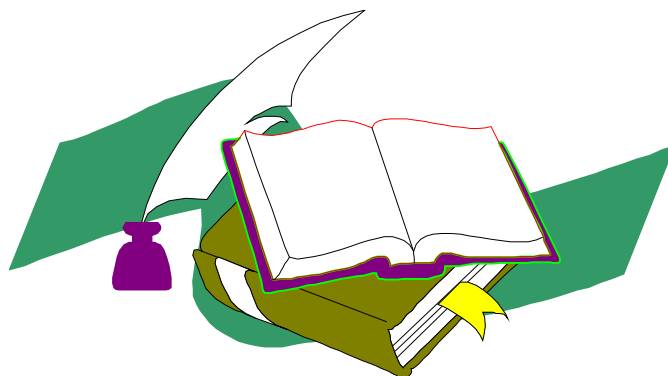


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ  
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра начертательной геометрии и инженерной графики

**О. А. Лопатов**

***МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ  
К ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНИХ ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ  
ПО ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ***

Для студентов факультета КИТА  
Издание третье переработанное и дополненное



Донецк ДонНТУ 2008

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ВЫСШЕЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ  
ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Кафедра начертательной геометрии и инженерной графики

МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ  
К ВЫПОЛНЕНИЮ ДОМАШНИХ ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ ПО  
ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Для студентов факультета КИТА  
Издание третье переработанное и дополненное

УТВЕРЖДЕНО:  
на заседании кафедры начертательной  
геометрии и инженерной графики  
Протокол № 8 от 08. 04. 2008 г.

УТВЕРЖДЕНО:  
на заседании учебно-издательского  
совета ДонНТУ  
Протокол № 4 от 19. 05. 2008 г.

Донецк ДонНТУ 2008

УДК 515.2

Методические материалы к выполнению домашних графических работ по инженерной и компьютерной графике. /Составил: О. А. Лопатов. – Донецк: ДонНТУ, 2008 – 54 с.

Даны подробные указания, которые углубляют содержание учебного материала, прочитанного на лекциях. Его понимание необходимо при выполнении домашних графических работ по инженерной и компьютерной графике. Для каждого задания приведены цели его выполнения, образцовые листы и вопросы для самопроверки.

Методические материалы разработаны для студентов факультета КИТА, проходящих обучение в соответствии со специальностями 7.091503 «Специализированные компьютерные системы» и 7.080401 «Информационные управляющие системы и технологии».

Составитель: О. А. Лопатов

Рецензент: Д. Н. Пастернак

Отв. за выпуск: И. А. Скидан

© О.А. Лопатов

## ВВЕДЕНИЕ

Инженерная и компьютерная графика являются очень важными дисциплинами для подготовки специалистов, которые будут работать со всевозможной техникой. Она формирует инженерное мышление, т.е. умение воспроизводить перед мыслительным взором объемные предметы – реальные или еще не созданные – и умение описать их форму каким либо известным способом: словами, рисунком, чертежом на листе бумаги или на экране компьютера, так, чтобы эта информация была понятной другим специалистам.

Изучение дисциплины требует больших мыслительных напряжений и затрат времени. Обеспечьте себя литературой и не жалейте времени, в особенности вначале. Не старайтесь выполнить задание быстро, не разобравшись, а просто с подсказок: для решения задания необходимо владеть определенным объемом знаний. Не падайте духом, если не получилось с первого раза: время, потраченное на приобретение знаний, всегда окупается.

Работайте сидя за столом, имея перед собой карандаши и бумагу. Обязательным условием успеха есть представление исследуемого объекта в пространстве и изображение его на бумаге. Простое чтение конспекта или учебника ничего не дает, к тому же вызывает привыкание к тексту и иллюзию того, что все понятно. Решение самого простого примера покажет, что Вы ошибаетесь.

Предлагаемые методические материалы не заменяют конспекта лекций или учебников. Здесь имеются некоторые сведения из теоретических основ дисциплины, но они помещены для облегчения понимания задания, вхождения в его суть.

Порядок работы:

- проработайте учебный материал по конспекту или учебнику и решите примеры, которые помещены в конце раздела;
- проработайте все задания на соответствующую тему в тетради для упражнений;
- внимательно разберите выполнение подобного задания по приведенному здесь описанию и чертежам;
- приступайте к выполнению своего варианта задания.

Разбор каждого задания предшествует цель его выполнения. Кроме этого, имеется еще одна цель, которая присутствует в каждом задании: научиться работать с чертежным инструментом и правильно оформлять чертежи. Сведения по оформлению чертежей собраны в справочники по черчению, один из них стоит иметь при себе. Персональный компьютер, оснащенный графической системой, также можно рассматривать как мно-

гофункциональный графический инструмент, который заменяет все другие. Овладение приемами выполнения чертежей на экране компьютера входит в программу изучения дисциплины, но отодвинуто по времени на более поздние сроки.

## ЗАДАНИЕ 1

Выполнить чертеж плоской детали толщиной 4 мм. Нанести размеры и линии построения сопряжений. Задание выполняется на листе формата А4.

*Целью выполнения задания является изучение правил оформления чертежей и выполнение геометрических построений.*

Приступая к выполнению первого задания, запаситесь необходимыми инструментами для работы на чертежной бумаге карандашом: деревянными треугольниками, линейками с прямолинейными и криволинейными кромками, циркулями с грифелями разной твердости, резинкой, карандашами и чертежной бумагой. Полезно иметь нож и мелкую наждачную бумагу для заточки карандашей. Можно подготовить простейшие шаблоны для упрощения оформления чертежей. Например, на каждом задании необходимо будет наносить на поле чертежа справа внизу три строчки для указания варианта задания, фамилии студента и его учебной группы.

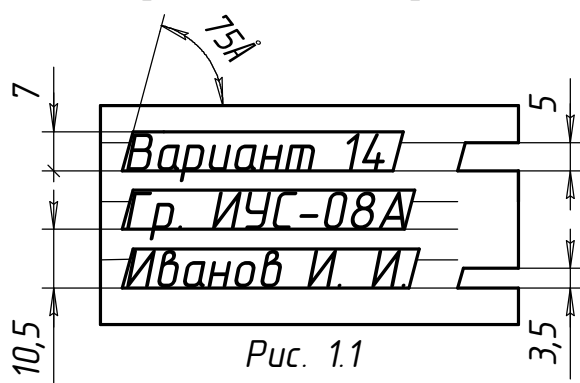


Рис. 1.1

В тонком, но жестком прозрачном материале прямоугольной формы размерами приблизительно 75x40 мм вырежьте проемы (рис. 1.1), позволяющие нанести на чертеже разметочные линии, определяющие высоту заглавных и строчных букв (соответственно 7 и 5 мм). Длину проемов согласуйте с количеством букв в каждом слове. Шаблон можно использовать так же для отчерчивания высоты цифр на размерных линиях при нанесении размеров (3.5 или 5.0 мм). Боковые стороны пазов сделайте наклоненными под  $75^\circ$  к линии основания строки. С их помощью удобно контролировать наклон букв.

Шаблон можно использовать так же для отчерчивания высоты цифр на размерных линиях при нанесении размеров (3.5 или 5.0 мм). Боковые стороны пазов сделайте наклоненными под  $75^\circ$  к линии основания строки. С их помощью удобно контролировать наклон букв.

Для задания на листе чертежной бумаги необходимо отчертить тонкими линиями прямоугольник с размерами сторон 297 и 210 мм (формат А4). Это будет внешняя рамка чертежа, по которой его следует отрезать от оставшейся бумаги. Формат А4 всегда следует располагать так, чтобы стороны большей длины были вертикальными.

Нанесите внутреннюю рамку чертежа. Слева линия будет отстоять от внешней рамки на 20 мм (поле подшивки), с остальных трех сторон - на 5 мм. Все линии на чертеже, в том числе и внутренней рамки, вначале сле-

дует проводить тонкими и наводить их до требуемой толщины можно только после проверки задания преподавателем.

Сверху на всю длину рабочего поля чертежа проведите очень тонкие линии для записи текста, подчеркнутого в задании. Все надписи на чертеже наносятся чертежным шрифтом № 7 в соответствии со стандартом. Для правильного вычерчивания букв сверяйтесь со справочником, где есть образцы шрифтов. Ссылки на плохой почерк не принимаются, так как каждая буква или цифра имеет свое начертание и их *вычерчивают*.

Отчертив снизу упомянутые уже три строки, остальное поле чертежа используйте для размещения содержания задания.

Построение чертежей на основе прямоугольного проецирования, являющихся документами при изготовлении деталей, рассматривается в последующих заданиях. Для первого задания выбрана деталь типа прокладки, чертеж которой не требует проекционно связанных изображений, так как она имеет постоянную толщину. В таких случаях одно изображение заменяют специальной записью, размещаемой на полочке и содержащей сведения о толщине детали (например, для детали толщиной 4 мм запись на полочке будет выглядеть так – s4).

Содержание задания состоит в следующем: необходимо правильно выполнить чертеж детали, содержащей плавные переходы поверхностей, образующих контур. На чертеже эти поверхности, располагаясь перпендикулярно плоскости чертежа, изобразятся в виде линий. Плавный переход одной линии в другую называют сопряжением, а их общую точку - точкой сопряжения. Чаще всего такие плавные переходы выполняют дугами окружностей.

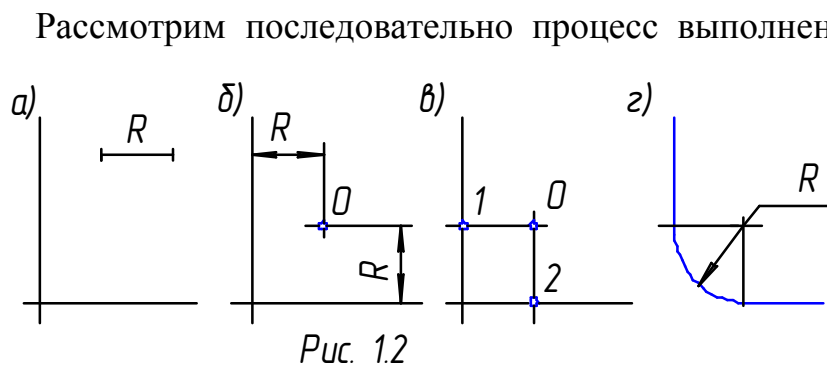


Рис. 1.2

Рассмотрим последовательно процесс выполнения сопряжения двух прямых линий дугой окружности радиуса R (рис. 1.2, а).

Центр дуги сопряжения должен находиться в точке,

удаленной на расстояние R от одной и второй сопрягаемых линий. Для его

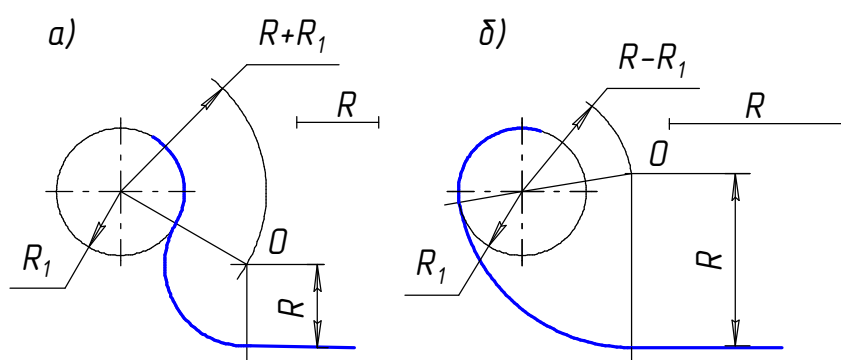
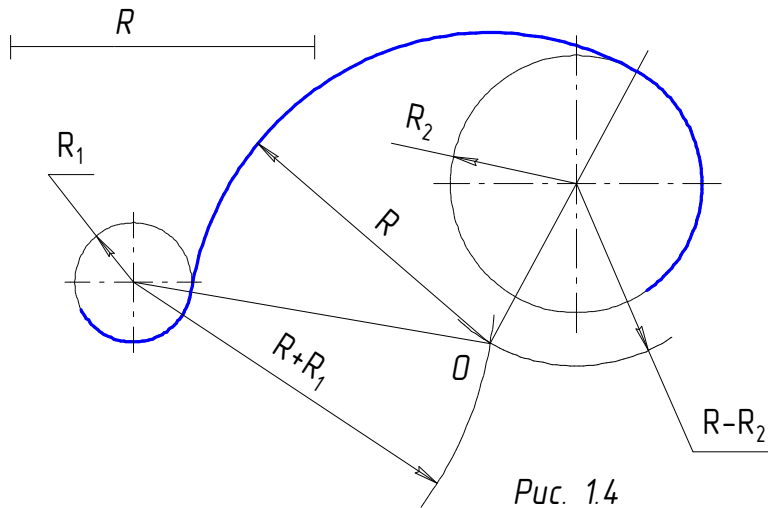


Рис. 1.3 5

нахождения проведите вспомогательную линию, отстоящую на расстоянии R от горизон-

тальной линии и еще одну на том же расстоянии от вертикальной линии (рис. 1.2, б). В точке их пересечения отметим центр сопряжения буквой *O*.

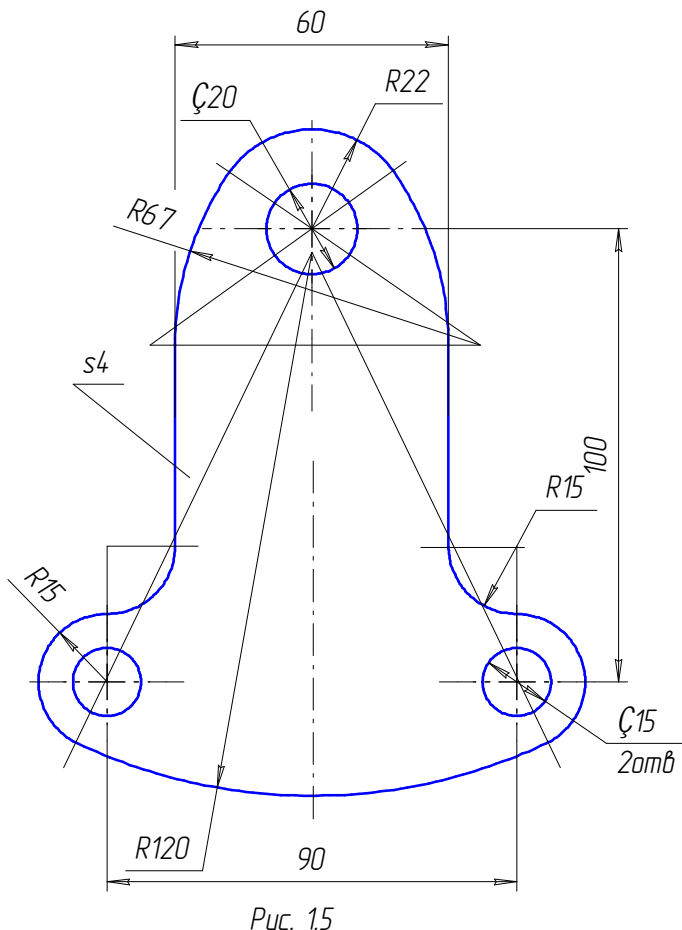
Точки сопряжения 1 и 2 должны лежать на сопрягаемых прямых и быть ближайшими к точке *O*. Это перпендикуляры, опущенные из точки *O* на прямые (рис. 1.2, в).



Из точки *O* радиусом *R* проведите дугу между точками 1 и 2 (рис. 1.2, з).

На чертежах точки сопряжения не обозначают и не показывают, но их построение следует сохранять для последующего контроля преподавателем.

Рассмотрим еще некоторые случаи построения сопряжений, например, окружности и прямой линии (рис. 1.3).



Точки, удаленные от окружности радиуса  $R_1$  на расстояние  $R$  (на чертеже  $R$  задан в виде отрезка) (рис. 1.3, а), образуют еще одну концентричную ей дугу радиуса  $R+R_1$ . Пересечение этой дуги с прямой, параллельной сопрягаемой линии и отстоящей от нее на расстоянии  $R$ , даст положение центра *O* сопряжения. Точка сопряжения двух дуг лежит на линии их центров.

В рассмотренном примере центры дуг находились по разным сторонам от линии сопряжения (внешнее сопряжение). На рис. 1.3, б показано сопряжение таких же линий, но центры дуг взяты по

одну сторону от линии сопряжения (внутреннее сопряжение). В этом случае при построениях следует воспользоваться разностью их радиусов ( $R - R_1$ ).

Еще один пример построения сопряжения. Две окружности радиусами  $R_1$  и  $R_2$  необходимо сопрячь радиусом  $R$ . Здесь сопряжение можно выполнить тремя способами (внешнее, внутреннее и смешанное). На рис. 1.4 показано смешанное сопряжение, когда для нахождения центра используются и сумма и разность радиусов.

Вариант домашнего задания приведен на рис. 1.5.

Внимательно изучите форму представленной детали. Определите те элементы изображения, которые не требуют построения сопряжений, затем линии, подлежащие сопряжению.

Наметьте последовательность работы: осевые линии, центры будущих окружностей, элементы контура, которые можно вычертить по имеющимся размерам, сопрягаемые элементы.

На черновике сделайте основные построения и заодно определите габариты изображения, для приемлемого расположения на чертеже.

Перейдите к работе на заранее подготовленном формате с отчерченной внутренней рамкой. Изображение в совокупности с размерами должно свободно вписаться в отведенное ему поле чертежа. Построения сопряжений

требуют большого внимания и точности. Выполнив построения в тонких линиях, предъявите работу на проверку.

Проверка будет значительно эффективнее, если в тонких линиях будут выполнены все надписи и размеры. Это важная часть любого графического документа выполняется очень тщательно. В противном случае в дальнейшем могут возникать ошибки и разночтения.

*Прописные буквы*  
**А Б В Г Д Е Ж З И Й К Л М Н О П Р**  
**С Т У Ф Х Ц Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я**  
*Строчные буквы*  
**а б в г д е ж з и й к л м н о п р с**  
**т у ф х ц ч ш щ ъ ы ь э ю я**  
*Цифры*  
**1 2 3 4 5 6 7 8 9 0**

*Рис. 1.6*

Все надписи следует выполнять чертежным шрифтом в соответствии с ГОСТ 2.304-81 (шрифт типа В с наклоном). По рис. 1.6 внимательно изучите конструкцию букв и выполните несколько упражнений. Напоминаем, что высота прописных букв во всех заданиях принята равной 7 мм, а строчных - 5 мм.



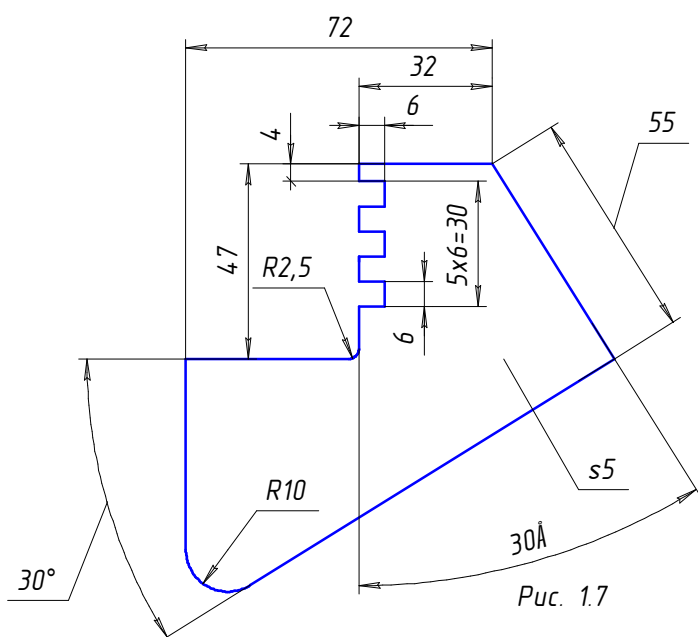
Размеры на чертежах указывают при помощи размерных линий и чисел (рис. 1.7). При нанесении размера прямолинейного отрезка размерную линию проводят параллельно этому отрезку, а выносные линии – перпендикулярно размерным линиям. Расстояние от линии контура до параллельной ей размерной линии принято равным 10 мм, а между параллельными размерными линиями – 7 мм.

При нанесении размера угла размерную линию проводят в виде дуги с центром в его вершине, а выносные – радиально.

Размерную линию с обоих концов ограничивают стрелками, упирающимися в соответствующие линии. При нанесении размерной линии радиуса стрелку наносят только со стороны определяемой дуги. При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимыми под углом  $45^\circ$  к размерным линиям (см. рис. 1.1), или четко наносимыми точками.

Размерные числа должны соответствовать действительным размерам изображаемого предмета, независимо от примененного масштаба. Линейные размеры на чертежах, как правило, наносят в миллиметрах, без указания единицы измерения, в отличие от угловых, где единицы измерения указывают (градус, минута и т. п.).

