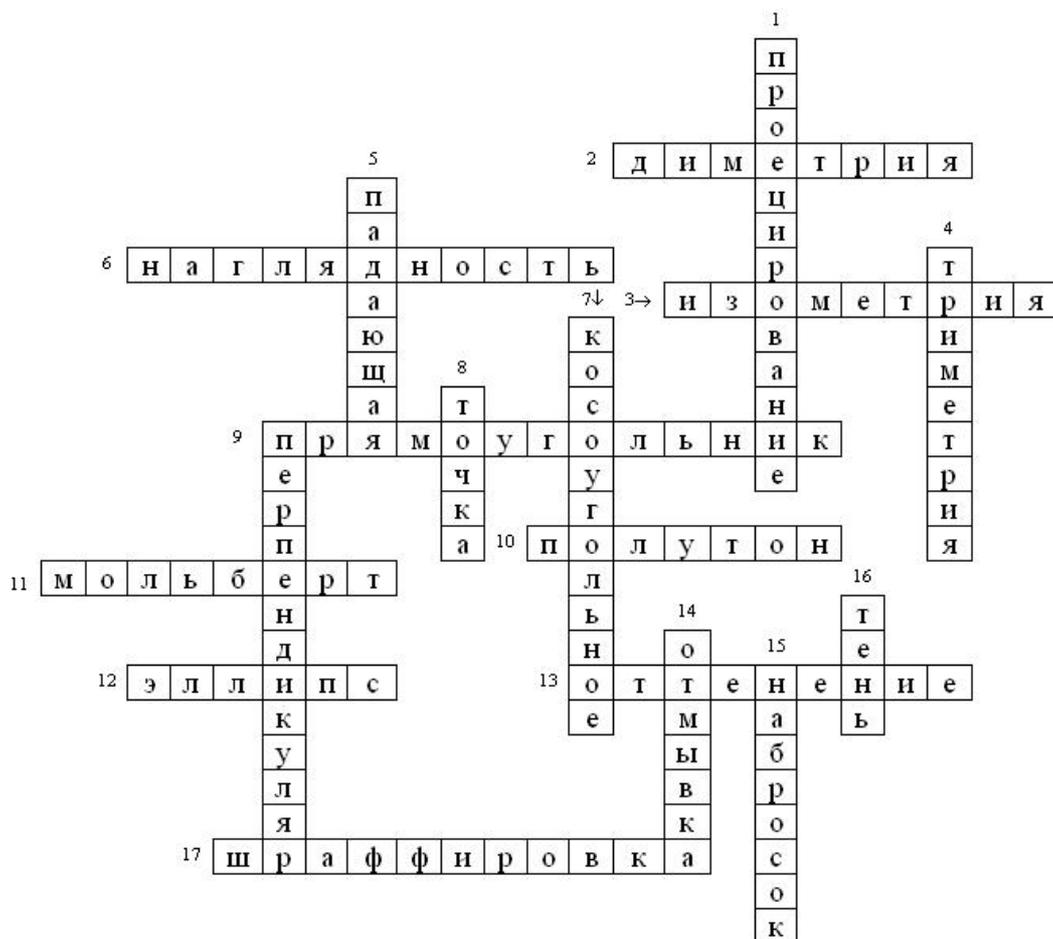
**Штрихи-меридианы** - плавная линия, идущая вдоль образующих линий контура торовой поверхности (эллипсы), разъединенная в любом месте.

## 15. ОТВЕТЫ К ТЕСТАМ И КРОССВОРДАМ

Ответы к тестам на стр. 91- 94

№ ТЕСТА	Ответы к вопросам				
	Вопрос 1	Вопрос 2	Вопрос 3	Вопрос 4	Вопрос 5
Тест 1	2	1	2	3	2
Тест 2	2	1	2	1	3
Тест 3	1	2	3	3	2
Тест 4	3	1	2	3	2

## Ответы на кроссворды



## 15. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ САМОСТОЯТЕЛЬНЫХ РАБОТ

Каждый студент должен представить все предусмотренные учебным планом по дисциплине «Технический рисунок» самостоятельные работы. Максимальная оценка каждой работы 5 баллов. Для того чтобы работа была зачтена, ее оценка должна быть не ниже 3 баллов.

