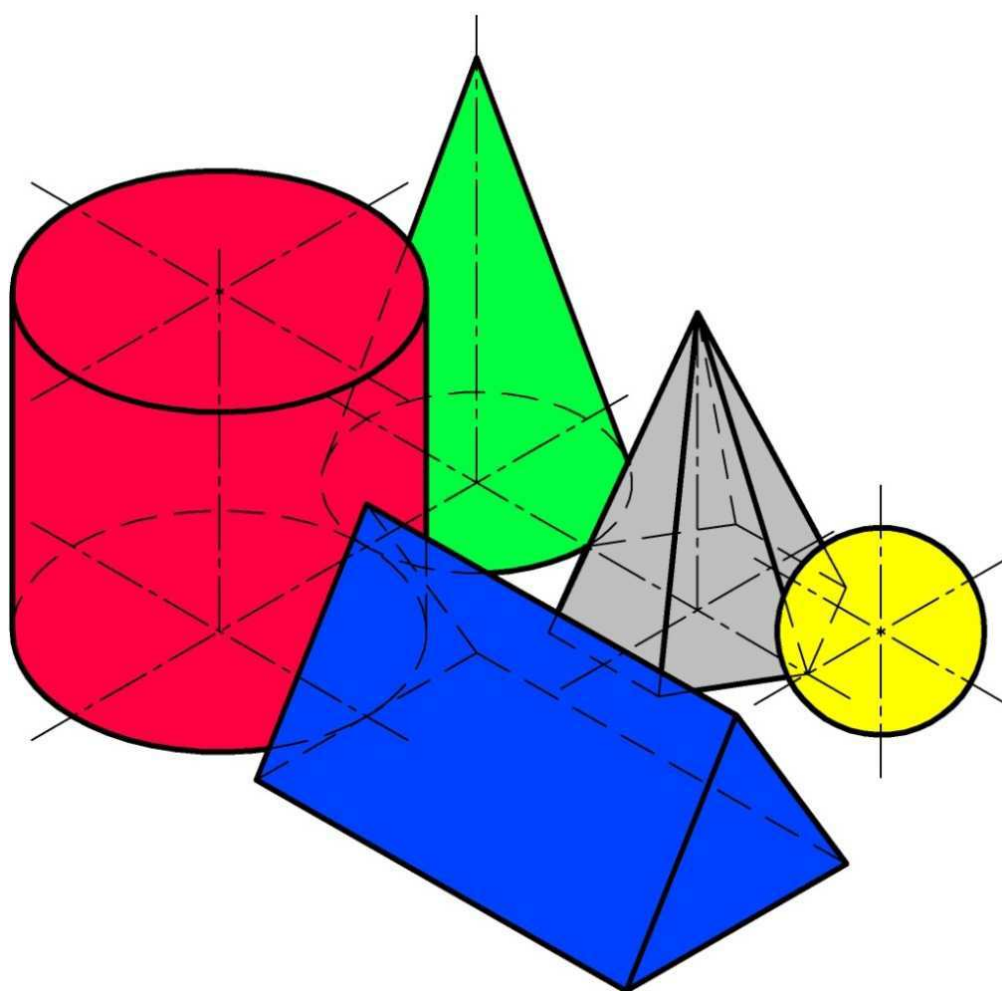


Владимирский государственный университет

ПРАКТИКУМ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ



Владимир 2025

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»

ПРАКТИКУМ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Электронное издание



Владимир 2025

ISBN 978-5-9984-2008-5

© ВлГУ, 2025

УДК 744.43/44
ББК 30.11

Автор-составитель А. Ю. Иванов

Рецензенты:

Кандидат технических наук, доцент
доцент кафедры информационных систем и программной инженерии
Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых
М. И. Озерова

Кандидат физико-математических наук, доцент
доцент кафедры математики Таганрогского института
имени А. П. Чехова (филиала) Ростовского государственного
экономического университета (РИНХ)
А. В. Забеглов

Издается по решению редакционно-издательского совета ВлГУ

Практикум по инженерной графике [Электронный ресурс] / авт.-сост. А. Ю. Иванов ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2025. – 138 с. – ISBN 978-5-9984-2008-5. – Электрон. дан. (4,38 Мб). – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Систем. требования: Intel от 1,3 ГГц ; Windows XP/7/8/10 ; Adobe Reader ; диск-код CD-ROM. – Загл. с титул. экрана.

Содержит теоретический материал, рекомендации для выполнения самостоятельных работ, варианты заданий и примеры их выполнения по дисциплине «Инженерная графика».