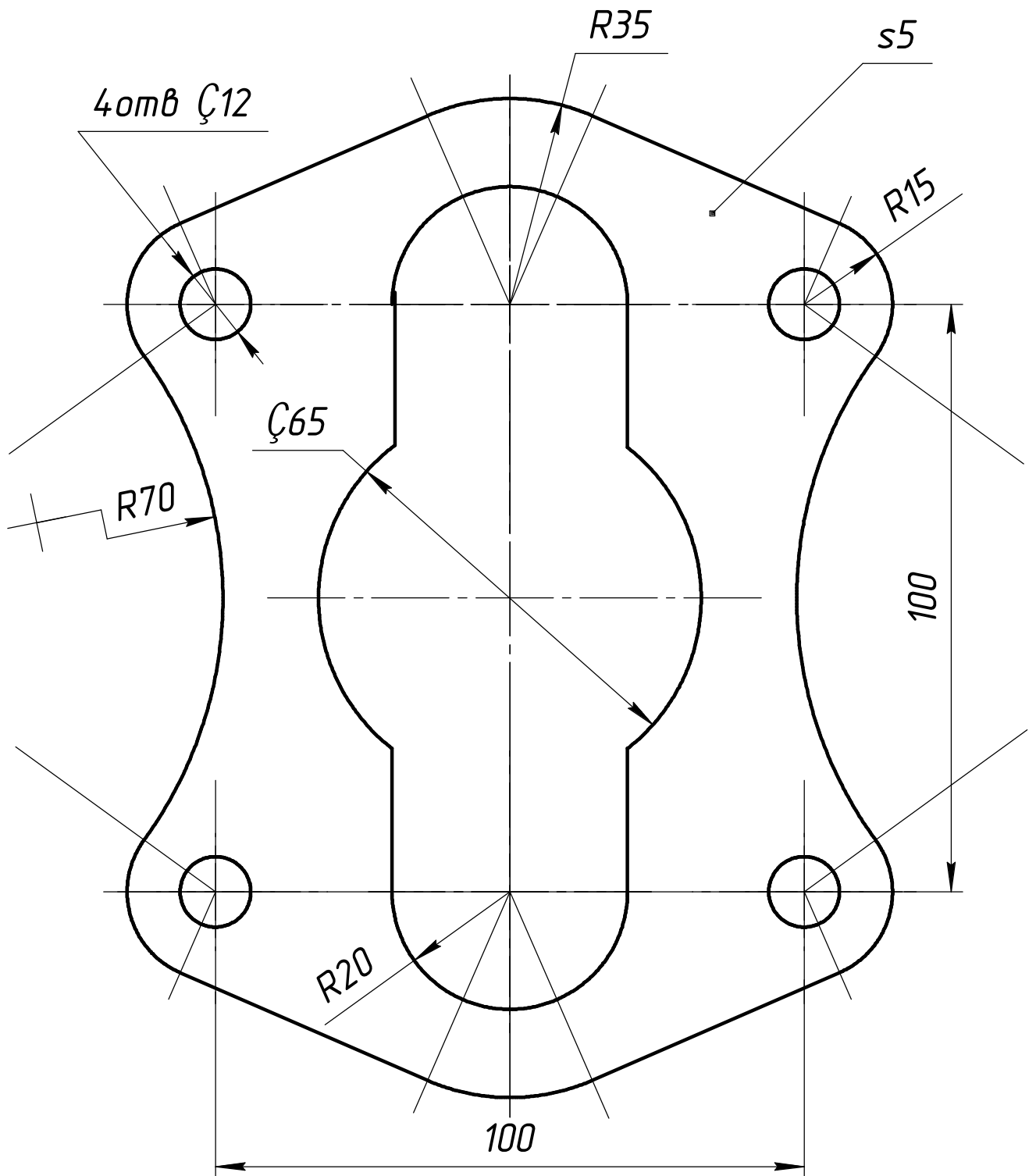
Способ нанесения размерного числа при различных положениях размерной линии определяется удобствами чтения чертежа. Для горизонтально расположенных размерных линий числа располагают над ними, а вертикально расположенных – слева. Не допускается расположение размерного числа в разрыве размерной линии. В случае если размерная линия имеет



наклон влево от вертикали на угол  $30^\circ$  и менее, то число располагают на горизонтальной полке-выноске. Так же поступают и с числовым значением углового размера, проведенного вниз от горизонтальной линии (линейный размер 55 мм и угловой размер  $30^\circ$  на рис. 1.7). Обратите внимание, что на чертежах размерами не указывают величины прямых углов.

Горизонтальные полки часто используют и для нанесения чисел мелких размеров, когда для их простановки у размерной линии нет места.

Задание 1. Выполнить чертеж плоской детали.



Вариант 27  
гр. ИЧС-08А  
Иванов И. И.

Полностью оформленное задание 1 приведено на рис. 1. 8. Обратите внимание на то, что центры сопряжений радиусами 70 мм находятся вне формата А4, поэтому на чертеже они не показаны, но линии построения для их нахождения показаны частично, т.е. с обрывом.

- ◇ Назовите числовое значение длины и высоты листа чертежной бумаги формата А3.
- ◇ Из какого числового ряда выбирают высоту букв на чертеже?
- ◇ Какие знаки, символы и буквы используют для увеличения информативности размеров на чертеже?

## ЗАДАНИЕ 2

Построить чертеж модели в масштабе 1:1, составив его из основных видов, отсутствующих в задании на рис. 2.4, и нанести размеры. Виды представлены без учета их взаимного расположения в масштабе 1:2,5. Задание выполняется на листе формата А4.

*Целью выполнения задания является усвоение способа получения видов простых моделей и их расположения на чертеже, а также развитие умений представлять пространственную форму предметов по их плоским изображениям.*

Коротко напомним сущность способа прямоугольного проецирования.

Выбрав произвольную точку, например, вершину многогранника, изображение которого необходимо получить, мысленно проводят через нее проецирующий луч перпендикулярно некоторой плоскости проекций. В месте пересечения луча с этой плоскостью отмечают прямоугольную проекцию точки. Последовательно спроецировав все характерные точки многогранника и соединив их линиями, получают его проекцию.

Чтобы получить чертеж предмета, необходимо иметь не менее двух связанных между собой его проекций. В этом случае по чертежу можно представить положение предмета в пространстве и его форму.

Проследим динамику построения двухкартинного чертежа (рис. 2.1).

Объект (прямой круговой цилиндр) помещают перед двумя взаимно перпендикулярными плоскостями проекций и прямоугольным проецирова-

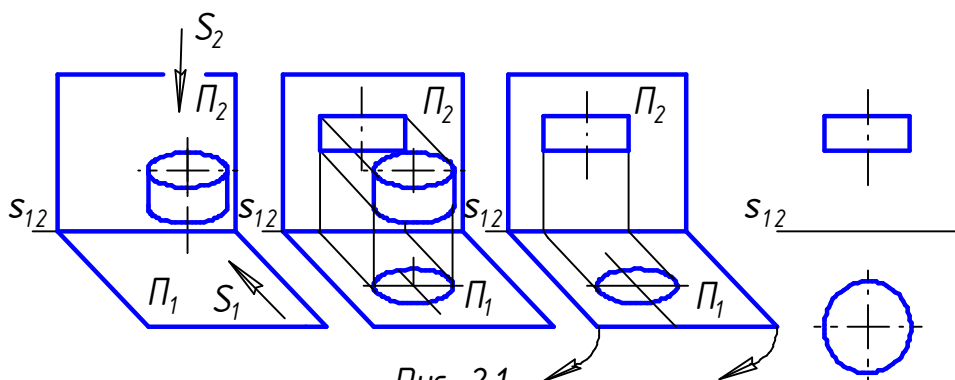


Рис. 2.1  
10

нием (проецирующие лучи перпендикулярны плоскостям проекций) получают его проекции. Далее сам объект удаляют, а горизонтальную плоскость  $\Pi_1$  поворачивают вокруг линии пересечения (ось  $s_{12}$ ) до совмещения с  $\Pi_2$  и убирают ограничивающие линии.

Такова схема создания чертежа. Не менее важен обратный процесс, процесс чтения чертежа, когда по проекциям объекта воссоздают его форму и положение в пространстве. В этом случае рис. 2.1 следует рассматривать последовательно справа налево. Оба эти процесса присутствуют и при создании чертежа и при его чтении, но один из них является основным, а второй – контролирующим правильность выполнения основного.

Из-за сложности форм отдельных объектов, вызывающих трудности при чтении их чертежей, используют шесть основных плоскостей проекций. Это грани прямоугольного параллелепипеда (куба), внутрь которого

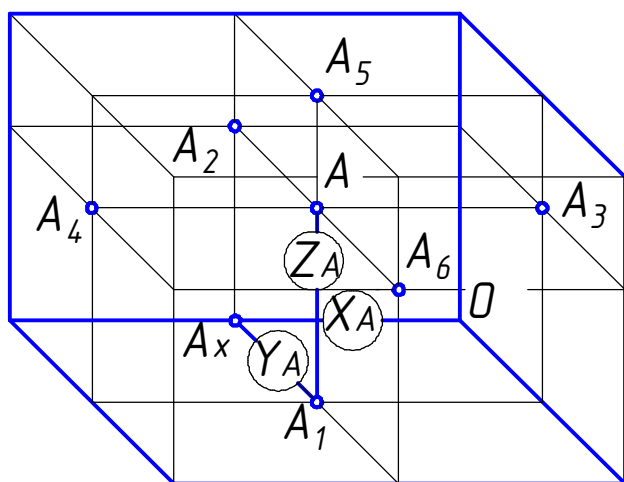


Рис. 2.2

условно помещают объект проецирования.

Представьте себе такой многогранник, у которого обращенные к наблюдателю грани для удобства сделаны как бы прозрачными (рис. 2.2). Спроецируем помещенную во внутрь точку  $A$  на все грани этого параллелепипеда лучами, перпендикулярными граням. В результате получим шесть основных проекций точки  $A$  ( $A_1 \dots A_6$ ).

Попутно напомним, что для установления положения объекта, в данном случае точки  $A$ , относительно плоскостей проекций, одну из вершин параллелепипеда принимают за начало отсчета (точка  $O$ ). Тогда положение точки  $A$  относительно точки  $O$  определяется величиной трех взаимно перпендикулярных отрезков, которые получили название прямоугольных координат. Это,  $OA_x$  - широта ( $x$ ),  $A_xA_1$  - глубина ( $y$ ),  $A_1A$  - высота ( $z$ ). Каждый из этих отрезков характеризует расстояние от точки  $A$  до одной из плоскостей проекций, соответственно: профильной ( $\Pi_3$ ), фронтальной ( $\Pi_2$ ) и горизонтальной ( $\Pi_1$ ). Расстояния до остальных плоскостей проекций не являются координатами.

Для получения чертежа объекта фронтальную плоскость проекций оставляют неподвижной, а остальные грани разворачивают вокруг ребер до совмещения с этой плоскостью. Конечно, грани на чертеже не показывают, а изображают лишь ребра, вокруг которых происходил поворот. Эти ребра приобретают значение осей проекций. Подстрочные индексы, входящие в обозначение оси, обозначают номера плоскостей проекций, породивших

эту ось. Запомним, что оси между основными плоскостями проекций могут располагаться только горизонтально или вертикально, а линии связи – им перпендикулярно.

Для получения чертежа, например, модели, представленной на

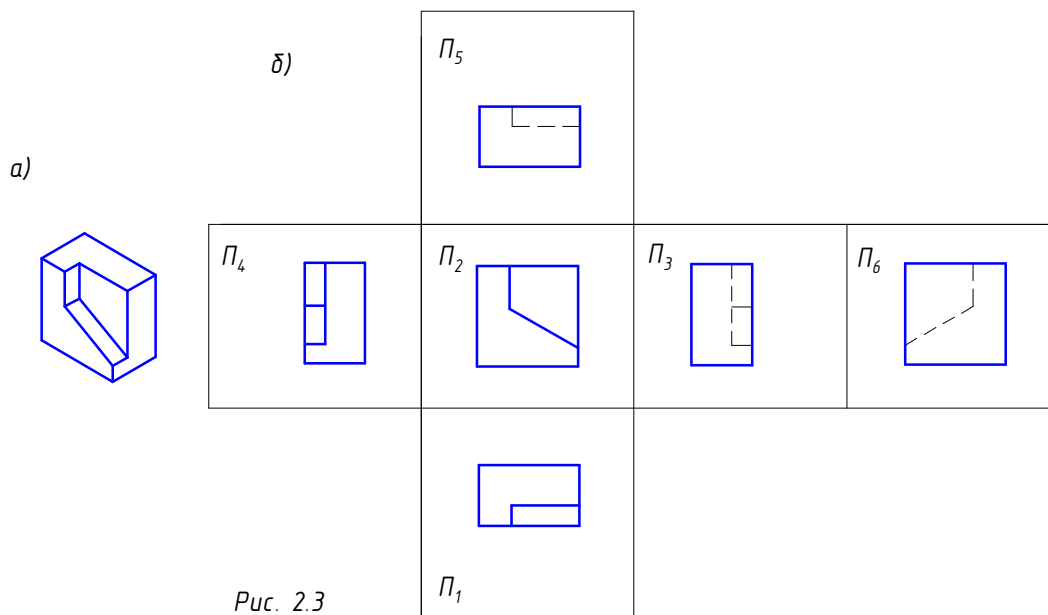


Рис. 2.3

рис. 2.3, *а*, все плоскости проекций вместе с полученными на них изображениями совмещают с плоскостью  $\Pi_2$ . Изображение на плоскости  $\Pi_2$  называют главным. Оно всегда присутствует на чертеже, в отличие от других, присутствие которых диктуется необходимостью передачи на чертеже сведений о предмете.

Как видно из рисунка 2.3, *б*, каждое изображение получает свое определенное место по отношению к главному. Это облегчает чтение чертежа и не требует дополнительных надписей, поясняющих название использованных изображений.

Добавим, что кроме уже используемых здесь понятий: **проекция, изображение**, существует еще одно очень близкое им по смыслу - **вид**.

Видом называют изображение, на котором показывают обращенную к наблюдателю видимую часть поверхности предмета. При необходимости, на виде показывают и невидимые контуры предмета. Для этого используют штриховую линию.

Наименование видов, получаемых при проецировании предмета на основные плоскости проекций, приведен в таблице.

Подчеркнем еще раз: при выбранной в курсе системе проецирования (так называемая европейская система), наблюдатель всегда находится **перед** предметом, а плоскость, на которую проецируется предмет – **за** предметом. Этим положением руководствуются при вычерчивании изображений и при указании видимости отдельных элементов предмета на чертеже.

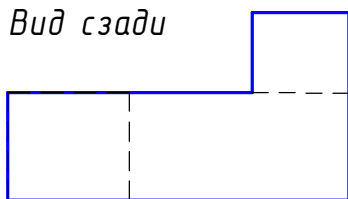
Плоскость проекций	Название вида
--------------------	---------------

$\Pi_2$	Вид спереди (главный вид)
$\Pi_1$	Вид сверху
$\Pi_3$	Вид слева
$\Pi_4$	Вид справа
$\Pi_5$	Вид снизу
$\Pi_6$	Вид сзади

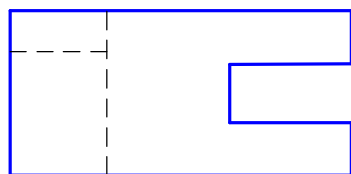
Сложность восприятия этого, казалось бы простого правила, заключается

в том, что понятия “перед” и “за” в инженерной графике совпадают с принятыми в обиходе только для случая проецирования предмета на плоскость проекций  $\Pi_2$ . Для построения, например, вида слева наблюдатель должен мысленно находиться слева от предмета, а плоскость проекций – справа от этого предмета. Для случая построения вида сзади, наблюдатель свой мысленный взор должен расположить за предметом, а проецирующие лучи через характерные точки объекта должен направить к плоскости проекций, находящейся перед предметом.

*Вид сзади*



*Вид снизу*



*Вид слева*

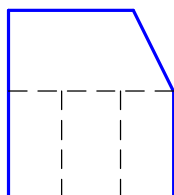


Рис. 2.4

Графическая часть задания 2 (рис. 2.4) содержит три несвязных между собой вида модели, например, - снизу и слева. Исходя из текста условия задания, необходимо построить чертеж этой модели, т.е. три неуказанных в задании основных вида, связанных между собой линиями проекционной связи и расположенных относительно главного вида в отведенных для них местах поля чертежа. Легко определить, что для данного случая это бу-

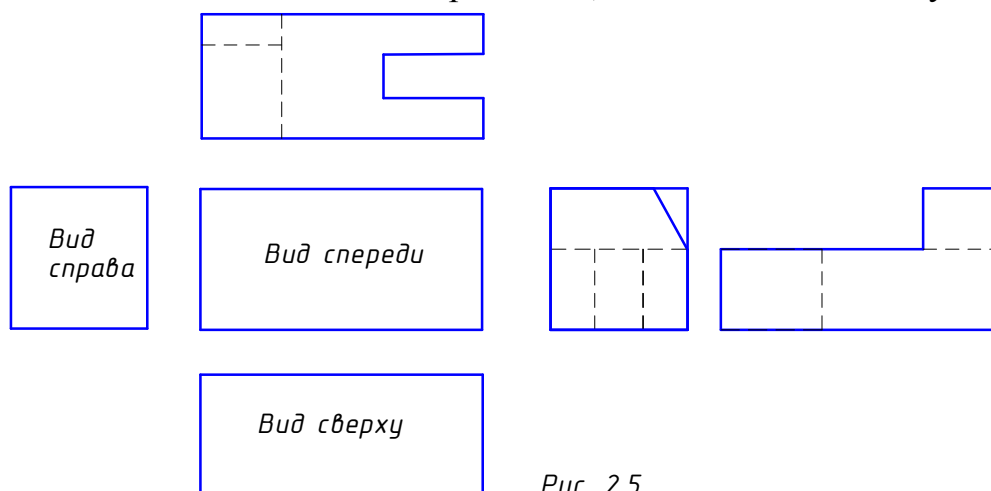
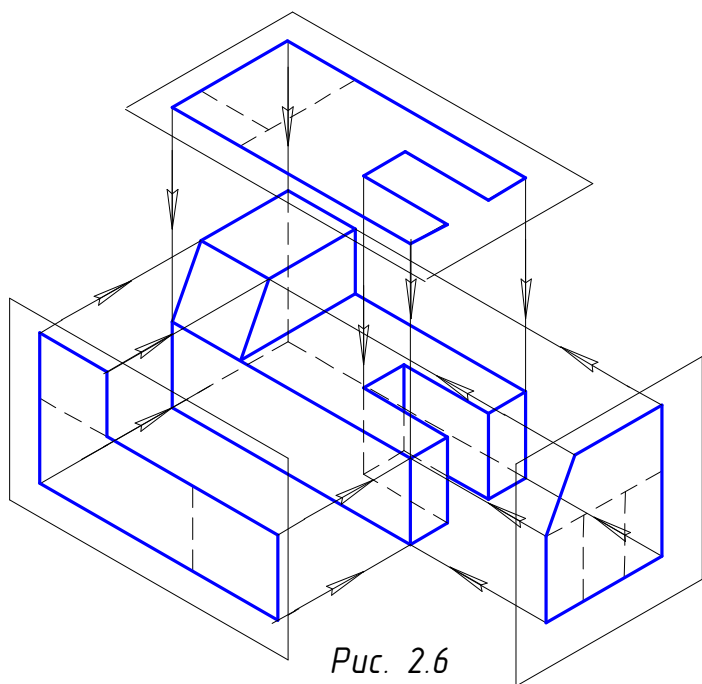


Рис. 2.5

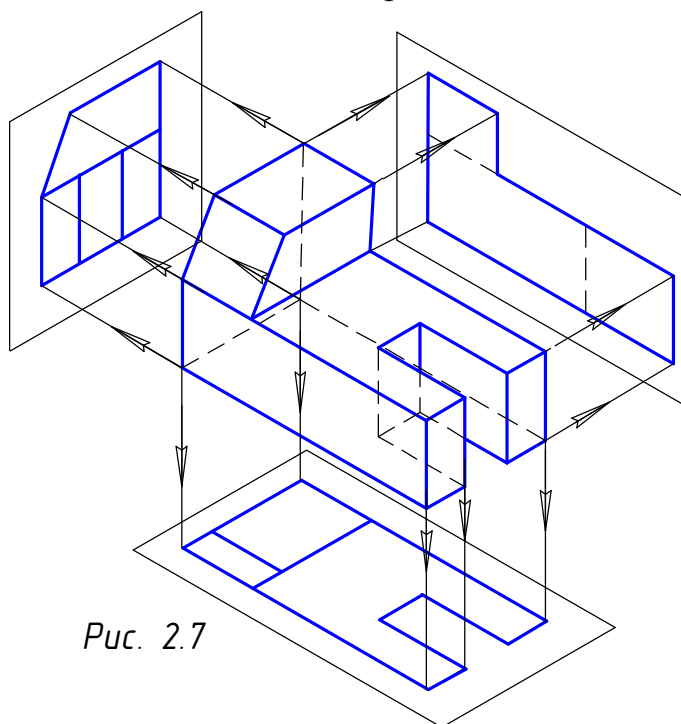
дут виды спереди, справа и сверху.

Для успешного выполнения задания необходимо создать перед мысленным взором пространственный образ модели. Это наиболее сложная часть задания. Больше того, развитие умений создавать мыслительные пространственные образы предметов является одной из основных целей курса инженерной и компьютерной графики. В какой-то мере это врожденное качество ума, которое может быть развито до определенной степени специально подобранными упражнениями.



Предложенные в задании виды полностью определяют форму модели, однако чтобы прочитать содержащуюся в них графическую информацию, необходимо их расположить упорядочено, ориентируя положение каждого из них относительно главного. Вид снизу располагается над видом спереди, вид слева – справа от него, а вид сзади – справа от вида слева (рис. 2. 5).

Следующим этапом попытайтесь “свернуть” модель, т. е. расположить грани проекционного куба вместе с графической информацией в их первоначальном положении. Затем, через все характерные точки, имеющиеся на видах, мысленно проведите проецирующие лучи перпендикулярно к плоскости соответствующей грани. Отметьте проекции одной и той же точки на разных плоскостях проекций и мысленно зафиксируйте ее пространственный образ, следуя по направлению проецирующих лучей (рис. 2.6).



Следующим этапом попытайтесь “свернуть” модель, т. е. расположить грани проекционного куба вместе с графической информацией в их первоначальном положении. Затем, через все характерные точки, имеющиеся на видах, мысленно проведите проецирующие лучи перпендикулярно к плоскости соответствующей грани. Отметьте проекции одной и той же точки на разных плоскостях проекций и мысленно зафиксируйте ее пространственный образ, следуя по направлению проецирующих лучей (рис. 2.6).

по направлению проецирующих лучей (рис. 2.6).