### *Задание 1*

1. Задание выполнено строго от руки, без использования чертежных инструментов – 1б.
2. Правильно выбран формат листа и расположение элементов рисунка на нем - 1б.
3. Построения геометрических фигур выполнены правильно, согласно алгоритмам – 1б.
4. Построения углов выполнены правильно, согласно алгоритмам – 1б.
5. Ровность, четкость и яркость линий рисунка – 1б.

### *Задание 2*

1. Задание выполнено строго от руки, без использования чертежных инструментов – 1б.
2. Правильно выбран формат листа и расположение плоских фигур на нем -1б.
3. Построения геометрических фигур выполнены правильно, согласно алгоритмам – 1б.
4. Построения осей соответствует осям прямоугольной диметрии и изометрии – 1б.
5. Ровность, четкость и яркость линий рисунка – 1б.

### *Задание 3*

1. Задание выполнено строго от руки, без использования чертежных инструментов – 1б.
2. Правильно выбран формат листа и расположение геометрических фигур на нем -1б.

3. Построения геометрических фигур выполнены правильно, согласно вариантам заданий – 1б.
4. Нанесение шраффировки, штриховки и оттенения точками на геометрических фигурах выполнено правильно, согласно схемам распределения светотени– 1б.
5. Ровность, четкость и яркость линий рисунка – 1б.

#### ***Задание 4***

1. Задание выполнено строго от руки, без использования чертежных инструментов – 1б.
2. Правильно выбран формат листа и расположение элементов рисунка на нем - 1б.
3. Построения геометрических фигур выполнены правильно, согласно вариантам заданий – 1б.
4. Нанесение оттенения с помощью отмывки на геометрических фигурах выполнено правильно, согласно схемам распределения светотени– 1б.
5. Ровность, четкость и яркость линий рисунка – 1б.

#### ***Задание 5***

1. Задание выполнено строго от руки, без использования чертежных инструментов – 1б.
2. Правильно выбран формат листа и расположение детали на нем. Рисунок выполнен по чертежу, в соответствии с пропорциями предмета -1б.
3. Построения детали выполнено правильно, согласно вариантам заданий. Рисунок детали выполнен с показом разреза. – 1б.
4. Нанесение оттенения выполнено правильно, согласно схемам распределения светотени– 1б.
5. Ровность, четкость и яркость линий рисунка – 1б.

## 16. ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

1. <http://graphic.org.ru/drawing.html> Акварельная живопись. Школа рисования.
2. <http://web-drawing.ru/osnovi/70-postanovki-dlja-risovanija-geometricheskikh-tel.html> Сайт «График». Уроки рисунка.
3. <http://festival.1september.ru/articles/520238/> Рисование с натуры натюрморта из геометрических тел (куба, цилиндра, конуса).
4. [http://www.granitvtd.ru/index.php?option=com\\_content&task=view&id=24&Itemid=7](http://www.granitvtd.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=24&Itemid=7) Грани. Справочник по черчению. Технический рисунок.
5. [http://www.propro.ru/graphbook/eskd/eskd/GOST/2\\_317.htm#b](http://www.propro.ru/graphbook/eskd/eskd/GOST/2_317.htm#b) Аксонометрические проекции.
6. <http://computers.plib.ru/CAD/Making%20the%20drawings/Glava%2015/Index7.htm> Электронный учебник. Выполнение технических рисунков деталей.
7. <http://art-paint.narod.ru/tush.html> Уроки изобразительного искусства
8. <http://www.allofremont.com/arhitektdizajn/49.html> Техника акварельной и тушевой отмывки.

## 17. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ростовцев, Н.Н. Техническое рисование: пособие для студентов художников графического факультета / Н.Н. Ростовцев, С.А. Соловьев. - М. : Просвещение, 1979. – 160 с.
2. Бриллинг, Н.С. Черчение: учебное пособие для спец. сред. учебных заведений / Н.С. Бриллинг. - М. : Стройиздат, 1990. - 430 с.
3. Короев, Ю.И. Строительное черчение и рисование: учебник для строительных специальностей вузов / Ю.И. Короев. – М. : Высшая школа, 2005. – 288 с.
4. Георгиевский, О.В. Техническое рисование и художественно-графическое оформление чертежей / О.В. Георгиевский, Л.В. Смирнова. - М. : Астрель: Профиздат, 2007. – 64 с.

Учебное издание

Елена Анатольевна Писканова

Технический рисунок  
Учебно-методическое пособие

В авторской редакции

Дизайн обложки: Г.В. Карасева