Предназначено для студентов вузов инженерно-технических направлений очной, очно-заочной и заочной форм обучения с применением дистанционных образовательных технологий.

Рекомендовано для формирования профессиональных компетенций в соответствии с ФГОС ВО.

Табл. 6. Ил. 87. Библиогр.: 6 назв.

ISBN 978-5-9984-2008-5

© ВлГУ, 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
СТАНДАРТЫ ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ.....	6
Задание № 1. Типы линий.....	20
Задание № 2. Шрифты чертежные	21
Задание № 3. Правильные многоугольники.....	23
Задание № 4. Сопряжения.....	27
Задание № 5. Аксонометрические проекции окружности	31
Задание № 6. Виды детали по аксонометрической проекции	41
Задание № 7. Проекция группы геометрических тел.....	45
Задание № 8. Проекция призмы.....	55
Задание № 9. Проекция пирамиды.....	62
Задание № 10. Проекция цилиндра.....	69
Задание № 11. Проекция конуса	75
Задание № 12. Проекция сферы	81
Задание № 13. Проекция детали	92
Задание № 14. Простые разрезы детали	98
Задание № 15. Сложные разрезы детали	116
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....	135
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	136
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	137

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Инженерная графика» занимает значительное место в подготовке специалистов инженерно-технических направлений. Цель ее изучения – научиться свободно читать чертежи, приобрести навыки по выполнению эскизов и чертежей в ортогональных и аксонометрических проекциях.

Инженерная графика развивает пространственное воображение, стремление к творчеству, конструированию и рационализации, формирует графическую грамотность, внимание и наблюдательность, аккуратность и точность, самостоятельность и умение планировать, стремление к творчеству.

Составленный в соответствии с государственными стандартами чертеж понятен как инженеру, так и технически грамотному рабочему. Чертеж, называемый «языком техники», – международное средство передачи информации. Важная составляющая профессиональной деятельности инженера – умение воспринимать, понимать и читать графические документы различного назначения.

Практикум направлен на формирование у студентов следующих общекультурных (ОК), общепрофессиональных (ОПК) и профессиональных компетенций (ПК): способность работать в коллективе; способность к самоорганизации и самообразованию; владение основными законами геометрического формирования, построения и взаимного пересечения моделей плоскости и пространства, необходимыми для выполнения и чтения чертежей, составления конструкторской документации; владение эффективными правилами, методами и средствами сбора, обмена, хранения и обработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией.

Практикум позволяет студентам, имеющим недостаточную графическую подготовку, самостоятельно изучить основы дисциплины «Инженерная графика».

Студент, изучивший данную дисциплину, должен:

знать:

- правила оформления чертежей;
- методы выполнения изображений – видов, сечений, разрезов и аксонометрических проекций;

уметь:

- читать чертежи;
- выполнять чертежи с помощью чертежных инструментов;

владеть:

- навыками пространственного мышления;
- навыками логического мышления.

Практикум поможет студентам приобрести навыки по выполнению графических работ и сформировать умение ориентироваться в учебной и научной литературе.

СТАНДАРТЫ ОФОРМЛЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ

Все чертежи по курсу инженерной графики, курсовые, дипломные проекты должны соответствовать требованиям государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Системы проектной документации для строительства (СПДС).

ЕСКД ГОСТ 2.301-68 «Форматы» устанавливает размеры форматов (листов), на которых выполняются чертежи.

Формат с размерами сторон 1189×841 мм, площадь которого равна 1 м^2 , и другие форматы, полученные путем последовательного деления его на две равные части параллельно меньшей стороне соответствующего формата, принимаются за основные.

Обозначения и размеры сторон основных форматов должны соответствовать указанным в табл. 1.

Таблица 1

Форматы

Обозначение формата	Размеры сторон формата, мм
A0	841×1189
A1	594×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297

При необходимости допускается применять формат A5 с размерами сторон 148×210 мм.

ЕСКД ГОСТ 2.302-68 «Масштабы» определяет масштабы графических изображений.

Масштаб – это отношение линейного размера отрезка на чертеже к соответствующему линейному натуральному размеру того же отрезка.

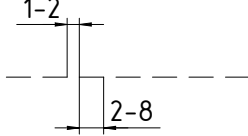
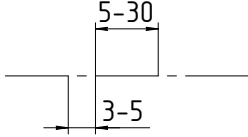
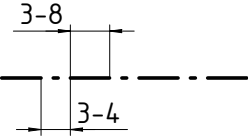
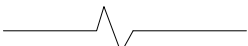
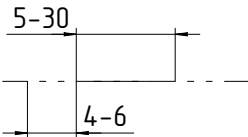
Виды масштабов:

- 1) масштаб натуральной величины (1:1);
- 2) масштабы увеличения (2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1);
- 3) масштабы уменьшения (1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000).