Следующим этапом необходимо дополнить существующие виды еще тремя, из которых затем необходимо создать чертеж. Для этого попытайтесь представить, как будет выглядеть модель если на нее посмотреть спереди, сверху и справа

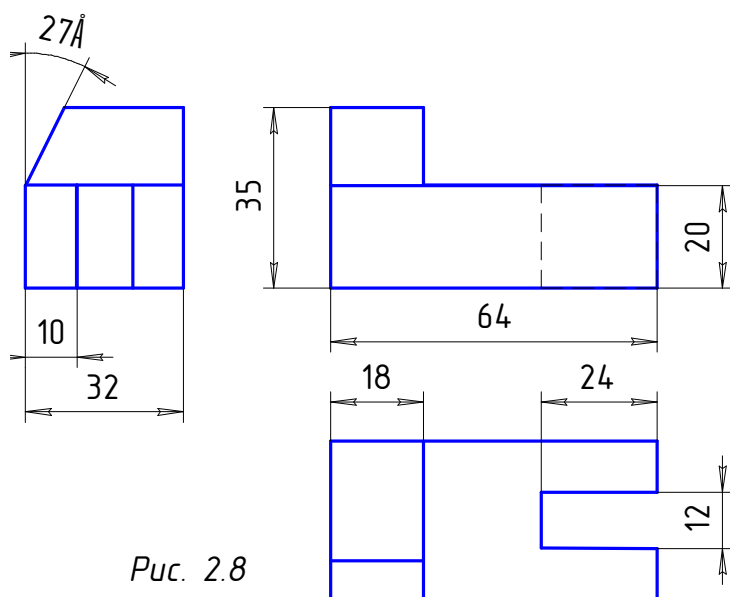


Рис. 2.8

спереди, сверху и справа (рис. 2.7). На первых порах сформированный образ модели трудно удерживать перед мысленным взором, поэтому сделайте рисунок на бумаге, а уже затем набросайте требуемые виды и расположите их в проекционной связи (рис. 2.8). При построениях измерения удобнее производить от плоскостей самой модели. В таком случае нет необходимости вводить

оси и, следовательно, фиксировать расположение плоскостей проекций. Этот способ будет использован в дальнейшем, при выполнении последующих заданий.

Для получения линейного размера любого ребра следует измерить его линейкой и полученное число умножить на величину масштаба, т. е. на 2,5. Первоначально по видам, предложенным в задании, определите максимальные размеры модели и нанесите габаритные прямоугольники для будущих изображений, затем постепенно уточняйте их содержание. Нанесите размеры в соответствии с рекомендациями, данными в пояснениях к заданию 1.

Полностью выполненное и оформленное задание 2 приведено на рис. 2.9. На чертеже модели приведены ее главный вид, вид слева и вид снизу. Следовательно, в задании были изображены: вид сзади, вид справа и вид сверху.

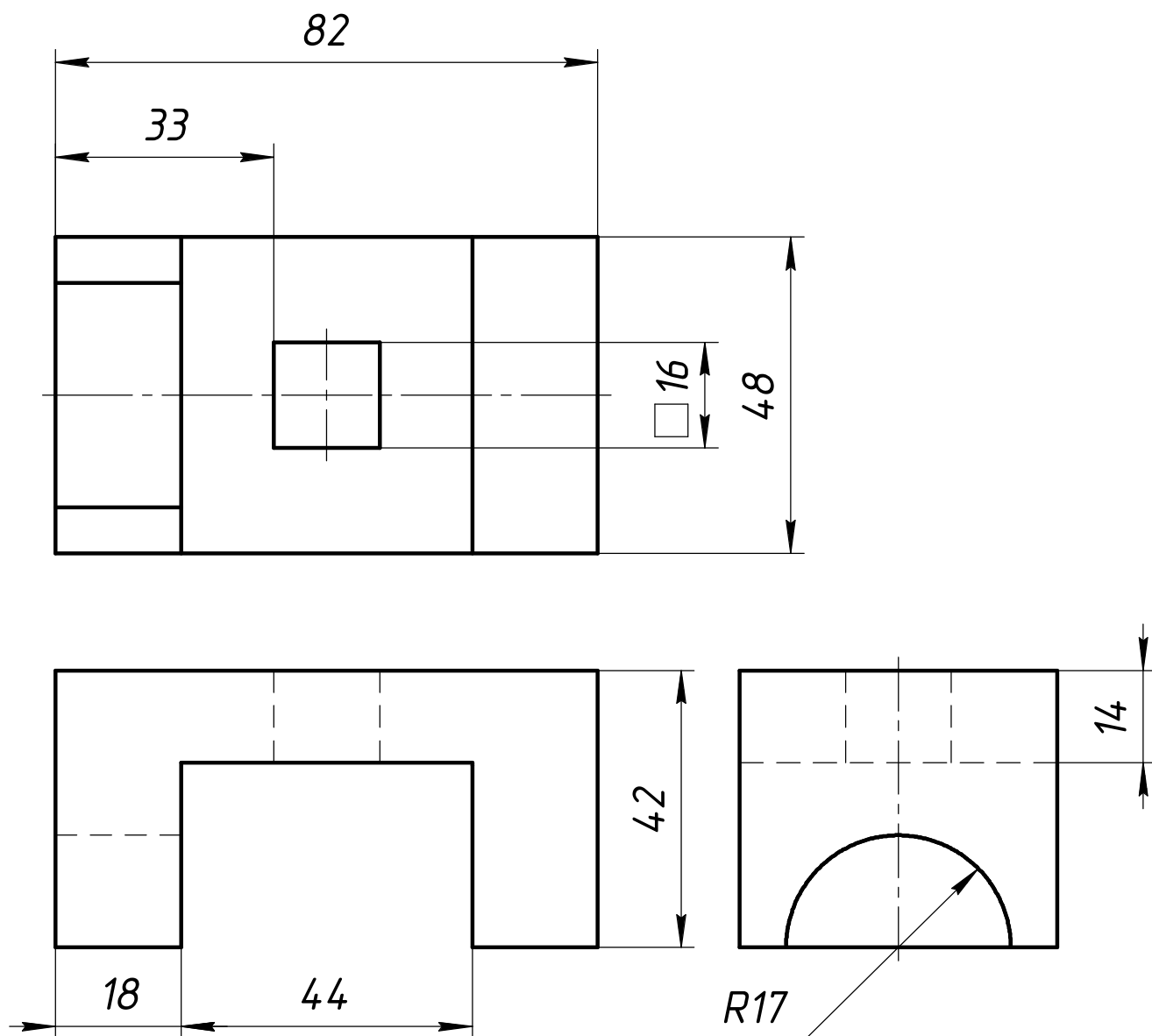
◇ По памяти перечислите названия всех основных видов и нарисуйте схему их расположения на чертеже.

◇ Какое минимальное количество изображений требуется для передачи формы и размеров детали на чертеже?

◇ Как называют расстояния от некоторой точки пространства до плоскостей проекций  $\Pi_2$ ,  $\Pi_1$ ,  $\Pi_3$ ?



Задание 2. Построить чертеж модели.



Вариант 27  
гр. ИУС-08А  
Иванов И. И.

### ЗАДАНИЕ 3

Построить виды спереди и снизу прямой правильной пирамиды SABCD, основанием которой является квадрат с размером сторон 40 мм. Ребро AB занимает профильно-проецирующее, а BC – фронтально-проецирующее положение. Вершина основания В расположена справа от вершины А и перед вершиной С. Вершина S расположена ниже основания ABCD. Боковые ребра пирамиды имеют длину 65 мм. На чертеже нанести расстояние от вершины S до основания и размеры, указанные в тексте. Задание выполняется на листе формата А4.

*Целью выполнения задания является изучение способа прямоугольного проецирования, усвоение положений отрезка прямой относительно плоскостей проекций и определение его истинной длины.*

Вы уже знаете, что положение точки в пространстве относительно другой точки О, принятой за начало отсчета, определяется тремя координатами. Если произвольная точка находится в пространстве, ограниченном плоскостями проекций, пересекающимися в точке О, то все координаты

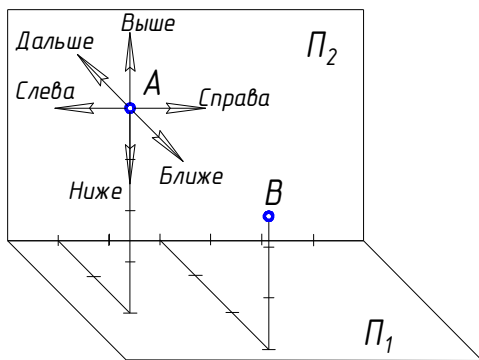


Рис. 3.1

имеют положительные значения. Если одна из координат имеет нулевое значение, это означает, что точка находится в плоскости проекций.

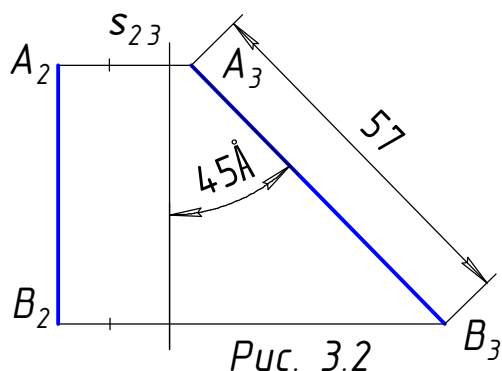
Кроме количественного описания положения точки, иногда прибегают к качественным характеристикам. Напомним, что при проецировании объект находится между наблюдателем и плоскостью проекций. Из этого исходят при ус-

тановлении видимости отдельных фрагментов объекта и при описании его положения. Вдоль широты положение точки описывают понятиями *слева - справа*, вдоль глубины – *ближе - дальше*, вдоль высоты – *выше - ниже*.

Рассмотрим положение точки В относительно некоторой точки пространства А (рис. 3.1). Точка В относительно точки А расположена справа, ближе и ниже. Используя масштабные метки на линиях привязки точек (одно деление примем равным 10 мм, без учета аксонометрических искажений по всем осям) можно сказать более конкретнее: точка В относительно точки А расположена справа на 20 мм, ближе на 10 мм и ниже на 15 мм. Положение одной точки относительно другой широко используется при простановке размеров на чертежах.

Последовательно анализируя числовые значения пар одноименных координат двух точек, можно определить положение прямой, заданной этими точками, относительно плоскостей проекций.

Совпадение расстояний до какой-либо плоскости проекций говорит о том, что прямая параллельна этой плоскости. На рис. 3.2 изображен отрезок прямой, у которого широтные координаты точек А и В равны между собой, следовательно, отрезок АВ параллелен профильной плоскости проекций (профильная прямая). Истинную длину этого отрезка можно показать на плоскостях проекций  $\Pi_3$  и  $\Pi_4$ , там же – углы наклона прямой к остальным основным плоскостям проекций. Если у отрезка будут совпадать высотные координаты двух точек, он будет располагаться параллельно плоскостям проекций  $\Pi_1$  и  $\Pi_5$  (горизонтальная прямая). Совпадение глубинных координат точек дает фронтальную прямую. Естественно, чертеж отрезка прямой уровня должен обязательно содержать изображение на плоскость параллельную этому отрезку, т.к. только там можно поставить необходимые размеры.



Если у отрезка будут совпадать высотные координаты двух точек, он будет располагаться параллельно плоскостям проекций  $\Pi_1$  и  $\Pi_5$  (горизонтальная прямая). Совпадение глубинных координат точек дает фронтальную прямую. Естественно, чертеж отрезка прямой уровня должен обязательно содержать изображение на плоскость параллельную этому отрезку, т.к. только там можно поставить необходимые размеры.

Проецирующее положение отрезок прямой приобретает в том случае, если будут совпадать расстояния до двух его точек в двух координатных направлениях. К примеру, попарное равенство широтных и глубинных координат приведет к вертикальному положению прямой, совпадающему с направлением проецирования на плоскости проекций  $\Pi_1$  и  $\Pi_5$  (горизонтально-проецирующая прямая).

Построение на дополнительной плоскости проекций существенно отличается от построений на основных плоскостях проекций. Дополнительную плоскость проекций всегда располагают перпендикулярно какой-либо одной из имеющихся на чертеже основных плоскостей, но не параллельно другим основным плоскостям проекций. Поэтому линия пересечения (ось проекций) между дополнительной плоскостью и основной, которой она перпендикулярна, может располагаться под любым углом к горизонту, но не может быть горизонтальной или вертикальной линией.

На рис. 3.3, а представлен рисунок, поясняющий получение дополнительной проекции точки А на плоскости  $\Pi_7$ , расположенной перпендикулярно профильной плоскости проекций  $\Pi_3$ . На чертеже построение дополнительной проекции  $A_7$  точки А приведено на рис. 3.3, б.

При построениях на дополнительной плоскости проекций расстояние от оси по линии связи берется равным расстоянию от точки до той плоскости проекций, которой дополнительная плоскость перпендикулярна, что фактически аналогично построениям на основных плоскостях проекций. В данном случае плоскость  $\Pi_7$  проведена перпендикулярно плоскости  $\Pi_3$ ,

следовательно, от оси  $S_{37}$  по линиям связи отложено расстояние равное

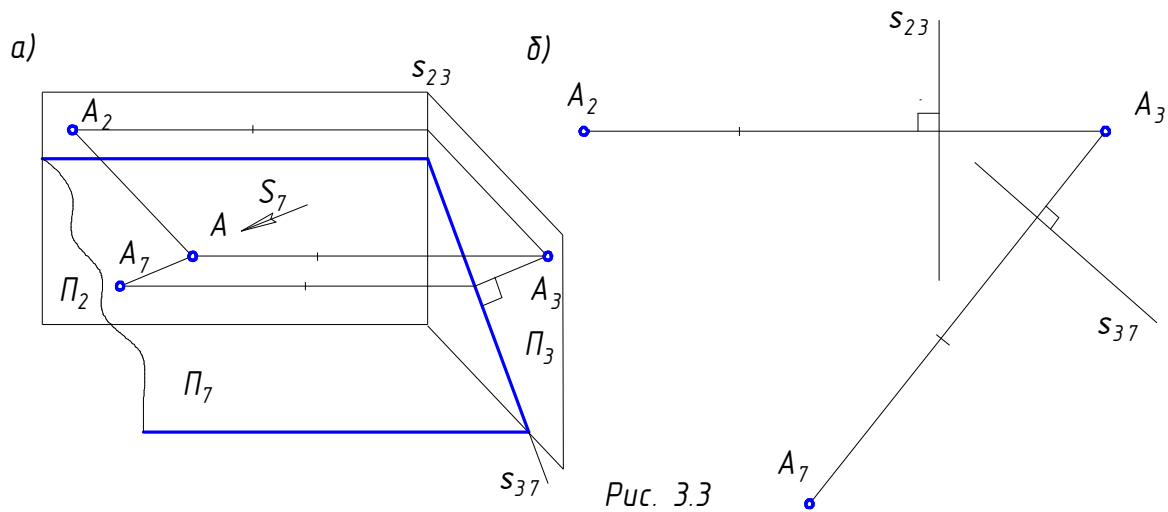


Рис. 3.3

широте точки  $A$ .

При помощи проецирования на дополнительную плоскость проекций решают большинство задач изучаемого курса. В качестве примера определим угол наклона отрезка прямой  $AB$  к плоскости проекций  $\Pi_7$ . Подобную

задачу необходимо решить в рассматриваемом задании 3.

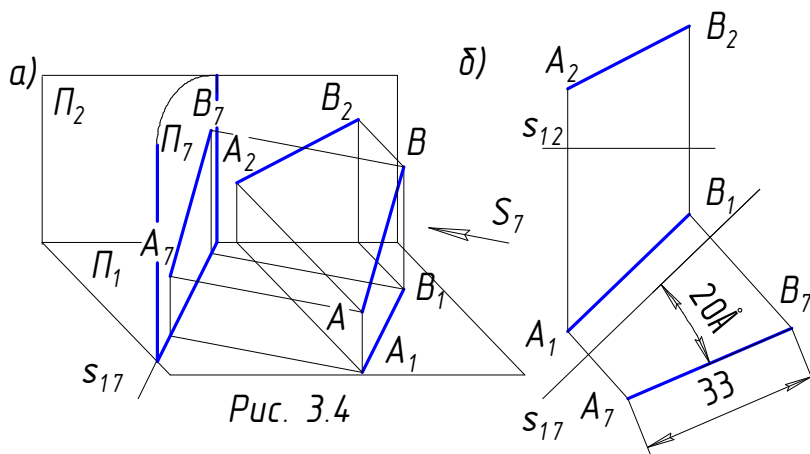


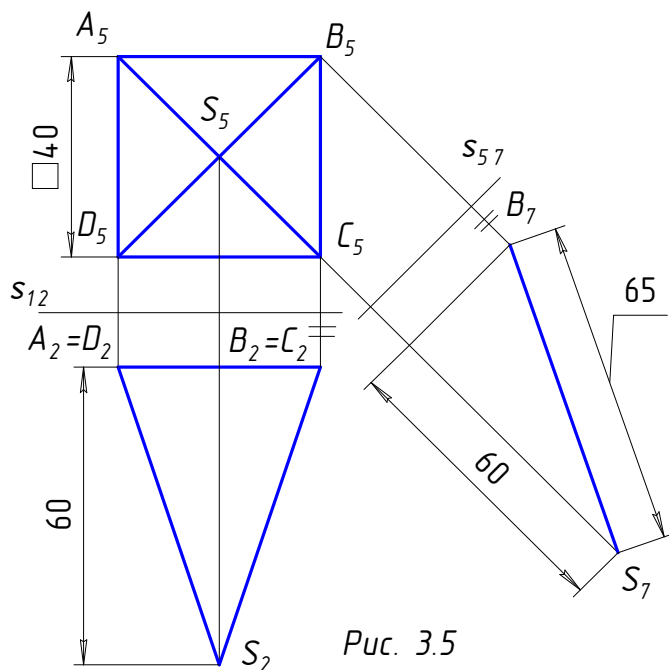
Рис. 3.4

кость. На рис. 3.4, а показан отрезок  $AB$ , образующий некоторый угол  $\alpha$  с плоскостью проекций  $\Pi_1$ . При прямоугольном проецировании отрезок  $AB$  и его проекция  $A_1B_1$  определяют в пространстве плоскость перпендикулярную плоскости  $\Pi_1$ . Если ввести дополнительную плоскость  $\Pi_7$  параллельную этой плоскости, то на нее неискаженно спроецируются все геометрические объекты, лежащие в плоскости, в том числе отрезок  $AB$  и его угол наклона к плоскости проекций  $\Pi_1$  (рис. 3.4, б).

Из геометрии известно, что угол наклона прямой к плоскости определяется углом между прямой и прямоугольной проекцией прямой на эту плоскость.

По условию задания (рис. 3.5) известна длина бокового ребра пирамиды, но не одно из боковых ребер не располагается параллельно какой-либо плоскости проекций, поэтому непосредственно этим размером воспользоваться нельзя.

На дополнительной плоскости  $\Pi_7$  необходимо построить проекцию точки  $B$ , из этой точки как из центра, размером циркуля  $65$  мм, выполняет-



ся засечка на линии связи идущей из вершины пирамиды. Разность глубинных координат точек  $S_7$  и  $B_7$  определяет расстояние от основания до вершины пирамиды.

На рис. 3.6 проекции пирамиды построены по следующему условию. Необходимо построить виды спереди и слева прямой правильной пирамиды  $SABC$ , основанием которой является равносторонний треугольник  $ABC$ , вписанный в окружность диаметром 58 мм. Все ребра основания занимают про-

фильное положение. Вершина  $B$ , по отношению к вершине  $A$ , расположена ближе. Вершина  $C$  находится ниже вершины  $A$ . Вершина пирамиды  $S$  расположена слева от ее основания.

Судя по тому, что кроме профильного расположения ребер основания, других более конкретных указаний нет, задача имеет множество решений. Эти ребра не могут лишь занимать горизонтально-проецирующее или профильно-проецирующее положение, т.е. они не могут располагаться либо горизонтально, либо вертикально.

Выполнив это условие, приходим к выводу, что все боковые ребра пирамиды займут общее положение, и решение задачи следует проводить на дополнительной профильно-проецирующей плоскости проекций, расположив ее параллельно одному из боковых ребер пирамиды.

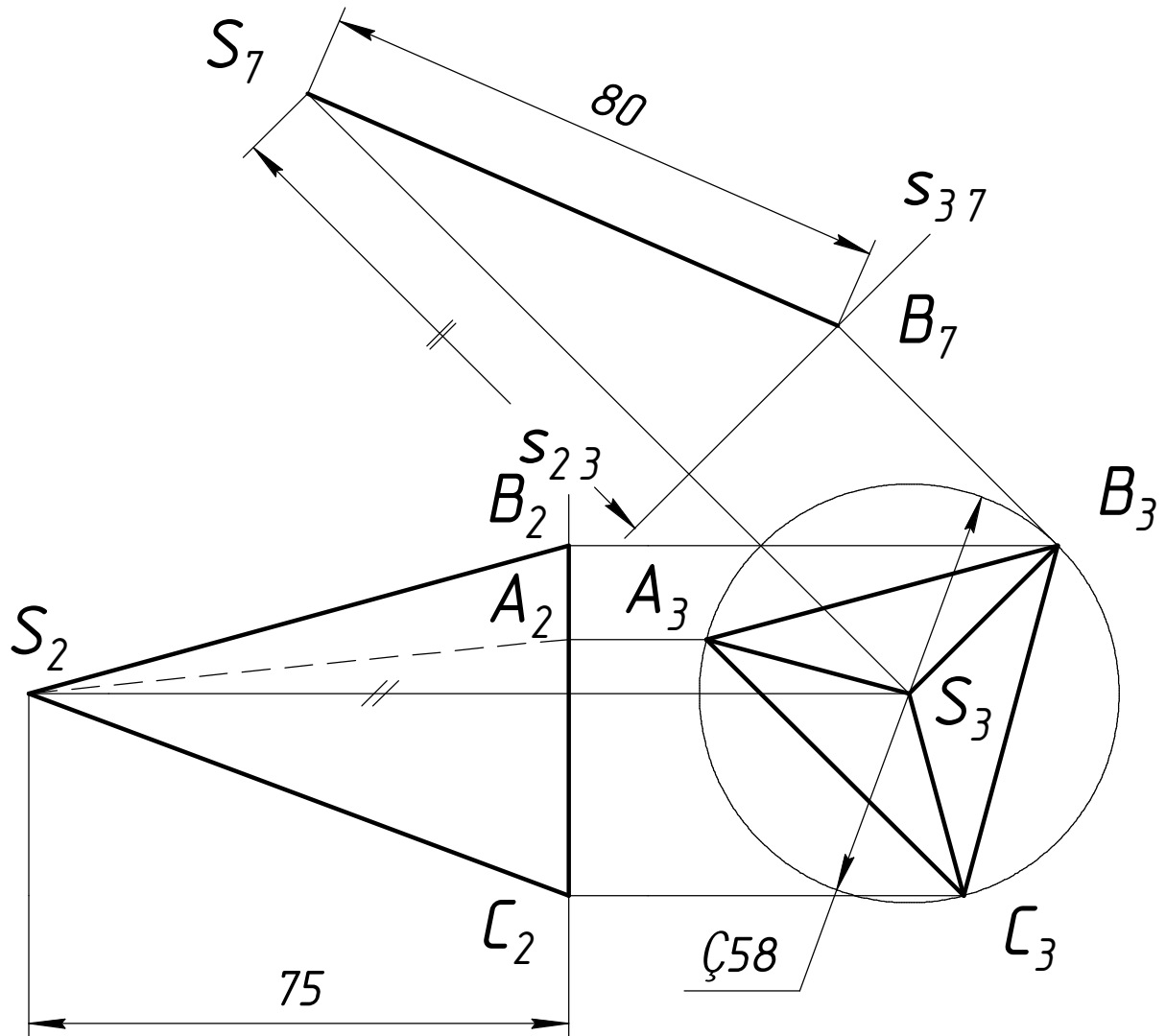
◇ В каких случаях используют изображения на дополнительных плоскостях проекций?

◇ Можно ли дополнительную плоскость проекций расположить параллельно какой-либо основной плоскости проекций?

◇ Перпендикулярно какой плоскости проекций следует расположить дополнительную плоскость проекций, чтобы отрезок горизонтальной прямой спроецировать на эту плоскость в точку?

◇ Как должна быть расположена дополнительная плоскость проекций, чтобы определить угол наклона отрезка прямой общего положения к фронтальной плоскости проекций?

Задание 3. Построить виды спереди и слева прямой пирамиды  $SABCDE$ .



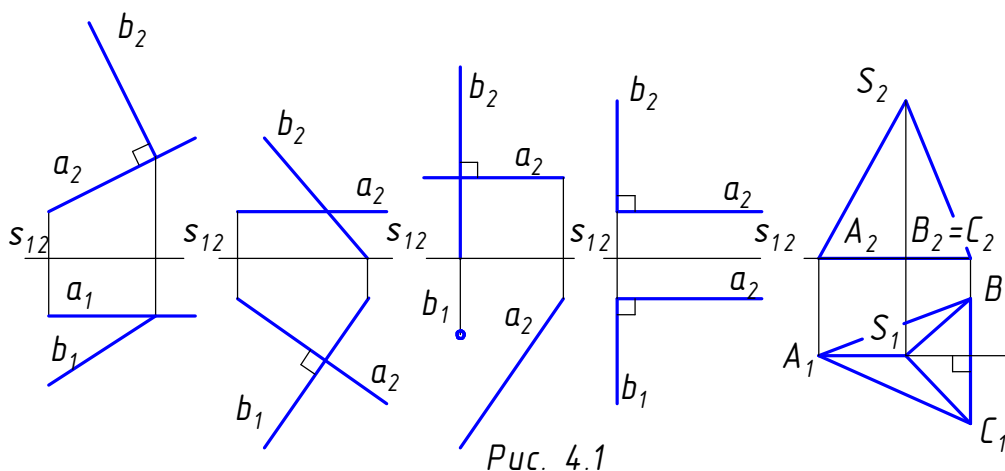
Вариант 27  
гр. ИУС-08А  
Иванов И. И.

Рис. 3.6  
**ЗАДАНИЕ 4**

Построить проекции прямоугольного равнобедренного треугольника ABC по координатам одного из катетов – АВ. Определить углы наклона плоскости треугольника ABC к горизонтальной и фронтальной плоскостям проекций. Нанести размеры. Выполнить одно из возможных решений, при котором плоскость треугольника занимает общее положение. Построить прямоугольную изометрическую проекцию треугольника. Задание выполняется на листе формата А3.

*Целями выполнения задания является построение чертежа прямых, расположенных между собой в пространстве под прямым углом, а так же определение углов наклона плоскости общего положения к плоскостям проекций. Приобретение навыков построения наглядных изображений.*

Известно, что угол между двумя прямыми проецируется на какую-либо плоскость проекций не искаженно в том случае, если обе его стороны располагаются параллельно этой плоскости. При построениях часто используют *особое* свойство прямого угла: неискаженно проецироваться на плоскость проекций, если только одна его сторона параллельна этой плоскости. Это важное положение справедливо как для пересекающихся прямых, так и для скрещивающихся.



Рассмотрим несколько чертежей, содержащих изображения прямых, расположенных в пространстве под прямым углом друг к другу (рис. 4.1). Для этого достаточно, чтобы между проекциями прямых на какой-либо плоскости проекций был прямой угол, и одна из прямых располагалась параллельно этой же плоскости. В двух первых примерах, в качестве прямых параллельных плоскости проекций, использованы линии уровня, во всех остальных – проецирующие прямые в сочетании с линиями уровня.

Перейдем к построениям. Когда катет АВ равнобедренного прямоугольного треугольника ABC будет построен по координатам, убедитесь,

что относительно плоскостей проекций он занимает общее положение. Катет  $BC$ , имея такую же длину как и  $AB$ , должен быть расположен к последнему под углом  $90^\circ$ . Очевидно, что задача имеет множество решений, т.к. если вращать катет  $BC$  вокруг  $AB$ , гипотенуза треугольника опишет в пространстве поверхность прямого кругового конуса, высота которого равна радиусу основания. Любая точка на окружности основания конуса, соединенная с точкой  $B$  отрезком прямой, даст в совокупности с катетом  $AB$  в пространстве прямой угол (рис. 4.2). Но, если оба катета займут произвольное положение относительно плоскостей проекций, угол между ними

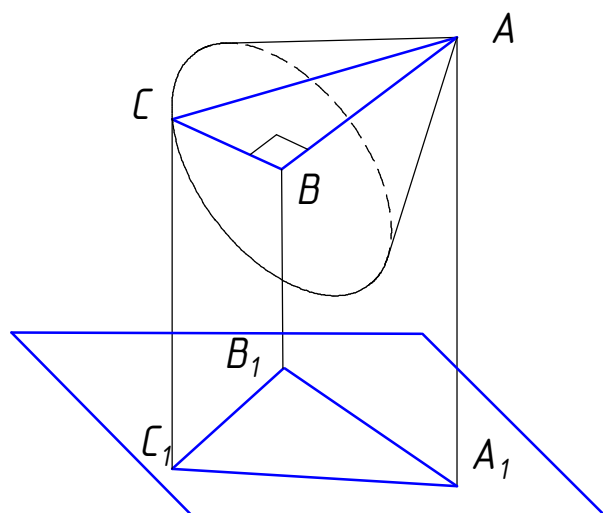


Рис. 4.2

резку  $AB$  и перпендикулярно горизонтальной плоскости проекций взята дополнительная плоскость проекций  $\Pi_7$ );

- из точки  $B$  под углом  $90^\circ$  к катету  $AB$  провести линию уровня. Линия  $BC$  горизонтальная и на плоскости проекций  $\Pi_2$  угол между горизонтальными проекциями линий  $AB$  и  $BC$  прямой, следовательно, и в пространстве угол между этими линиями также прямой.

- на этой линии отложить отрезок, равный длине катета  $AB$ .

По условию в работе необходимо так же определить углы наклона плоскости треугольника  $ABC$  к плоскостям проекций  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ . Как известно, двугранный угол между плоскостями определяется линей-

будет проецироваться искаженно, т.е. не прямым. В этом случае решение усложняется.

Из всего многообразия возможных положений катета  $CB$ , следует выбрать такое, при котором этот катет будет располагаться параллельно какой-либо плоскости проекций, например,  $\Pi_1$ .

Один из вариантов поэтапного решения этой части задания будет выглядеть так (рис. 4.3):

- определить истинную длину катета  $AB$  (параллельно от-

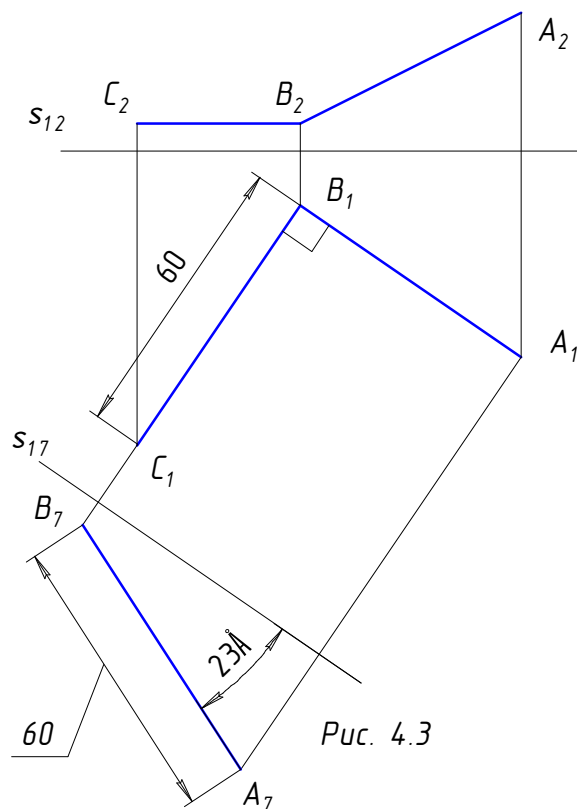


Рис. 4.3



ным углом, лежащим в плоскости, перпендикулярной их общей прямой (линии пересечения).

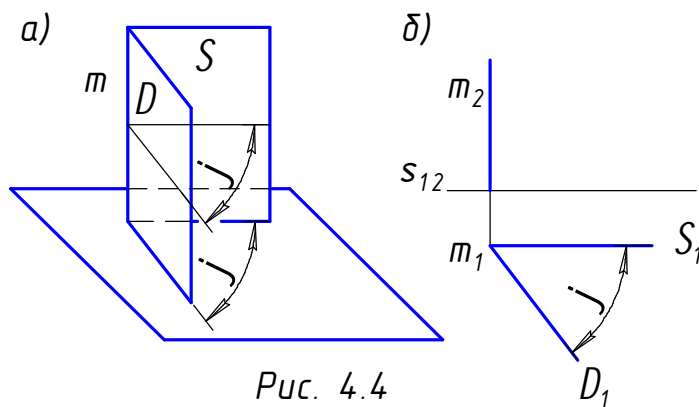


Рис. 4.4

На рис. 4.4, а показаны две плоскости  $\Sigma$  и  $\Delta$ , из которых одна может быть плоскостью треугольника, а вторая – плоскостью проекций. Линейный угол  $\varphi$  между плоскостями  $\Sigma$  и  $\Delta$  будет неискаженно проецироваться на плоскость проекций, если ее расположить перпендикулярно линии  $m$  пересечения плоскостей, как это показано на рис. 4.4, б. Плоскости  $\Sigma$  и  $\Delta$  изобразятся при этом следами-проекциями.

Плоскость треугольника ABC занимает на чертеже общее положение. Следовательно, следом-проекцией на любую основную плоскость проекций она изобразиться не может. Поэтому необходимо спроецировать ее на дополнительную плоскость проекций, расположив последнюю таким образом, чтобы эти две плоскости стали взаимно перпендикулярными.

Две плоскости взаимно перпендикулярны, если одна из них содержит перпендикуляр ко второй. Исходя из этого, дополнительную плоскость следует расположить перпендикулярно линии уровня треугольника. Это следует из того, что дополнительная плоскость, по отношению к основной, является проецирующей, а перпендикуляром к проецирующей плоскости будет линия уровня.

Для примера, определим угол наклона плоскости  $\Delta$ , заданной двумя пересекающимися прямыми, к фронтальной плоскости проекций (рис. 4.5).

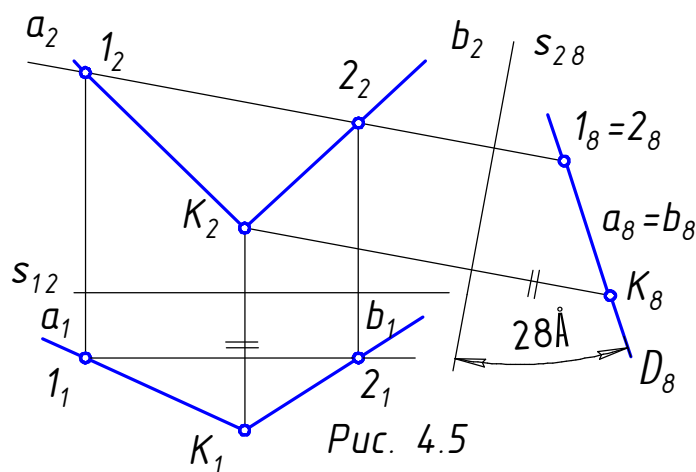


Рис. 4.5

Для этого, в плоскости  $\Delta$  проведем фронтальную линию  $1_2$ , а затем – дополнительную фронтально-проецирующую плоскость проекций  $\Pi_8$  перпендикулярную фронтальной проекции фронтали. Плоскость  $\Delta$  изобразится на плоскости  $\Pi_8$  следом-проекцией  $\Delta_8$ , а плоскость проекций  $\Pi_2$  – линией, совпадающей с

осью  $s_{28}$ . Угол между этими линиями будет искомым.

Для определения угла наклона плоскости общего положения к плоскости проекций можно воспользоваться линией наибольшего наклона

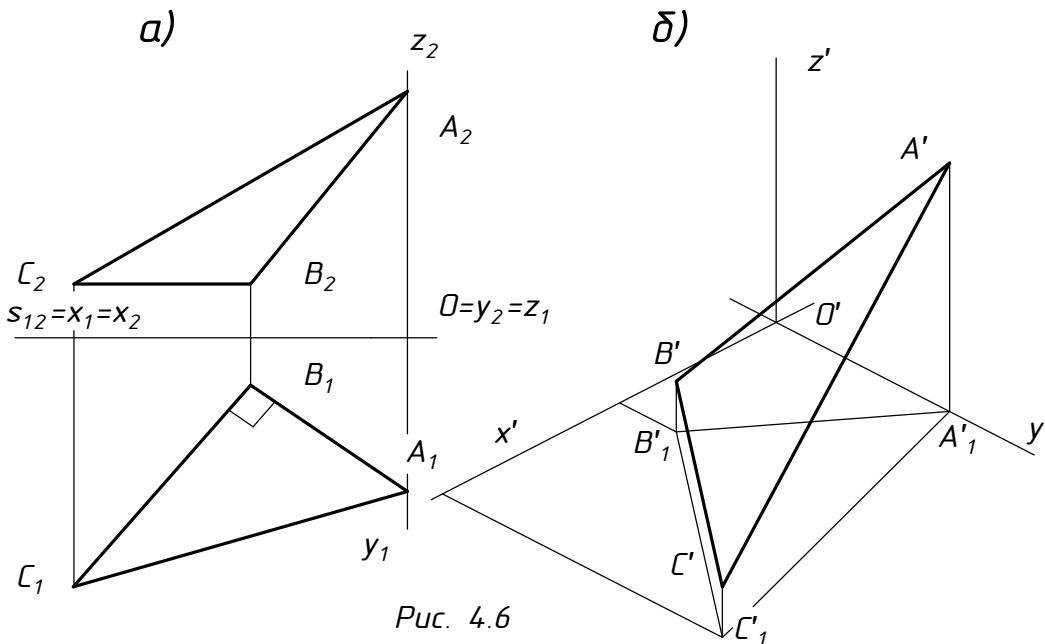


Рис. 4.6

плоскости. Эта линия принадлежит плоскости общего положения, располагаясь перпендикулярно линии уровня этой же плоскости, и образует с плоскостью проекций угол, равный углу наклона плоскости.

Если исходить из того, что катет BC на чертеже занимает положение линии уровня, то катет AB (рис. 4.6, а) является линией наибольшего наклона и, следовательно, определяет наклон треугольника ABC к плоскости проекций  $\Pi_1$ . Подобный угол был определен при нахождении истинной длины отрезка AB (см. рис. 4.3).

Для вычерчивания аксонометрического изображения произвольно расположенного в пространстве треугольника ABC (рис. 4.6, а), на его чертеже прежде всего необходимо указать систему трех взаимно перпендикулярных осей  $x$ ,  $y$  и  $z$ , которые затем будут использованы при построениях. Их можно нанести в любом месте чертежа, ориентируясь лишь на удобство построения наглядного изображения. Можно воспользоваться системой осей, уже имеющейся на исходном чертеже. Тогда начало аксонометрических осей будет располагаться в точке  $O$ .

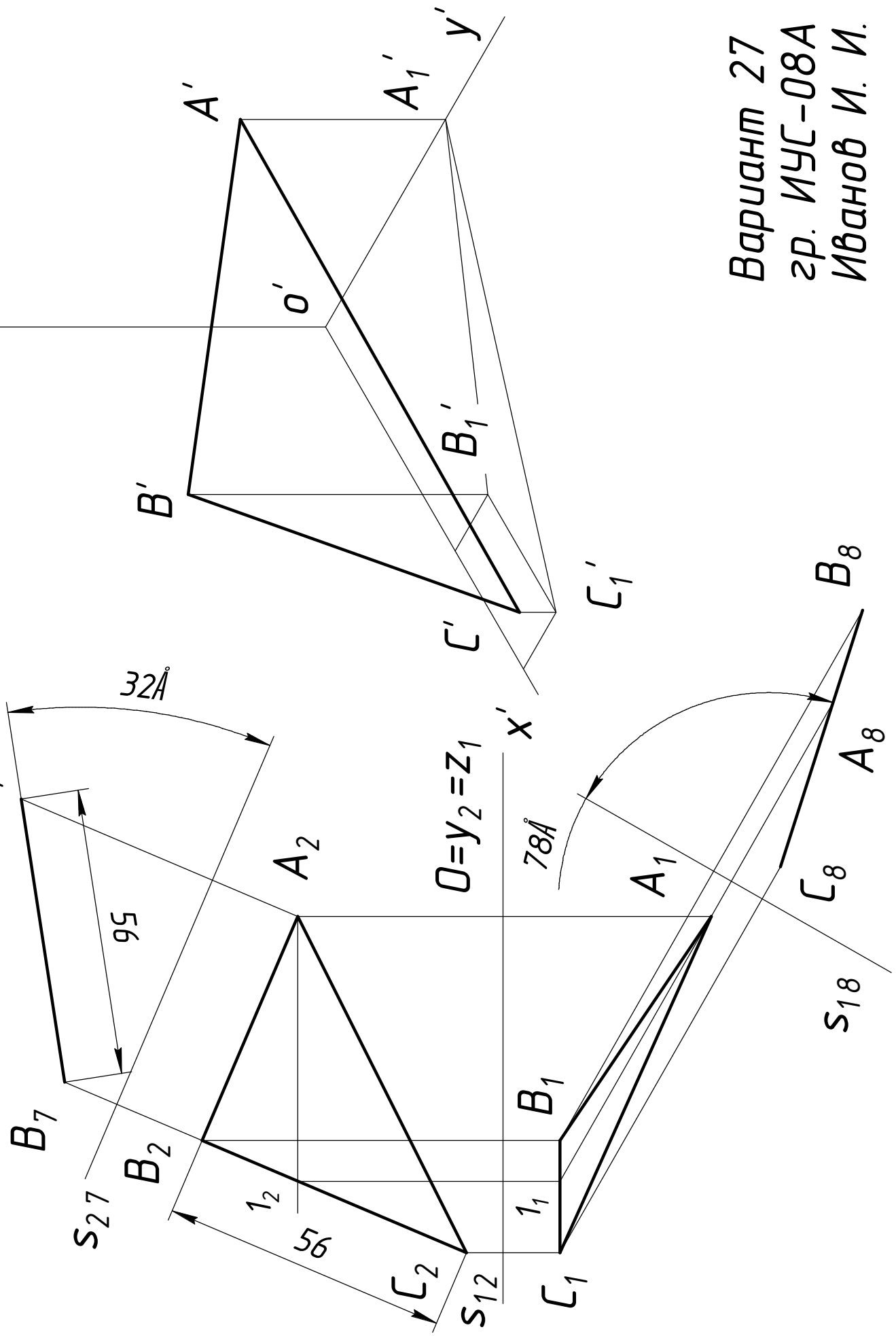
Для прямоугольной изометрии (рис. 4.6, б) эти оси на плоскости картины следует изобразить под углами  $120^\circ$  друг к другу. Ось  $z$  при этом всегда занимает вертикальное положение.

Каждая вершина треугольника имеет три координаты. Найдите их на чертеже. Вначале по координатам  $x$  и  $y$  постройте, так называемую, вторичную проекцию треугольника  $A_1B_1C_1$  (аксонометрическое изображение горизонтальной проекции треугольника). Напомним, что числовые значения координат следует откладывать по соответствующим осям или по ли-

ниям им параллельным. Затем из полученных вершин восставьте перпендикуляры и отложите на них значения высотных координат точек.

На рис. 4.7 показан один из вариантов задания 4.

Задание 6. Построить проекции прямоугольного равнобедренного треугольника ABC.  $A_7$



Вариант 27  
г.р. ИУС-08А  
Иванов И. И.

Рис. 4.7

◇ Может ли быть изображен на основной плоскости проекций в неискаженном виде прямой угол между проекциями двух взаимно перпендикулярных отрезков прямых общего положения?

◇ Каким образом необходимо расположить дополнительную плоскость проекций к плоскости произвольного треугольника общего положения, чтобы проекция треугольника изобразилась на эту дополнительную плоскость в линию?

◇ Нарисуйте эскиз с чертежа (рис. 4.6, а) и на нем проекциями  $D_1$  и  $D_2$  задайте произвольную точку  $D$ . Через эту точку проведите плоскость, перпендикулярную плоскости треугольника  $ABC$  и профильной плоскости проекций.

### ЗАДАНИЕ 5

Построить проекции прямой треугольной призмы  $ABCDEF$  с расстоянием между основаниями 55 мм, если ее боковая грань  $ABDE$  прямоугольной формы с размерами 55х32 мм занимает горизонтально-проецирующее положение под углом  $30^\circ$  к фронтальной плоскости проекций, а ребро основания  $AC$  длиной 28 мм – фронтально-проецирующее. Призму пересечь плоскостью так, чтобы в сечении получить четырехугольник. Построить проекции и истинный вид сечения. Выполнить одно из возможных решений.

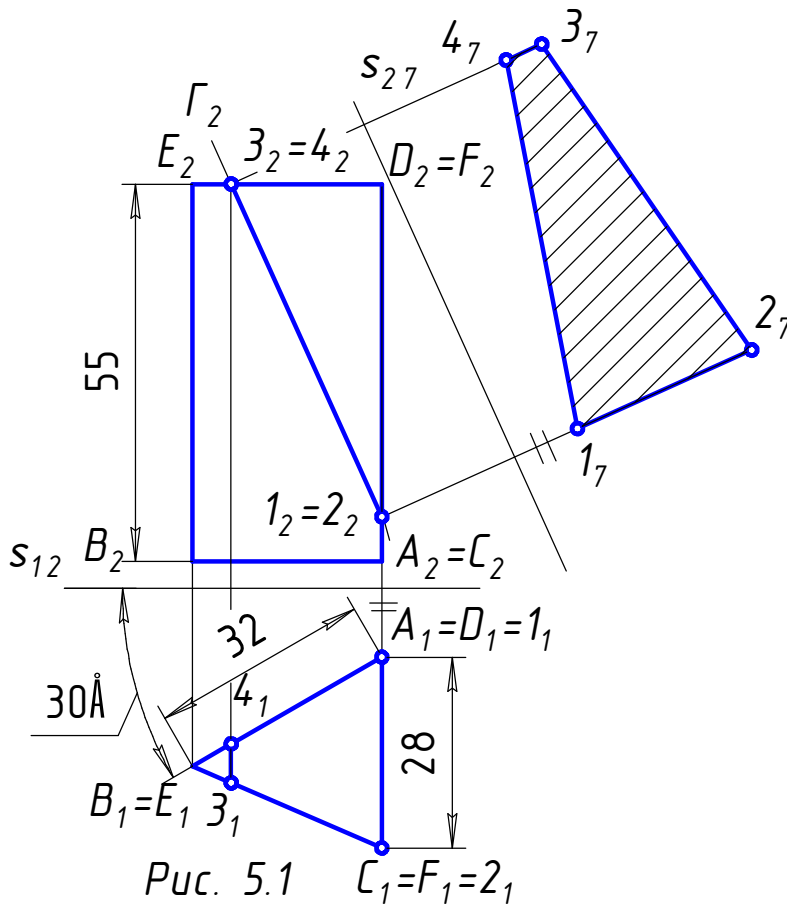
*Целью выполнения задания является создание чертежа многогранника по условиям, заданным в словесной форме, а так же построение истинных видов наклонных сечений.*

Задание составлено таким образом, что нет жесткой связи многогранника с плоскостями проекций, да и сама его форма может получиться разной у разных исполнителей. Единственное требование – отсутствие противоречий с текстом условия. Такая постановка поощряет инициативу и позволяет выбрать удачную компоновку чертежа.

Прямая призма это многогранник, у которого две грани, называемые основаниями, равные прямоугольниками, а остальные грани, называемые боковыми, являются прямоугольниками. Особенность призм – наличие большого количества параллельных ребер. Поэтому, зная положение одной из боковых граней (или даже одного бокового ребра) и одного основания, используя свойство параллельности прямых, нетрудно вычертить проекции этого многогранника (рис. 5.1).

После построения изображений, установите видимость ребер, обозначьте вершины и проанализируйте положение граней, составляющих поверхность призмы. В рассматриваемом случае основания призмы являются плоскостями уровня, боковые грани: две проецирующие, одна – плоскость уровня. Представьте, как выглядят грани на плоскостях проекций: неиска-

женно или в виде следов-проекций и т.п. Обратите внимание на то, что бо-



ковые грани, располагаясь под произвольными углами к плоскости проекций, но будучи прямоугольниками с ребрами, параллельными этой плоскости, имеют неискаженные прямые углы. После этого постарайтесь представить всю призму в пространстве, вначале неподвижной, затем поворачивая перед мыслительным взором.

Мысленно введите еще одну плоскость  $\Gamma$ , которая пересекала бы многогранник. Изменяя наклон этой плоскости, поворачи-

вая ее или двигая параллельно самой себе, добейтесь того, чтобы сечение имело столько вершин, сколько их указано в задании. Подумайте, какое наибольшее и наименьшее число вершин может быть в сечении.

Задайте положение секущей плоскости на чертеже. Она может занимать любое положение относительно плоскостей проекций. Однако произвольное расположение этой плоскости затруднит построение сечения. Использование плоскости уровня в качестве секущей не даст возможности научиться строить истинный вид сечения на дополнительной плоскости, поэтому в качестве секущей рекомендуем брать проецирующую плоскость. Отметьте точки пересечения следа-проекции  $\Gamma_2$  секущей фронтально-проецирующей плоскости с призмой, пронумеруйте и убедитесь, что получено необходимое число вершин. Используя условие принадлежности точек линиям, постройте недостающую проекцию сечения. Проекция сечения (в отличие от его истинного вида) не штрихуют. Если какие-то отрезки, принадлежащие контуру сечения, окажутся скрытыми, покажите их линиями невидимого контура. В связи с тем, что грани призмы занимают особое положение, многие линии сечения будут совпадать со следами-проекциями этих граней.

Задание 5. Построить проекции прямой четырехугольной призмы.

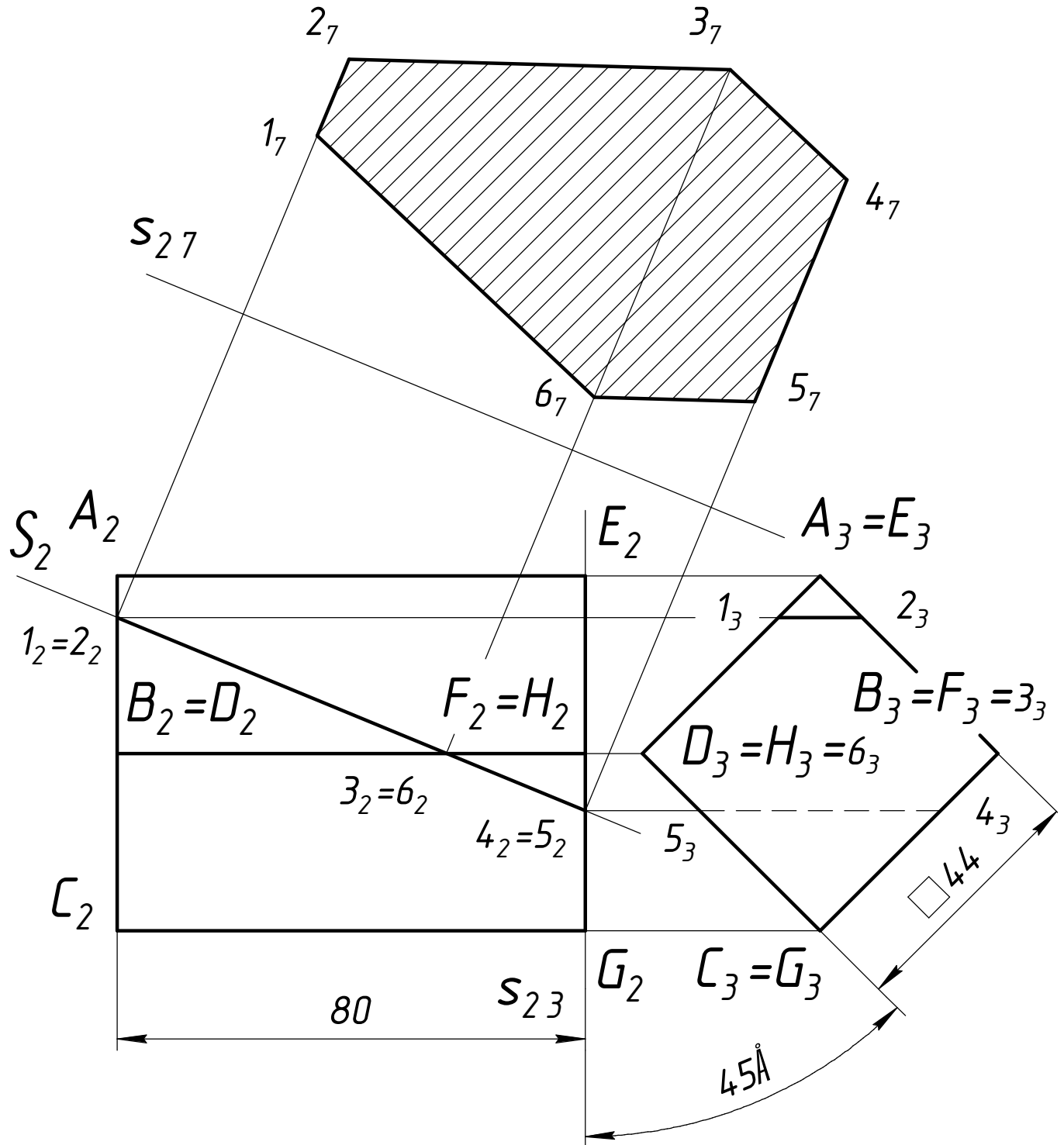


Рис. 5.2

Вариант 27  
 гр. ИУС-08А  
 Иванов И. И.

Получить истинную величину сечения можно, спроецировав его на

дополнительную плоскость проекций, расположив последнюю параллельно секущей плоскости. Построения на дополнительной плоскости Вам уже известны.

Для задания, приведенного на рис. 5.2, условие составлено следующим образом.

Построить проекции четырехугольной призмы ABCDEFGH с расстоянием между квадратными основаниями 80 мм. Ее боковая грань DCGH прямоугольной формы с размерами 80x44 мм занимает профильно-проецирующее положение и расположена под углом  $45^\circ$  к фронтальной плоскости проекций. Призму пересечь плоскостью так, чтобы в сечении получить шестиугольник. Построить проекции и истинный вид сечения.

◇ Какая фигура получится в сечении (рис. 5.1), если секущую плоскость  $\Gamma$  сместить на 1 см влево параллельно самой себе?

◇ Какую фигуру можно получить в сечении призмы, изображенной на рис 5.2, если в качестве секущей плоскости использовать профильно-проецирующую плоскость?

◇ Что получится в сечении плоскостью  $\Sigma$ , если боковую поверхность призмы (рис 5.2) заменить на цилиндрическую?

## ЗАДАНИЕ 6

Выполнить чертеж модели по ее описанию и нанести размеры.

*Целью выполнения задания является создание мысленного пространственного образа модели по словесному описанию, путем последовательного наращивания изменений в ее форме, и построение чертежа этой модели.*

Исходная форма – прямой круговой цилиндр с расстоянием между основаниями 70 мм, диаметрами оснований 40 мм и с осью расположенной вертикально. По оси цилиндра выполнено сквозное призматическое отверстие, основаниями которого являются правильные треугольники, вписанные в окружность  $\varnothing 32$  мм. Одна из боковых граней отверстия расположена справа от оси и занимает профильное положение.

Часть модели удалена посредством двух пересекающихся между собой под углом  $135^\circ$  плоскостей. Первая плоскость расположена между профильной боковой гранью призматического отверстия и осью, параллельна этой грани и удалена от оси модели на 4 мм. Протяженность этой плоскости от верхнего основания модели до линии пересечения плоскостей – 35 мм. Вторая плоскость – фронтально-проецирующая – пересекает ось модели.

Со стороны верхнего основания двумя фронтальными и одной горизонтальной плоскостями вырезан открытый, сквозной, симметрично распо-



ложенный относительно плоскости симметрии модели, прямоугольный паз. Расстояние от основания модели до горизонтальной плоскости паза составляет 22 мм, его ширина – 16 мм.

Построение законченной формы модели проходит в несколько промежуточных этапов. При этом за основу выбирается исходная форма, а расположение остальных элементов, составляющих модель, привязывается к ней посредством размеров.

Принятая в описании исходная форма модели легко ассоциируется с заготовкой детали. Представьте себе стальной стержень, изготовленный методом проката, с поперечным сечением в виде круга или правильного многоугольника. Если затем этот стержень разрезать под прямым углом к его оси на мерные отрезки, то это и будут заготовки будущих деталей, очень похожие на исходную форму в задании. В дальнейшем заготовки подвергаются обработке путем удаления части материала на токарных, сверлильных, фрезерных и других станках до получения готовой детали.

Обратимся к тексту описания задания. Этапы следует выполнять строго в порядке их следования.

Представим в пространстве исходную форму модели. Это прямой цилиндр с вертикальной осью, соосно с которым выполнено треугольное призматическое отверстие (рис. 6.1, *а*).

В соответствии с указаниями второго этапа, введем две пересекающиеся плоскости и удалим отсеченную ими часть модели (рис. 6.1, *б*). Первая плоскость, будучи параллельной боковой грани треугольной призмы, а, следовательно, и оси цилиндра, рассекает цилиндрическую поверхность по образующим (прямым линиям). В сечении двух боковых граней призматического отверстия также появятся прямые линии. В совокупности с отрезками прямых, образовавшимися от пересечения первой плоскости с основанием модели и со второй секущей плоскостью, на модели образовались две прямоугольные площадки. Вторая плоскость, расположенная под углом к оси цилиндра, пересечет его по эллипсу (эллипс не полный, так как не все его образующие пересекаются плоскостью), а боковые грани призматического отверстия – по двум пересекающимися между собой прямым.

На третьем этапе в модели необходимо прорезать сквозной, открытый в сторону верхнего основания, прямоугольный паз. Результат построения этого паза показан на рис. 6.1, *в*.

Представив в общем виде форму модели, можно переходить к выполнению чертежа. Расположение и количество изображений модели выбираем из следующих соображений. Для неискаженного показа оснований цилиндра и треугольного призматического отверстия необходимо изображение на горизонтальной плоскости проекций. Взаимное расположение двух секущих плоскостей может быть прочитано на фронтальной плоскости, т.к. на эту плоскость они изображаются в виде следов-проекций. Пря-

моугольную форму паза можно передать на профильной плоскости проекций. При этом не искаженно будет изображаться также фигура, образовавшаяся в результате сечения исходной модели первой плоскостью.

а) Исходная форма б) Вырез плоскостями в) Создание паза

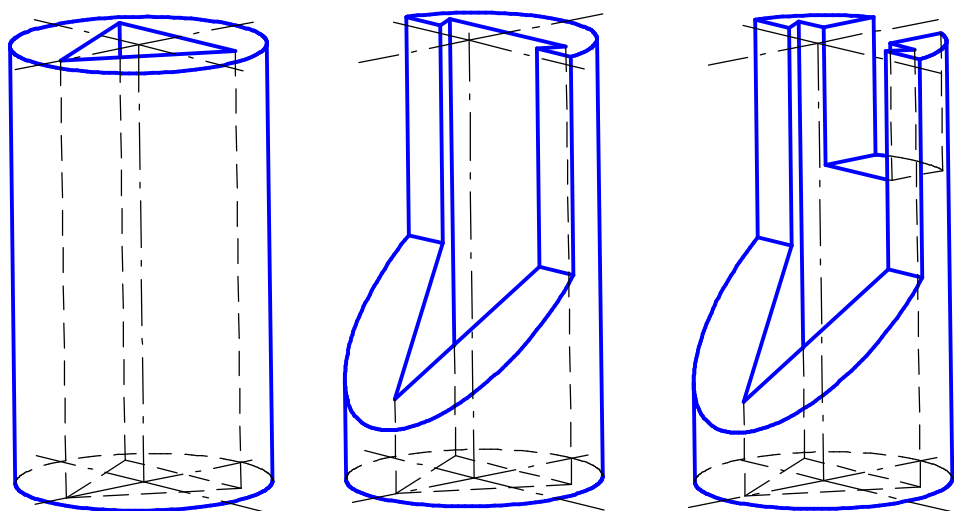


Рис. 6.1

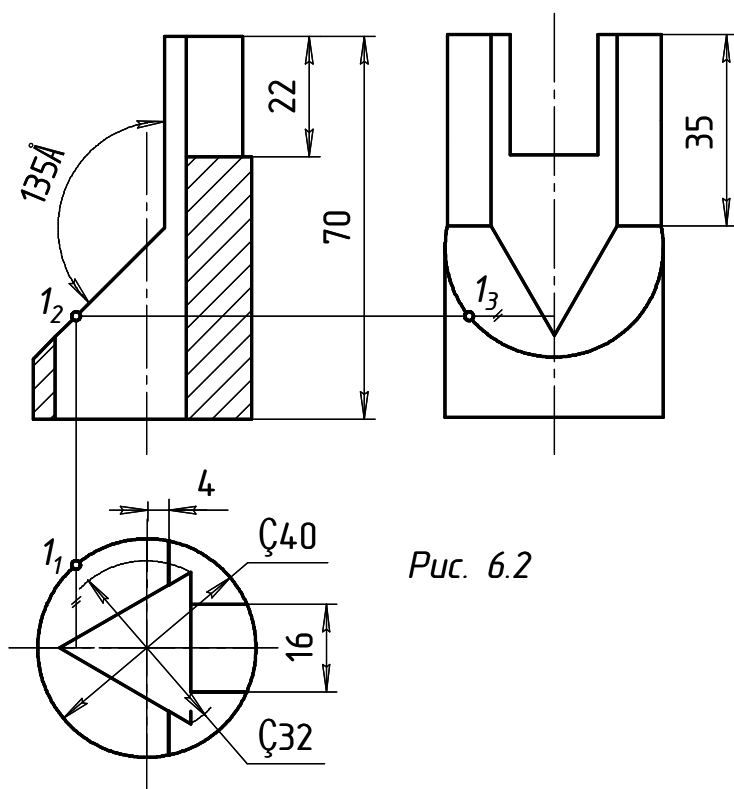


Рис. 6.2

Таким образом, на чертеже необходимы три изображения модели: спереди, сверху и слева. Для показа внутренней формы модели целесообразно вид спереди заменить фронтальным разрезом, секущая плоскость которого совпадает с плоскостью симметрии модели.

Напомним построение профильной проекции эллипса на примере построения произвольной точки, принадлежащей этому эллипсу

На плоскость проекций  $\Pi_2$  эллипс проецируется в виде прямой линии,

Задание 7. Выполнить чертеж модели.

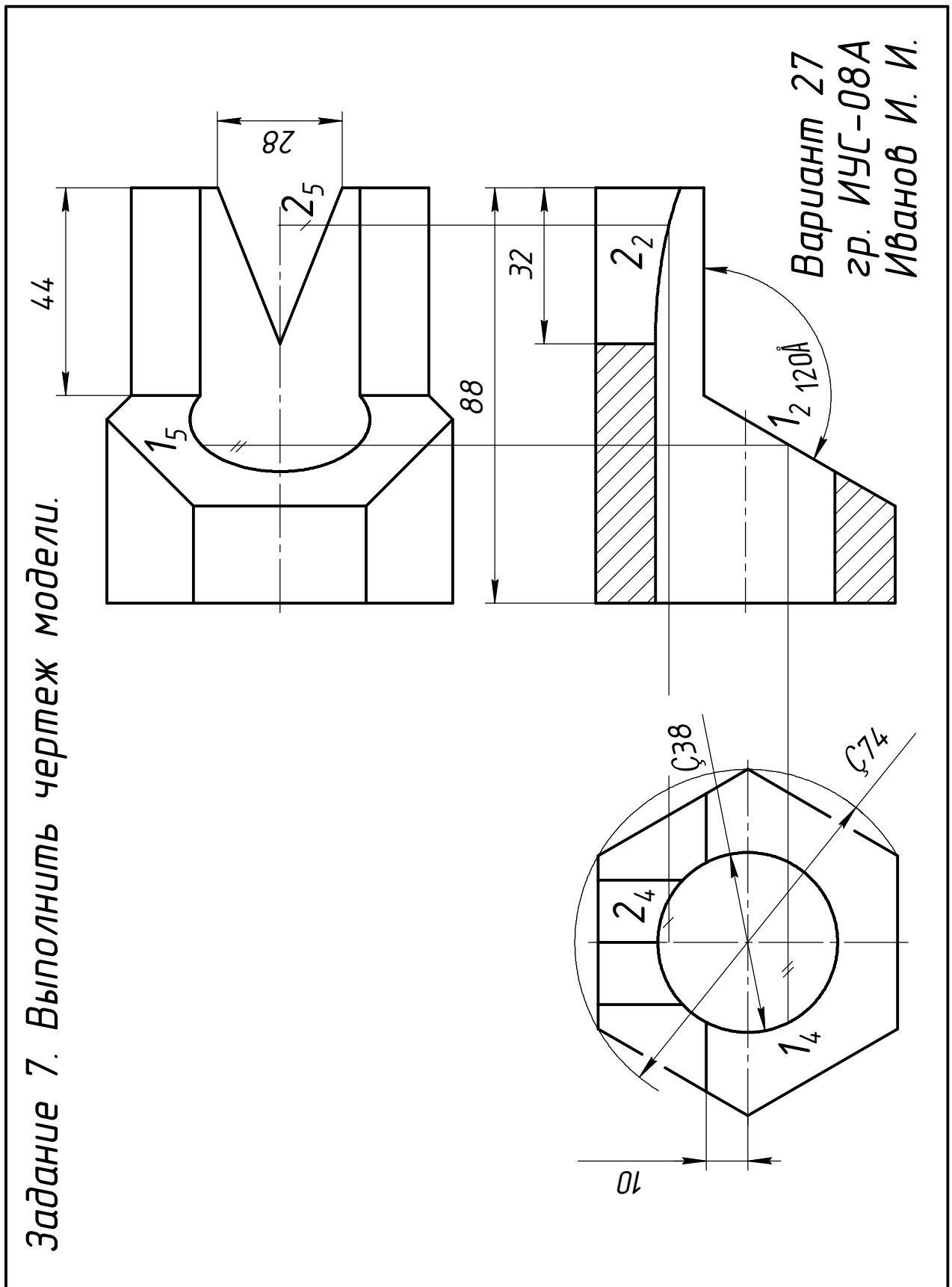


Рис. 6.3

совпадающей со следом-проекцией наклонной секущей плоскости, а на  $\Pi_1$  – в виде части окружности, в которую проецируется поверхность цилиндра. Выберем произвольную точку 1, задав ее проекциями  $1_2$  и  $1_1$ , лежащими на следах-проекциях цилиндра и плоскости, а так же на вертикальной линии связи. Через фронтальную проекцию  $1_2$  точки 1 проведем горизонтальную линию связи, и на ней от оси симметрии вида слева отложим глубину этой точки относительно оси модели. Глубина взята на виде сверху и показана засечками.

Не всегда модель следует передавать на чертеже с помощью привычных видов спереди, сверху и слева. Выбор необходимых изображений диктует форма модели и ее расположение относительно плоскостей проекций.

На рис. 6.3 приведен чертеж, выполненный в соответствии со следующим текстом.

Исходная форма – правильная прямая призма длиной 88 мм (размеры даны с учетом того, что чертеж выполнен на формате А4, задание б выполняется на формате А3.). Ее основания – шестиугольники, вписанные в окружности диаметром 74 мм. Верхняя и нижняя боковые грани призмы занимают горизонтальное положение. Вдоль оси призмы, занимающей профильно-проецирующее положение, выполнено сквозное цилиндрическое отверстие диаметром 38 мм.

Нижняя правая часть модели удалена посредством двух пересекающихся между собой под углом  $120^\circ$  плоскостей. Первая плоскость – горизонтальная – расположена выше оси модели на расстоянии 10 мм. Протяженность этой плоскости от правого основания модели до линии пересечения плоскостей – 44 мм. Вторая плоскость – фронтально-проецирующая – пересекает ось модели.

В направлении перпендикулярном первой плоскости, вырезан сквозной, открытый со стороны правого основания, симметрично расположенный относительно плоскости симметрии модели V-образный паз. Ширина паза в правом основании модели – 28 мм, длина – 32 мм.

Выполнить разрез по плоскости симметрии детали.

Если принять обычную схему расположения видов (спереди, слева, сверху), большинство изменений, образующихся в модели в результате выполнения второго и третьего пунктов задания, на чертеже будет необходимо выполнять линиями невидимого контура. Это затрудняет чтение чертежа и не рекомендуется стандартом на изображения (ГОСТ 2.305-68). Поэтому на чертеже описанной модели вместо видов слева и сверху приняты виды справа и снизу.

◇ Какие линии на чертеже станут невидимыми (рис. 6.2), если вид сверху заменить видом снизу? Где этот вид будет располагаться по отношению к главному?

◇ Какие линии изменят свою форму и положение на чертеже модели (рис. 6.2), если в третьем пункте задания прямоугольный паз заменить V-образным с теми же размерами?

### ЗАДАНИЕ 7

Построить проекции линии пересечения поверхностей двух геометрических тел. Показать видимость и нанести размеры.

*Целью выполнения задания является приобретение умений находить элементы, общие для поверхностей двух геометрических тел.*

Приступая к выполнению задания, необходимо четко уяснить, что линия пересечения поверхностей двух геометрических тел всегда лежит на этих поверхностях и никогда не находится внутри их. Ее форма зависит от того, какие поверхности участвуют в пересечении:

- при взаимном пересечении поверхностей многогранников возникает пространственная ломаная замкнутая линия, состоящая из участков прямых линий;

- при пересечении поверхности многогранника с поверхностью тела вращения появляется линия, состоящая из частей плоских кривых – окружностей, эллипсов, гипербол и т. п.;

- две поверхности вращения в результате взаимного пересечения дают кривую четвертого порядка.

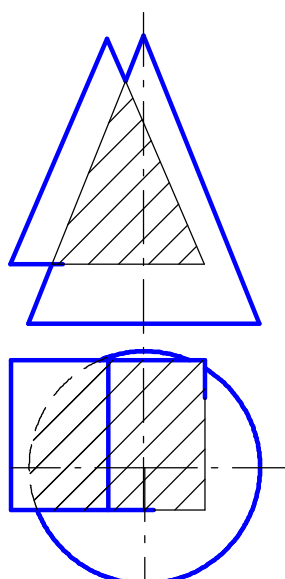


Рис. 7.1

Построение этих линий на чертежах одно-типно – определяются точки, принадлежащие одновременно двум поверхностям. Количество их зависит от сложности линии пересечения. Полученные точки соединяются либо отрезками прямых, либо плавными кривыми. Важно, чтобы еще до начала построений в общих чертах представлять себе, какую линию пересечения следует ожидать. Это помогает избежать многих ошибок.

Рассмотрим пример построения линии пересечения поверхностей двух геометрических тел. Для первоначального анализа задачи достаточно мелкомасштабного чертежа, помещенного на рис. 7.1, при детальном построении воспользуемся более крупным чертежом (рис. 7.2). В задании дан прямой круговой конус с вертикальной осью и прямая треугольная призма с фронтальными основаниями и двумя фронтально-проецирующими боковыми гранями. Еще одна боковая грань занимает горизонтальное положение. Линия их пересечения, очевидно, будет состоять из частей плоских кривых линий.

Выделим зоны наложения проекций (на рис. 7.1 они заштрихованы) геометрических тел на плоскостях проекций  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ . Внутри этих зон или на их границах будут располагаться проекции линии пересечения. За пределы границ выйти они не могут, так как принадлежат обеим поверхностям.

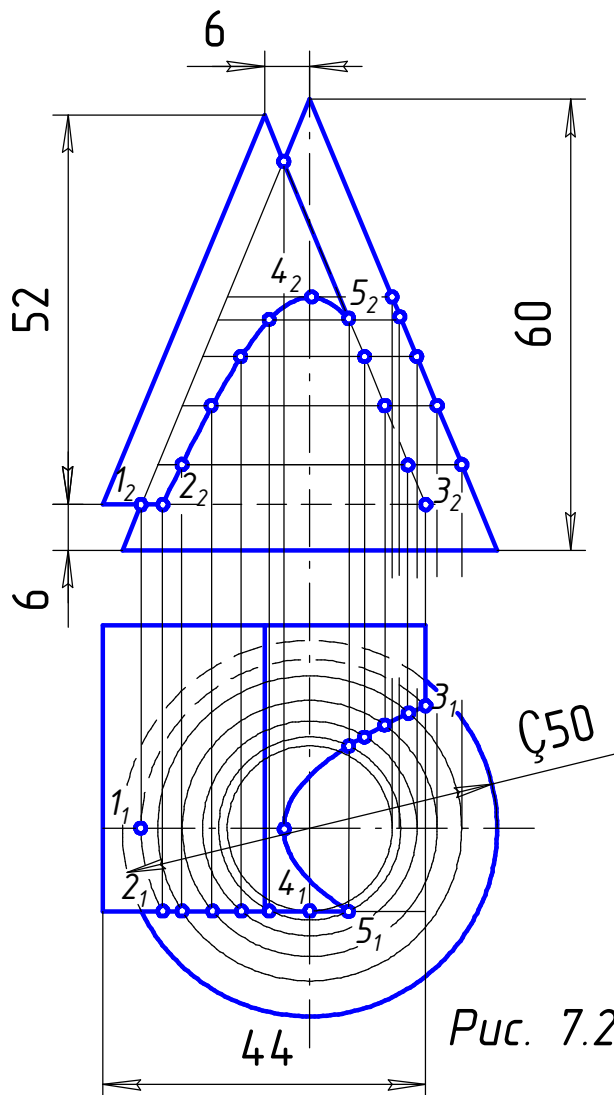


Рис. 7.2

сечении получим параболу;

- переднее фронтальное основание призмы расположено параллельно двум образующим конуса (на плоскости проекций  $\Pi_1$  они совпадают с горизонтально расположенной осью проекции конуса). В этом случае в сечении будет располагаться гипербола.

Для определения точек, принадлежащих линиям пересечения, прежде всего, выявляют плоскости или поверхности, участвующие в пересечении и занимающие проецирующее положение. Если на какой-либо плоскости проекций такая плоскость или поверхность изображена в виде следа-

Анализируя расположение граней призмы по отношению к зонам наложения, можно сделать предварительный вывод о том, что в пересечении будут участвовать нижняя и правая боковые грани (на виде спереди видно, что левая грань не касается зоны наложения) и переднее основание призмы. Заднее основание не касается зоны наложения, это видно на виде сверху.

Судя по расположению граней призмы, участвующих в пересечении, относительно конуса, линия пересечения будет состоять из частей следующих кривых:

- горизонтально расположенная боковая грань призмы пересечет конус по окружности;
- правая фронтально-проецирующая боковая грань призмы располагается параллельно крайней правой образующей конуса, следовательно, в

проекция, то на этой линии располагается и соответствующая проекция линии пересечения. Назначив несколько точек на этой линии, привязывают их ко второй поверхности, участвующей в пересечении, и определяют их недостающие проекции.

Определим радиус окружности, по которой конус пересекается с горизонтальной гранью призмы. Для этого отметим фронтальную проекцию точки 1, лежащую на крайней левой образующей конуса и отметим ее горизонтальную проекцию. Расстоянием от центра до этой точки на виде сверху опишем окружность, ограничив ее пределами зоны наложения изображений. Отметим начальную ( $2_1$ ) и конечную ( $3_1$ ) проекции точек дуги окружности и построим их фронтальные проекции.

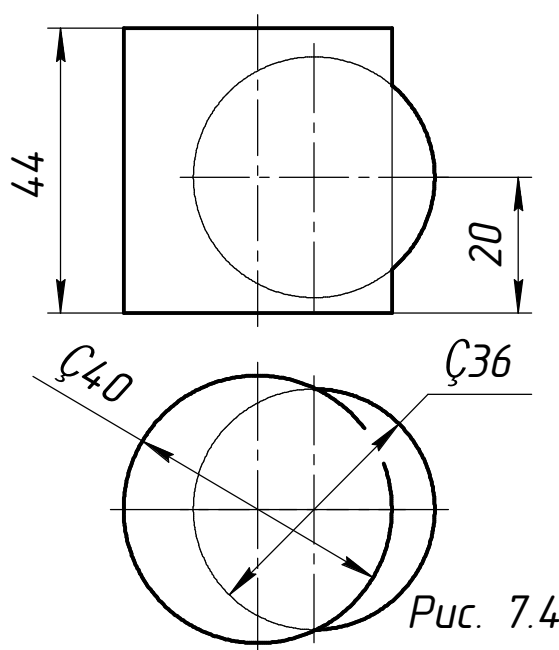
Проведем на конусе ряд произвольных окружностей. На плоскости проекций  $\Pi_2$  отметим точки пересечения этих окружностей со следом-проекцией правой фронтально-проецирующей грани, а на плоскости  $\Pi_1$  – со следом-проекцией фронтального основания призмы. Затем построим недостающие проекции этих точек и соединим их плавными кривыми. Полученные кривые пересекутся между собой в точке 5 на левом ребре переднего основания призмы.

После построения линии взаимного пересечения, геометрические тела рассматривают уже как единое целое – геометрическую модель. Линии на поверхности одного геометрического тела, которые в результате пересечения оказались внутри второго (линии взаимного проникания), на чертеже не отмечаются, а сохраняются лишь как линии построения.

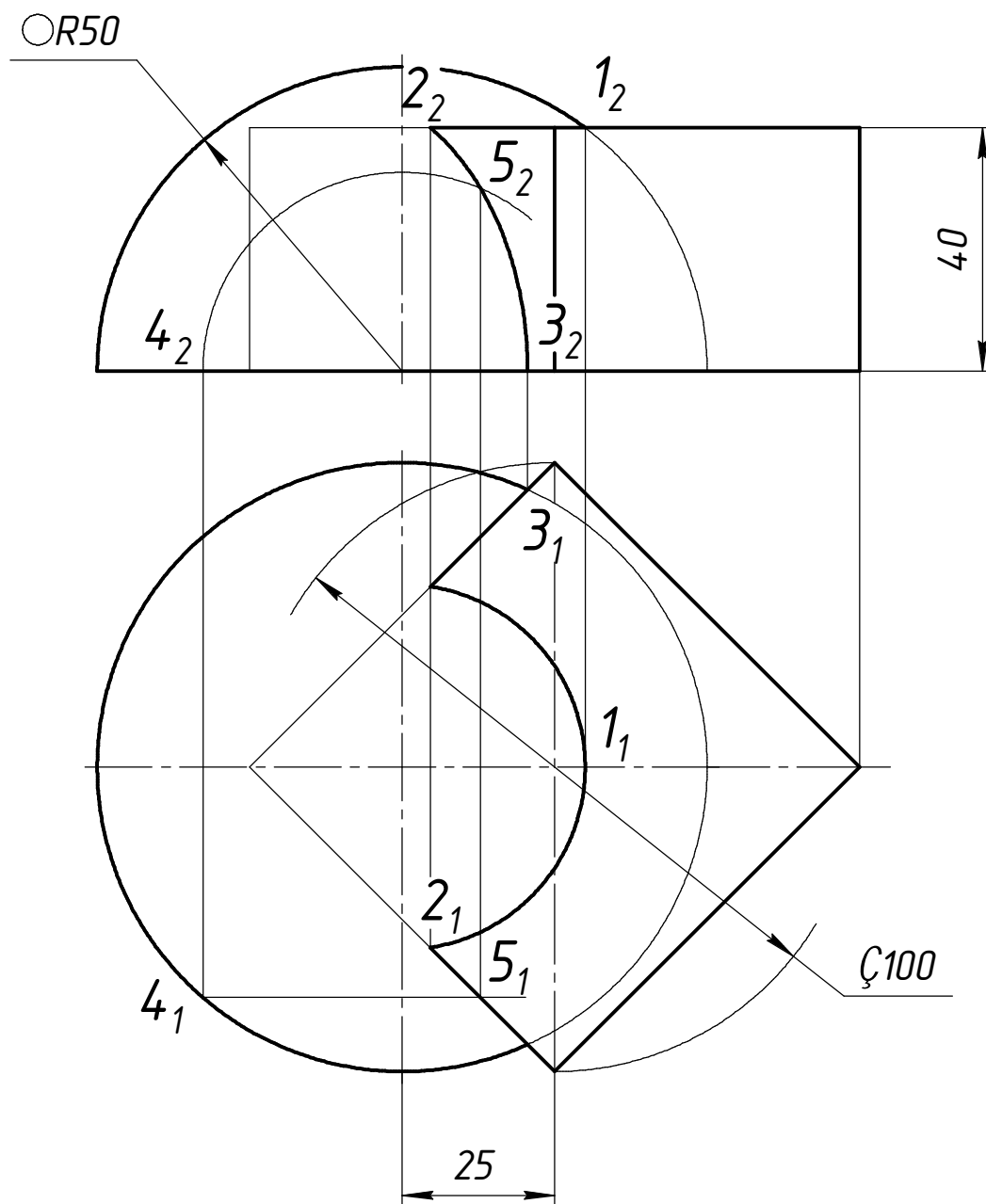
На рис. 7.3 приведен чертеж модели, которая состоит из пересекающихся между собой полусферы и прямой призмы, в основаниях которой лежат квадраты.

◇ По каким линиям пересекаются соосные геометрические тела, ограниченные поверхностями вращения, например, прямой круговой цилиндр и сфера, прямой круговой конус и сфера?

◇ Прочитайте чертеж, приведенный на рис. 7.4. Какие геометрические тела участвуют во взаимном пересечении? Боковая поверхность какого геометрического тела занимает проецирующее положение и на какую плоскость проекций? Как построить проекции линии взаимного пересечения поверхностей этих геометрических тел.



*Задание 7. Построить проекции линии пересечения поверхностей*



*Вариант 27  
гр. ИУС-08А  
Иванов И. И.*

*Рис. 7.3*



## ЗАДАНИЕ 8

По аксонометрическому изображению построить чертеж модели, используя изображения, выявляющие ее наружную и внутреннюю формы. Модель имеет две плоскости симметрии, отверстия и пазы сквозные. Нанести размеры. Выполнить истинный вид наклонного сечения (положение секущей плоскости на готовом чертеже задает преподаватель).

*Целью выполнения задания является развитие навыков построения чертежей моделей по их наглядным изображениям.*

Прямоугольное проецирование на несколько плоскостей проекций, которое используют для создания чертежей, и параллельное проецирование на одну плоскость проекций – для выполнения аксонометрических изображений, очень распространенные, конечно, не единственные методы хранения графической информации. Они получили широкое признание из-за очевидных достоинств. Прямоугольное изображение предмета на нескольких плоскостях позволяет передавать его форму и размеры точно и однозначно. Платой за это является длительность и сложность процесса обучения этому методу.

Аксонометрические изображения очень наглядны, но предмет виден только с одного направления, некоторые элементы его формы нечитаемы. Поэтому, в задании, помимо аксонометрии модели, приведены еще и словесные дополнения, касающиеся ее формы (наличие сквозных отверстий, плоскостей симметрии, т.п.). В аксонометрии трудно проставлять размеры. Но, два этих метода в совокупности хорошо дополняют друг друга и часто используются совместно. Кроме того, аксонометрические проекции используют на первых этапах обучения графическим дисциплинам, когда пространственный образ предмета трудно удерживать в сознании без дополнительной чувственной опоры. С этой точки зрения, полезны упражнения перевода графической информации о предмете, содержащейся в аксонометрии в прямоугольный чертеж и наоборот.

Для выполнения задания необходимо:

- по аксонометрическому изображению представить форму модели и попытаться описать ее словами;
- выбрать изображения, которые могут однозначно передать графическую информацию о предмете;
- одно из изображений назначить главным.

Напомним, что количество изображений предмета должно быть минимальным, но достаточным для его изготовления. Коротко о критериях выбора. Любой отсек плоскости, ограничивающий модель на чертеже должен быть показан дважды: один раз неискаженно (его необходимо расположить параллельно плоскости проекций), а второй – в виде следа-проекции (необходимо расположить перпендикулярно плоскости проек-

ций). Первое позволяет нанести размеры формы этого отсека, второе – размеры положения его относительно других элементов модели, а все вместе позволяет представить форму и расположение этого отсека в самой модели. При наличии в составе модели поверхностей вращения их оси следует располагать параллельно или перпендикулярно плоскостям проекций.

Для передачи формы и размеров модели следует привлекать изображения как реальные (основные и дополнительные виды), так и условные (разрезы и сечения). При назначении главного изображения (фронтальная проекция модели) следует помнить, что из всех изображений оно является самым информативным и должно способствовать компактному расположению изображений на поле чертежа.

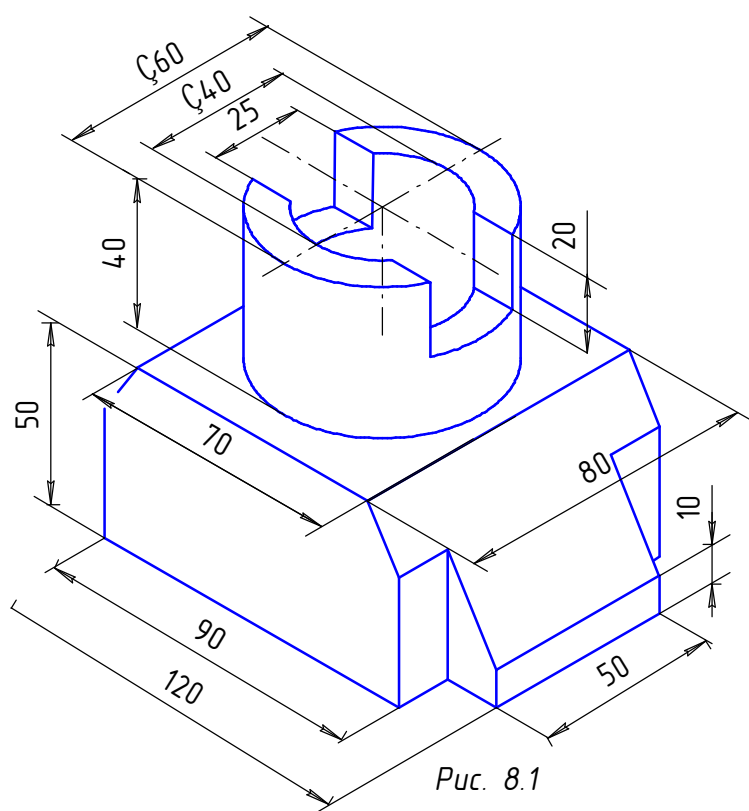


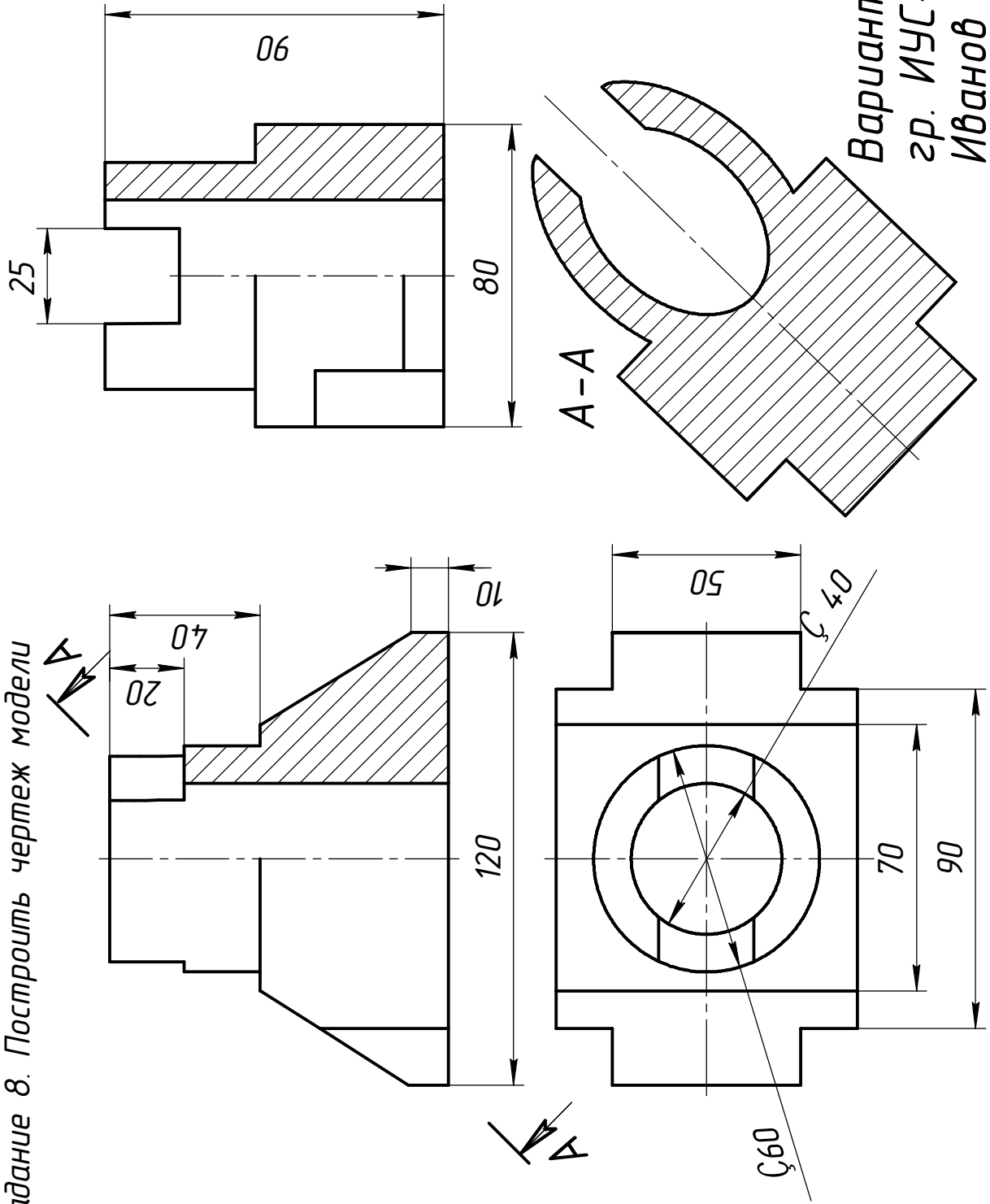
Рис. 8.1

На рис. 8.1 представлена прямоугольная изометрия модели. Она состоит из основания в виде прямоугольного параллелепипеда размерами 120x80x50 мм. Четыре вертикальные ребра первоначальной длины 50 мм вырезаны каждое двумя пересекающимися между собой плоскостями. Одна из них параллельна грани с размерами 120x50 мм и отстоит от нее на расстоянии 15 мм, а вторая параллельна грани 80x50 мм и отстоит от нее также на расстоянии 15 мм. С двух сторон основание

модели срезано двумя симметрично расположенными относительно поперечной плоскости симметрии наклонными плоскостями. В результате отсечения верхняя грань с первоначальными размерами 120x80 мм превращается в прямоугольник с размерами 80x70 мм. Секущие плоскости оставляют на гранях с первоначальными размерами 80x50 мм прямоугольники высотой 10 мм.

На грани с размерами 80x70 мм расположен прямой круговой цилиндр длиной 40 мм и диаметром 60 мм. Ось цилиндра совпадает с линией пересечения плоскостей симметрии модели. Соосно с этим цилиндром на всю высоту модели просверлено цилиндрическое отверстие диаметром 40 мм.

Задание 8. Построить чертеж модели



Вариант 27  
гр. ИУС-08А  
Иванов И. И.

Рис. 8.2

В верхней цилиндрической части модели прорезан сквозной, открытый сверху прямоугольный паз, симметрично расположенный вдоль продольной плоскости симметрии. Ширина паза 25 мм, глубина – 20 мм.

Для неискаженного показа на чертеже боковых граней параллелепипеда, требуются его изображения на трех плоскостях проекций, расположенных параллельно этим граням. На эти же плоскости проекций, но расположенные перпендикулярно парам боковых граней, последние будут изображаться в виде следов-проекций (рис. 8.2).

Поверхности соосных цилиндров так же изобразятся на трех плоскостях проекций. Такого количества изображений для прямых цилиндров излишне много, но избежать подобную избыточность трудно, так как она присуща самому методу прямоугольного проецирования на взаимно перпендикулярные плоскости проекций.

Для показа прямоугольного паза и сквозного внутреннего отверстия использованы фронтальный и профильный разрезы.

Грани, образовавшиеся в результате среза параллелепипеда наклонными плоскостями, на всех использованных плоскостях проекций изображаются искаженно, в том числе на  $\Pi_2$  – следами-проекциями. Однако, контуры плоских фигур, лежащие в этих фронтально-проецирующих плоскостях, образованы отрезками прямых особого положения, в результате чего прямые углы между ними не искажаются, что позволяет правильно оценить их форму и нанести необходимые размеры.

Размеры следует равномерно распределять на всех изображениях. Их количество постоянно, но наносить можно по-разному. К примеру, положение наклонной грани, о которой речь шла в предыдущем абзаце, можно задать не так, как на рис. 8.2, а углом наклона ее к плоскости основания, и т.п. На данном этапе изучения графики это не столь существенно, достаточно, если размеры будут поставлены в соответствии с формальными требованиями ГОСТ 2.307-68 и будет соблюдена их полнота.

Для построения истинной величины наклонного сечения обязательно требуется мысленное представление модели в пространстве, поэтому такие упражнения часто используются в курсе инженерной графики. Построения выполняются на дополнительной плоскости проекций, расположенной параллельно секущей плоскости.

В отличие от построения истинной величины сечения в задании 5, изображение сечения на рис. 8.2 проекционно не связано с другими изображениями модели. Такая разновидность сечений не требует введения осей проекций и линий связи, т.е. не затемняют чертеж, но может выполняться только после усвоения построений проекционно связанных сечений, так как все промежуточные операции здесь выполняются мысленно.

По положению секущей плоскости и форме модели представьте себе фигуру сечения. На фронтальной плоскости проекций она совпадает со

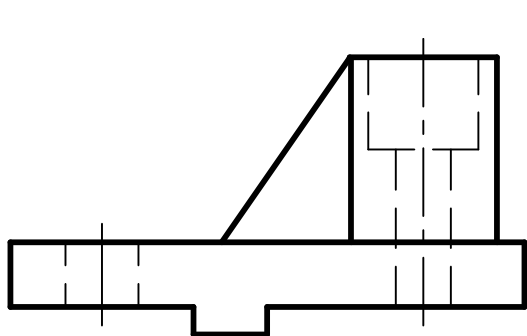
следом-проекцией секущей плоскости, а на горизонтальной – большинство линий, составляющих сечение, будут совпадать со следами-проекциями плоскостей и поверхностей, расположенных перпендикулярно  $\Pi_1$ . Кроме этих линий, появятся и другие, например, отрезок профильно-проецирующей прямой в месте пересечения плоскостью основания модели. Если представить это на первых порах трудно, выделите и пронумеруйте характерные точки сечения.

Сечение будет иметь ось. Это линия пересечения продольной плоскости симметрии секущей плоскостью. Ось сечения можно расположить на поле чертежа в любом удобном, с точки зрения компактности, месте. Она может располагаться либо параллельно следу секущей плоскости, либо горизонтально. В последнем случае, к обозначению сечения добавляют специальный знак, равноценный слову «повернуто». Расстояния между характерными точками сечения вдоль его оси следует измерять на следе секущей плоскости, а расстояния от оси сечения до точки на его контуре - на горизонтальной плоскости проекций (не забывайте, что рассматривается конкретный случай с фронтально-проецирующей секущей плоскостью). Это будет глубина точки, измеренная относительно продольной плоскости симметрии модели.

◇ Что называют аксонометрическим изображением? Как располагаются аксонометрические оси в прямоугольной изометрии?

◇ Как проводить измерения на аксонометрии модели?

## ЗАДАНИЕ 9



Построить чертеж модели, используя заданный вид в качестве главного. Количество необходимых изображений и их содержание принять самостоятельно, по возможности, технически обоснованно. Нанести размеры. Выполнить аксонометрию модели.

*Целью выполнения задания является развитие технического мышления и приобретение опыта выполнения чертежей моделей.*

Известно, что изображение предмета на одну плоскость проекций не дает полного представления о его форме и размерах. Это обстоятельство использовано для построения чертежа модели по неполным первоначальным данным, когда исполнитель по своему усмотрению может создавать форму модели. Но вносить дополнения необходимо так, чтобы предложенное в задании изображение сохранилось неизменным. Этого можно достигнуть, создавая мысленные образы моделей, которые постоянно

сравниваются с изображением и корректируются до получения положительного результата. Вам поможет внимательный анализ заданного изображения, первоначальный опыт выполнения чертежей простых геометрических тел и собственная фантазия.



Рис. 9.2

Выделим контур изображения модели, который внутри не содержит каких-либо видимых линий. Видимая линия внутри контура, как правило, говорит о том, что его поверхность не сплошная, а состоит из частей, между которыми существуют изломы. Проще всего выделенный контур на рис. 9.2 представить в виде плоскости, расположенной параллельно плоскости проекций  $\Pi_2$  (хотя это может быть, например, часть цилиндрической поверхности и т. п.).

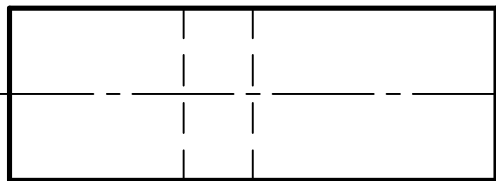
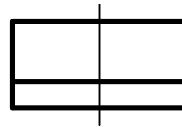
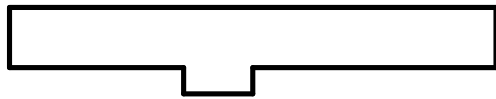
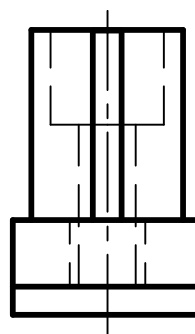
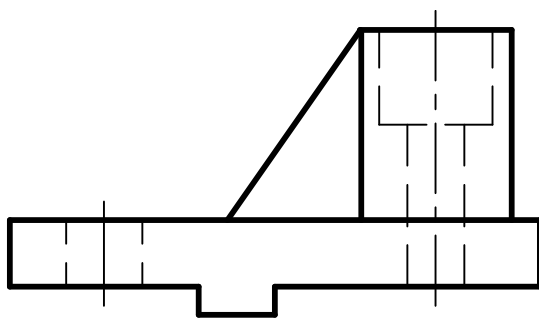


Рис. 9.3

При выполнении следующего шага в разработке конструкции предположим, что эта часть модели, назовем ее основанием, имеет прямоугольную форму и продольную плоскость симметрии (рис. 9.3). Прямоугольный выступ в нижней части основания может служить для фиксации модели в продольном направлении в каком-либо устройстве.

Продолжая конструирование, выступ в правой верхней части модели



представим как прямой цилиндр, а наклонный элемент - как ребро жесткости.

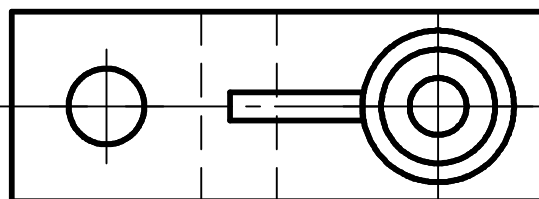
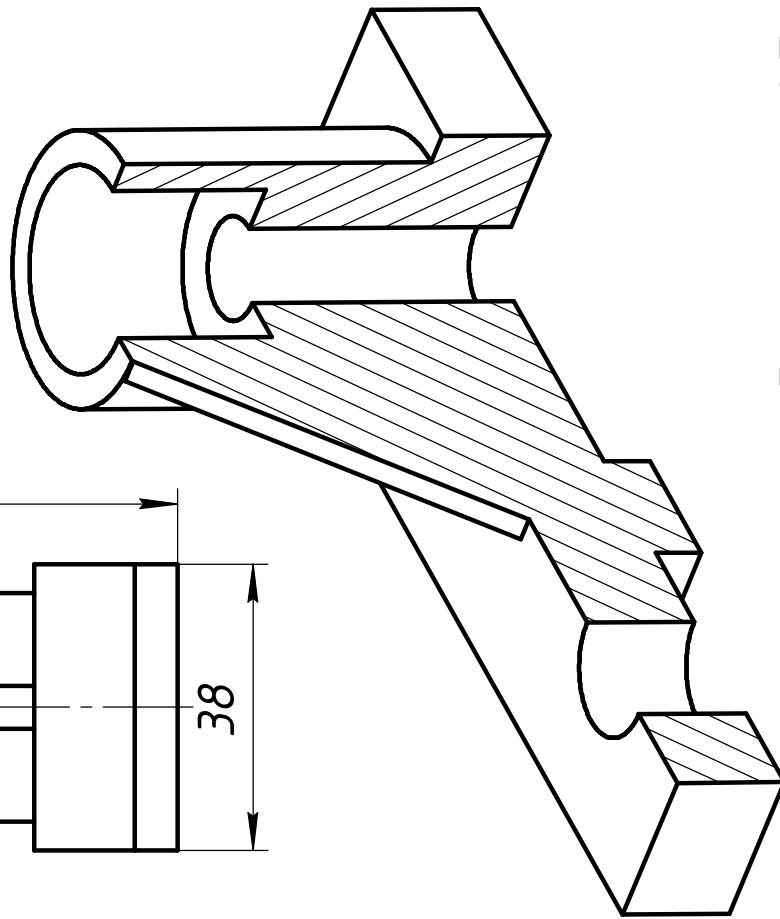
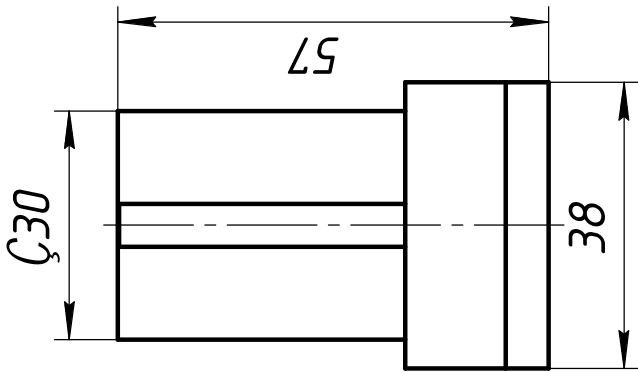
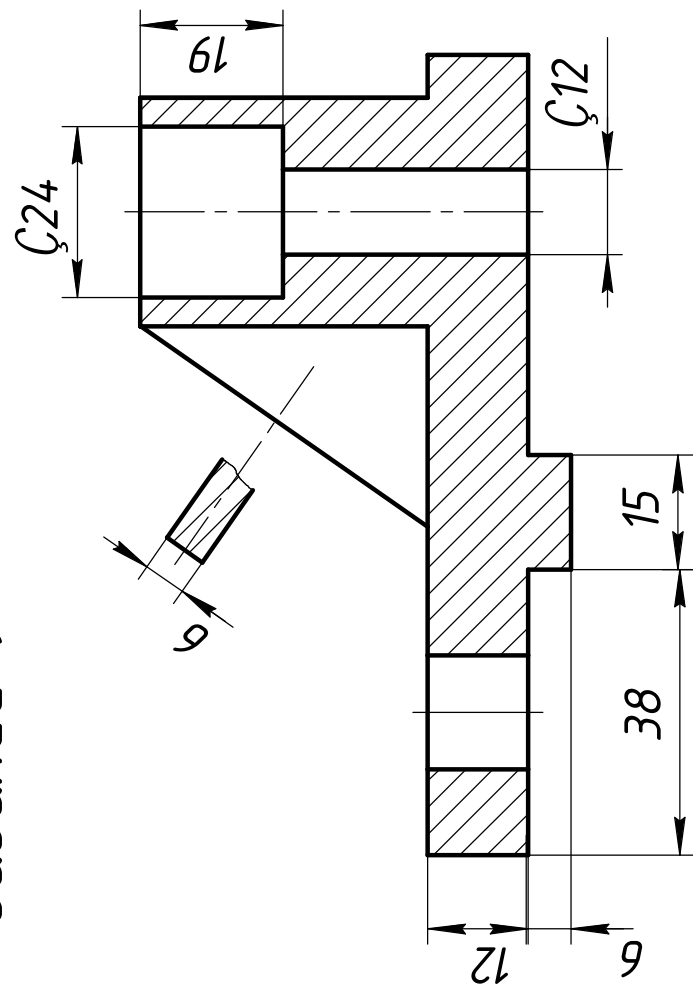


Рис. 9.4

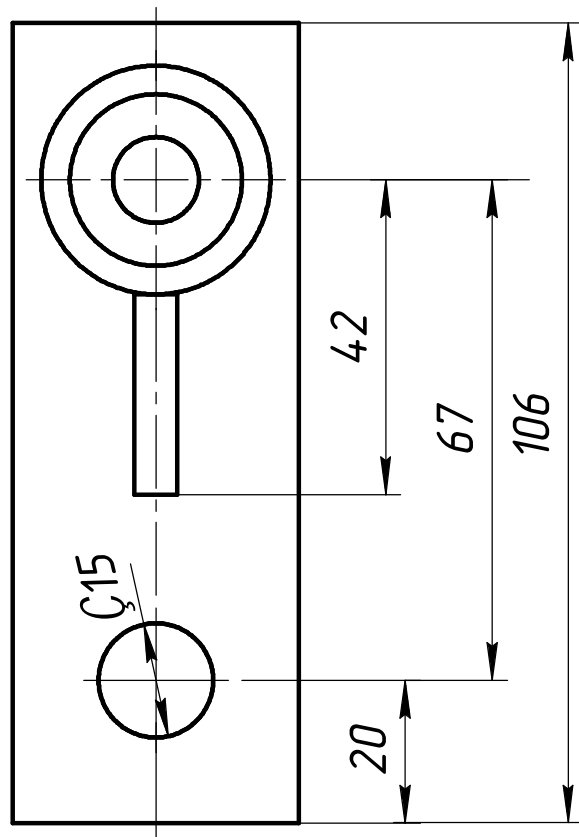
Наличие линий невидимого контура говорит о том, что внутри модели имеются некоторые полости, а осевых линий - что эти полости имеют форму поверхностей вращения.

В окончательном виде один из возможных вариантов формы модели представлен на рис. 9.4.

Задание 9



Вариант 27  
гр. ИУС-08А  
Иванов И. И.



Это может быть деталь для крепления поворотного устройства на корпусе машины. Ось поворотного устройства на подшипнике размещается в цилиндрическом отверстии верхнего прилива, а отверстие в левой части основания служит для крепления. Подчеркнем, что другой исполнитель может представить по этому же изображению нечто совершенно непохожее на модель, предложенную на рисунке.

Для удобства чтения чертежа выполним необходимые условные изображения: фронтальный разрез и поперечное сечение ребра жесткости (рис. 9.5). Следующим этапом нанесем размеры и построим аксонометрическое изображение. Для моделей и деталей чаще всего используют прямоугольные изометрии в виду простоты их построения.

◇ Как называется сечение, использованное для пояснения формы ребра жесткости? Какие разновидности сечений Вам известны еще?

### ЗАДАНИЕ 10

По заданному изображению и текстовой информации выполнить чертеж детали, состоящей из ряда соосных тел вращения и конструктивных элементов. Для пояснения формы модели использовать местные виды, местные разрезы, сечения и т.п.

*Целью выполнения задания является изучение конструктивных элементов деталей и их изображение на чертежах.*

Деталь в механизме предназначена для выполнения определенной работы. С этой целью в ее конструкцию вводят всевозможные отверстия, пазы, выступы, проточки, скругления и тому подобное. Это, так называемые, конструктивные элементы - обособленные части детали, необходимые для выполнения определенных функций в механизме, с проверенными практикой “устоявшимися” формой и размерами. Величина их зависит от условий работы, прочности материала детали, термообработки поверхностного слоя и т. д., но часто и от размеров и формы той базовой поверхности детали, на

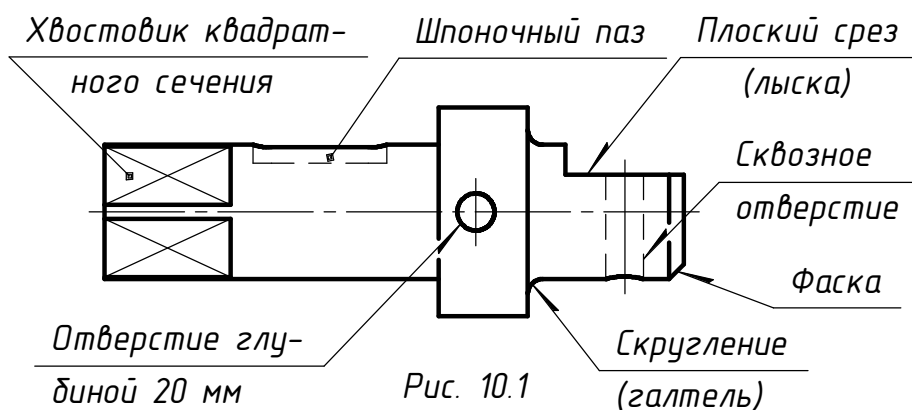


Рис. 10.1

которой они размещаются. Так, например, размеры резьб, шпоночных па-



зов, центровых отверстий, рифлений и многих других зависят от диаметра вала, на котором располагаются эти элементы.

# Задание 10

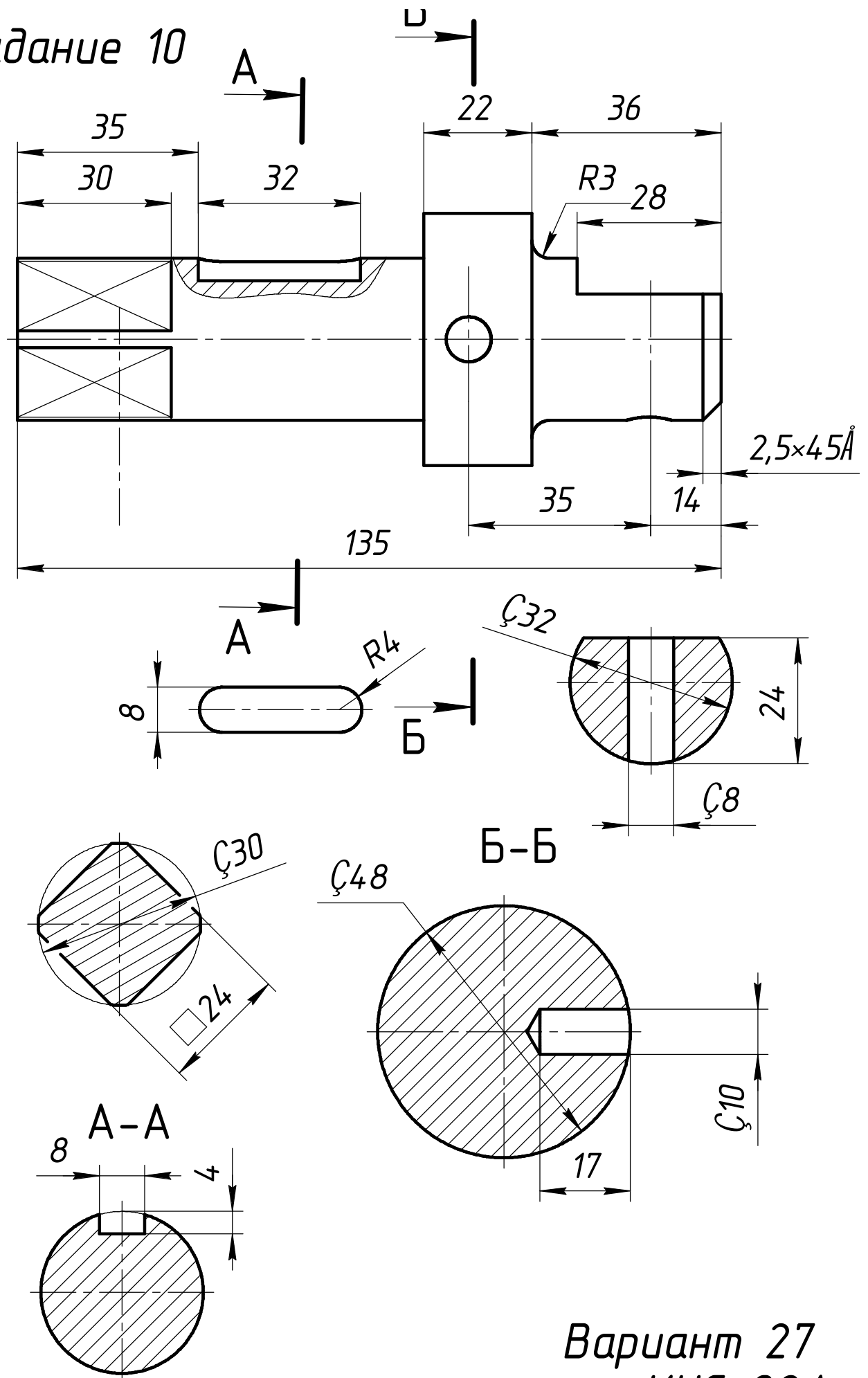


Рис. 10.2

Вариант 27  
гр. ИУС-08А  
Иванов И. И.

предлагаемых в справочниках рядов номинальных размеров. Это делают для упрощения и удешевления изготовления элементов, т. к. под их размеры на заводах изготавливают специальные приспособления, режущий и измерительный инструмент.

Приступая к выполнению задания, по справочной литературе познакомьтесь с конструктивными элементами, которые имеются на предложенном к выполнению изображении детали. Когда станет понятна их форма, подумайте, какие изображения следует применить на чертеже.

На рис. 10.1 деталь типа вала содержит следующие конструктивные элементы: хвостовик квадратного сечения, шпоночный паз, лыску, галтель, фаску и два отверстия: сквозное и глухое.

Хвостовик представляет собой прямую призму квадратного сечения. Для передачи его формы и размеров на чертеже требуется два изображения: кроме имеющегося на главном виде, можно воспользоваться и поперечным сечением.

Шпоночный паз имеет форму прямоугольного параллелепипеда со скруглениями в форме полуцилиндров. Для его выполнения на чертеже необходимо три изображения: местный разрез на главном виде, поперечное сечение и вид сверху. На рис. 10.2 вид сверху всего вала заменен показом формы только шпоночного паза, т.е. местным видом. Это логично - вид сверху не несет другой дополнительной информации о форме вала. На чертеже местный вид не обозначен, так как находится на месте вида сверху в проекционной связи с главным изображением и не отделен от последнего другими изображениями.

Линию обрыва вокруг местного вида в данном случае проводить не следует – к нему не примыкают никакие другие линии видимого контура, следовательно, их нет необходимости ограничивать. Сравните вид сверху на шпоночный паз, выходящий на торец вала (рис. 10.3). Здесь линия обрыва должна присутствовать.

Для показа лыски (плоского среза на цилиндрической части детали), кроме изображения на фронтальной плоскости проекций (на нем просматривается так же расположение плоскости, ограничивающей лыску слева), можно воспользоваться поперечным сечением. На этом же сечении видно сквозное цилиндрическое отверстие, поэтому делать местный разрез по этому отверстию на главном изображении нет необходимости.

Сечения хвостовика и лыски симметричны, и их оси симметрии расположены на следах-проекциях секущих плоскостей, поэтому они не обозначены. Сечение шпоночного паза так же симметрично, но между ним и главным изображением расположено еще одно - местный вид. В этом случае положение секущей плоскости обозначают, а само сечение сопровождают надписью. Поперечное сечение вала, выполненное с целью показа глухого отверстия, расположено на следе-проекции секущей плоскости, но

его ось симметрии не совпадает с этой линией. В таких случаях направление взгляда на чертеже показывают, но буквами его не обозначают.

Большинство размеров получают измерением изображения детали на чертеже задания с учетом масштаба и последующего округления. Часть размеров берут из таблиц. Конкретно на приведенном чертеже из таблиц

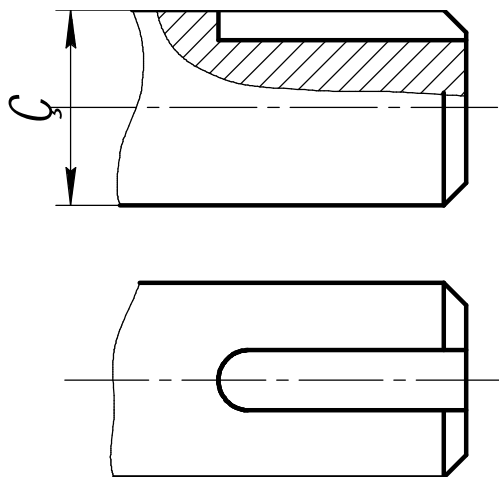


Рис. 10.3

стандартов взяты: размер стороны квадрата (ближайший из ряда номинальных размеров “под ключ”); ширина и глубина шпоночного паза (в зависимости от диаметра вала), его длина (ближайший из ряда номинальных размеров длин шпонок); радиус галтели (плавный переход от меньшего сечения вала к плоской части буртика) и размер катета фаски (фаской называют скошенную часть боковой поверхности цилиндра у его торца) – ближайшие из ряда номинальных размеров на радиусы закруглений и фаски.

## 11. МОДУЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ №1 ПО ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ

на тему “Свойства проекций”

Установить ребра, грани многогранника, а также углы и расстояния между ними, проецирующиеся в натуральную величину.

Модульный контроль №1 “Свойства проекций” подводит итог изучения одного из основных разделов инженерной графики, касающегося свойств изображений простейших элементов пространства на чертежах.

Внимательно рассмотрите предложенный здесь пример чертежа многогранника и обозначьте его вершины. Напоминаем, что под указанными ниже номерами, в таблицу необходимо записать проецирующиеся в натуральную величину на горизонтальную и фронтальную плоскости проекций по одному примеру: 1) ребра; 2) грани; 3) угла пересечения ребер; 4) угла скрещивания ребер; 5) угла между ребром и гранью; 6) двугранного угла; 7) расстояния между параллельными ребрами; 8) расстояния между скрещивающимися ребрами; 9) расстояния между ребром и гранью; 10) расстояния между параллельными гранями. По существу, необходимо найти на чертеже по одному примеру неискаженно проецирующихся на ту или иную плоскость отрезка прямой или отсека плоскости, а так же линейного или углового размеров между указанными элементами многогранника и занести их в таблицу.

Для наглядности один из вариантов ответов здесь представлен в виде размеров, но вместо размерных чисел на размерной линии записан номер ответа и буквенные обозначения элементов многогранника, между которыми поставлен размер (рис. 11.1). Исключение составляет запись лишь второго ответа: на неискаженной проекции грани в кружке поставлена

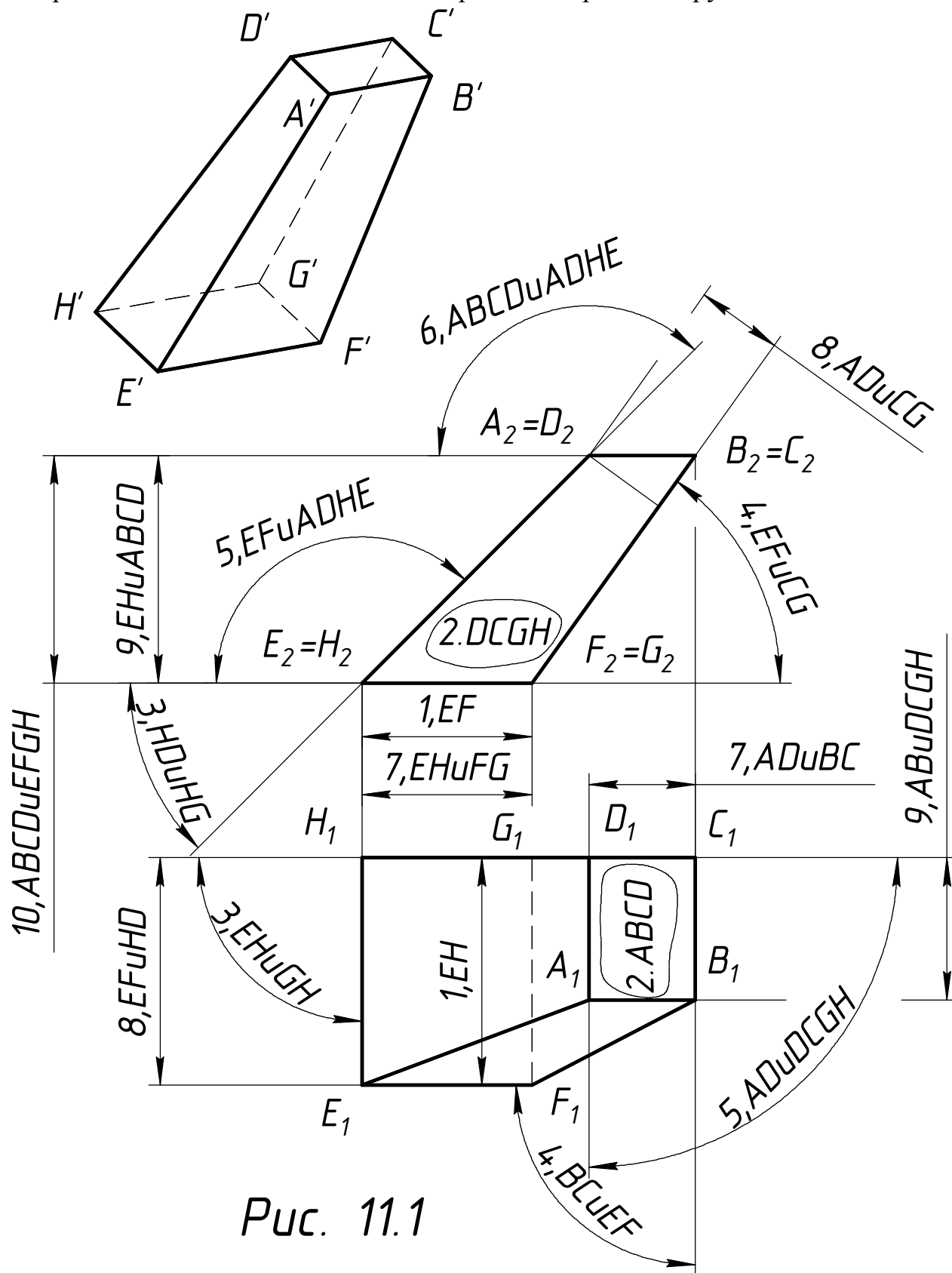


Рис. 11.1

цифра (два) и буквенное обозначение грани. Отсутствие какого-либо размера с номером говорит о том, что на изображении многогранника нет неискаженного проецированием значения требуемой величины, что также является ответом.

Как уже отмечалось, в каждую ячейку таблицы следует поместить всего лишь один ответ, хотя на чертеже правильных ответов на поставленный вопрос может быть достаточно много. Очевидно, что в таком случае следует поместить тот ответ, правильность которого не вызывает сомнений. Так, рассматривая первый вопрос (рёбра, проецирующиеся неискажённо на плоскость проекций  $\Pi_2$ ), ответ можно выбрать из следующего ряда: EF, HG, HD, DC, CG и AB. На рисунке показан один ответ – EF. На плоскость проекций  $\Pi_1$  неискажённо проецируются 8 рёбер (в качестве подготовки найдите их все), на рисунке показано лишь EH.

Напомним основные положения, знание которых необходимо для выполнения работы. Первые два пункта (неискажённый показ ребра и грани) требуют, чтобы выбранное ребро или грань располагались параллельно плоскости проекций. При этом ребро может занимать положение проецирующей линии либо линии уровня, а грань – только положение плоскости уровня.

Углы скрещивания и пересечения рёбер неискажённо изображаются на ту плоскость проекций, которой параллельны оба ребра, составляющие этот угол. Если таких случаев на чертеже нет, проверьте, возможно есть прямые углы, проецирующиеся неискажённо. Для них достаточно одной стороны прямого угла, расположенной параллельно плоскости проекций. Например, на горизонтальную плоскость проекций неискажённо проецируются прямые углы между пересекающимися рёбрами HD и AD и между скрещивающимися рёбрами GC и AD на том основании, что ребро AD расположено параллельно плоскости проекций  $\Pi_1$ .

Угол между ребром и гранью проецируется неискажённо лишь на ту плоскость проекций, по отношению к которой ребро располагается параллельно, а грань – перпендикулярно. Двугранный угол можно указать на той плоскости проекций, по отношению к которой обе составляющие его грани располагаются перпендикулярно.

Расстояние между параллельными рёбрами определяется длиной их общего перпендикуляра и его можно указать на чертеже в нескольких случаях: между следами проекциями двух одноимённо проецирующих прямых; между линиями уровня, лежащими в одной проецирующей плоскости; между линиями уровня, лежащими в плоскости уровня того же названия.

Расстояние между скрещивающимися рёбрами можно указать если: одно из рёбер занимает проецирующее положение (ребро AD для пары рёбер AD и CG на фронтальной плоскости проекций); рёбра лежат в парал-

лельных плоскостях (скрещивающиеся рёбра EF и HD можно расположить в двух фронтальных плоскостях, расстояние между их следами-проекциями на плоскости проекций  $\Pi_1$  дает расстояние между этими прямыми).

Расстояние между ребром и гранью определяется величиной перпендикуляра, опущенного из любой точки ребра на эту грань. Для того чтобы это расстояние проецировалось на плоскость проекций неискаженно, грань должна быть представлена на этой плоскости в виде следа-проекции.

Расстояние между параллельными гранями можно получить, если провести размерную линию перпендикулярно их одноимённым следам проекциям.

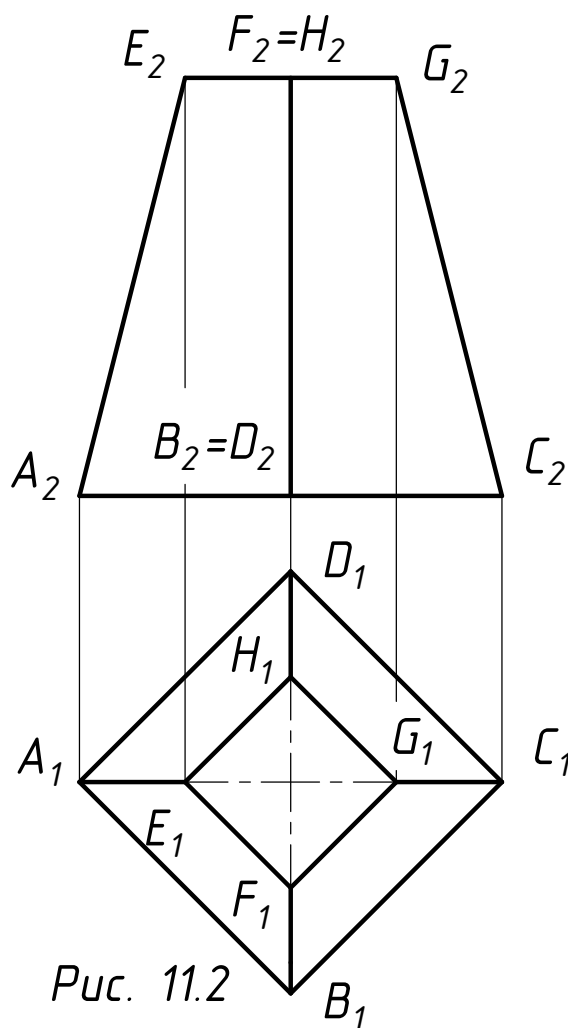
Все варианты заданий для проверки знаний студентов по инженерной графике модульного контроля идентичны за исключением пространственных форм многогранников, которые являются индивидуальными.

Чертеж одного из возможных вариантов задания приведен на рис. 11.2.

Текст задания и перечень вопросов.

Укажите неискаженные проецированием на плоскости проекций  $\Pi_1$  и  $\Pi_2$ :

1. Ребро;
2. Грань;
3. Угол пересечения ребер;
4. Угол скрещивания ребер;
5. Угол между ребром и гранью;
6. Двугранный угол;
7. Расстояние между параллельными ребрами;
8. Расстояние между скрещивающимися ребрами;
9. Расстояние между ребром и гранью;
10. Расстояние между параллельными гранями.



Один из возможных вариантов ответов приведен в таблице.

№ п/п	На $\Pi_1$	На $\Pi_2$
1	AB	AE
2	ABCD	-
3	AB и BC	AE и CG
4	AB и FG	-
5	-	AE и ABCD
6	-	-
7	AD и BC	-
8	-	AB и EH
9	-	EF и ABCD
10	-	ABCD и EFGH

Таблица критериев для оценки знаний по модульному контролю 1

Количество ошибок в ответе	Оценка прописью	Оценка числом	Европейская система
–	Отлично	5	A
1	Отлично	5 –	B
2	Хорошо	4	C
3 – 4	Хорошо	4 –	D
5 – 7	Удовлетв.	3	E
8 и более	Неудовл.	2	FX

## 11. МОДУЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ №2 ПО ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Подводит окончательные итоги работы студента в первом семестре. Задание состоит из трех задач.

В первой необходимо письменно изложить ответ на поставленный вопрос и представить графическое решение примера для иллюстрации ответа.

Во второй задаче необходимо вычертить чертеж треугольника, расположение которого в пространстве задано текстом. Нанести необходимые размеры.

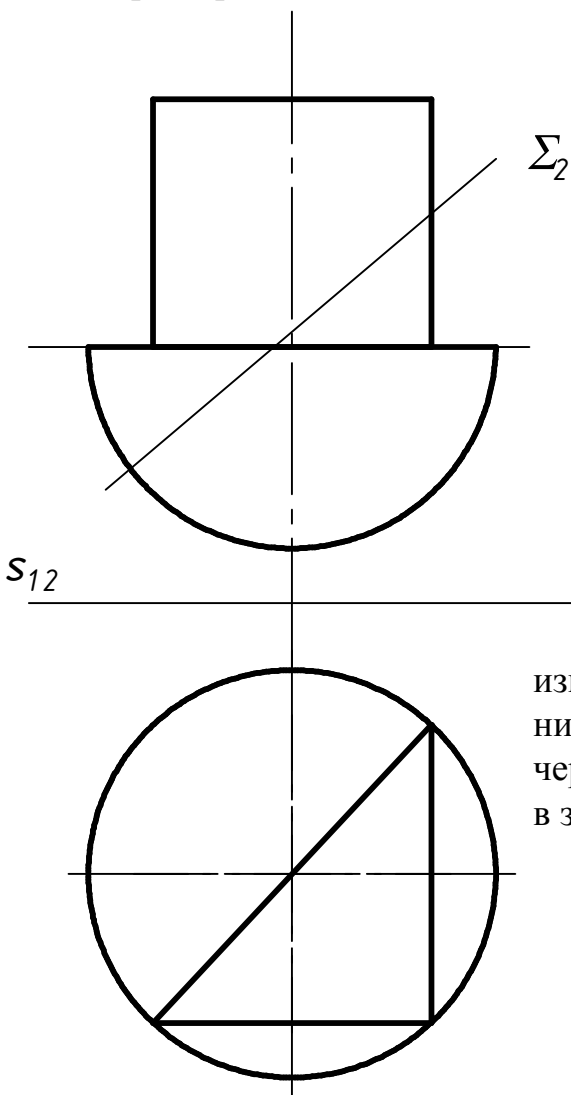
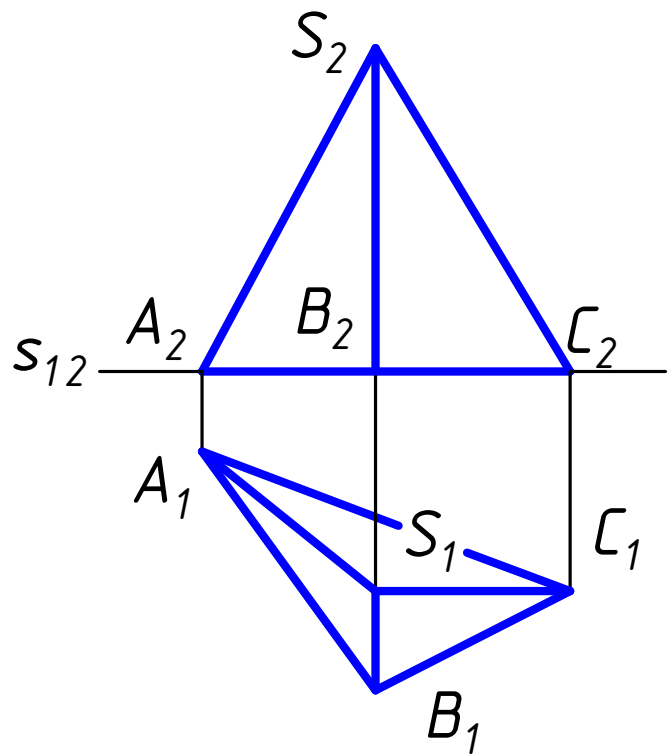
В третьей задаче студент строит проекции сечения модели плоскостью и истинный вид сечения. Размеры графического условия выбираются произвольно, но с соблюдением пропорций, заданных в билете. Ниже приведен один из билетов с заданиями по модульному контролю 2.



Минимальная положительная оценка выставляется за две правильно решенные задачи.

1. Чертежи плоскостей, занимающих различное положение относительно плоскостей проекций. Определить угол наклона грани ASC к горизонтальной плоскости проекций.

2. В масштабе 1:1 построить фронтальную и горизонтальную проекции равнобедренного треугольника ABC, высота которого равна 76 мм, а основа-



ние AB – 50 мм. Плоскость треугольника занимает фронтально-проецирующее положение и наклонена к горизонтальной плоскости проекций под углом  $30^\circ$ . Основание треугольника занимает фронтально-проецирующее положение. Вершина B основания расположена ближе вершины A. Вершина C расположена слева и ниже основания AB.

Проекции вершины A поставить произвольно, с учетом свободного размещения проекций треугольника на поле чертежа. Нанести все размеры, указанные в задании.

3. Построить проекции сечения модели плоскостью и истинный вид сечения.