ЕСКД ГОСТ 2.303-68 «Линии» устанавливает начертание и основное назначение линий, используемых в чертежах (табл. 2).

Таблица 2

Линии

Наименование (основное назначение)	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии S (0,5 – 1,4 мм)
1. Сплошная толстая основная (линии видимого контура, линии перехода видимые, линии контура вынесенного сечения)		S (0,5 – 1,4 мм)
2. Сплошная тонкая (линии контура наложенного сечения, линии размерные и выносные, линии штриховки, линии-выноски)		От $S/3$ до $S/2$
3. Сплошная волнистая (линии обрыва, линии разграничения вида и разреза)		От $S/3$ до $S/2$
4. Штриховая (линии невидимого контура, линии перехода невидимые)		От $S/3$ до $S/2$
5. Штрихпунктирная тонкая (линии осевые и центровые, линии сечений, являющиеся осями симметрии для наложенных или вынесенных сечений)		От $S/3$ до $S/2$
6. Штрихпунктирная утолщенная (линии, обозначающие поверхности, подлежащие термообработке или покрытию, линии для изображения элементов, расположенных перед секущей плоскостью («наложенная проекция»))		От $S/3$ до $2S/3$
7. Разомкнутая (изображение следов секущей плоскости на разрезах и сечениях)		От S до $1,5S$
8. Сплошная тонкая с изломами (длинные линии обрыва)		От $S/3$ до $S/2$
9. Штрихпунктирная с двумя точками тонкая (линии сгиба на развертках, линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях, линии для изображения развертки, совмещенной с видом)		От $S/3$ до $S/2$

Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на данном чертеже, вычерчиваемых в одинаковом масштабе. Длину штрихов в штриховых и штрихпунктирных линиях следует выбирать в зависимости от величины изображения. Штрихпунктирные линии должны пересекаться и заканчиваться штрихами. Штрихпунктирные линии, применяемые в качестве центровых, следует заменять сплошными тонкими линиями, если диаметр окружности или размеры других геометрических фигур в изображении менее 12 мм.

ЕСКД ГОСТ 2.304-81 «Шрифты чертежные» устанавливает типы и размеры шрифтов. Типы шрифта: тип А – без наклона; тип А – с наклоном 75° ; тип Б – без наклона; тип Б – с наклоном 75° . Размер шрифта определяется высотой заглавных букв и цифр в миллиметрах. Размеры шрифта: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. Стандарт устанавливает высоту, ширину букв и цифр, толщину линий шрифта, расстояние между буквами и словами. Рекомендуется выполнять все надписи шрифтом типа Б с наклоном 75° (рис. 1).

Для шрифта типа Б толщина линий шрифта $d = h/10$, где h – номер шрифта. Остальные размеры букв зависят от параметра d , например:

- высота заглавных букв и цифр равна $10d$;
- ширина прописных букв А, Д, М, Х, Ы, Ю – $7d$;
- ширина прописных букв Б, В, И, Й, К, Л, Н, О, П, Р, Т, У, Ц, Ч, Ъ, Э, Я и цифры 4 – $6d$;
- ширина прописных букв Г, Е, З, С и цифр 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 0 – $5d$;
- ширина прописных букв Ж, Ф, Ш, Ь – $8d$;
- ширина цифры 1 – $3d$;
- высота строчных букв, кроме б, в, д, р, у, ф, – $7d$;
- высота строчных букв б, в, д, р, у, ф – $10d$;
- ширина строчных букв, кроме ж, з, м, с, т, ф, ш, щ, ы, ю, – $5d$;
- ширина строчных букв з, с – $4d$;
- ширина строчных букв м, ы, ю – $6d$;
- ширина строчных букв т, ж, ф, ш, щ – $7d$;
- расстояние между буквами и цифрами – $2d$;
- минимальное расстояние между словами – $6d$.



Рис. 1

ЕСКД ГОСТ 2.305-2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения» устанавливает правила изображения предметов на чертежах. Изображения предметов выполняют по методу прямоугольного проецирования. Изображения разделяют на виды, разрезы, сечения. Количество изображений должно быть наименьшим, но обеспечивающим полное представление о предмете.

Вид – изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для уменьшения количества изображений

на видах показывают необходимые невидимые части поверхности предмета при помощи штриховых линий. Расположение видов показано на рис. 2, где 1 – вид спереди (главный вид); 2 – вид сверху; 3 – вид слева; 4 – вид справа; 5 – вид снизу; 6 – вид сзади.

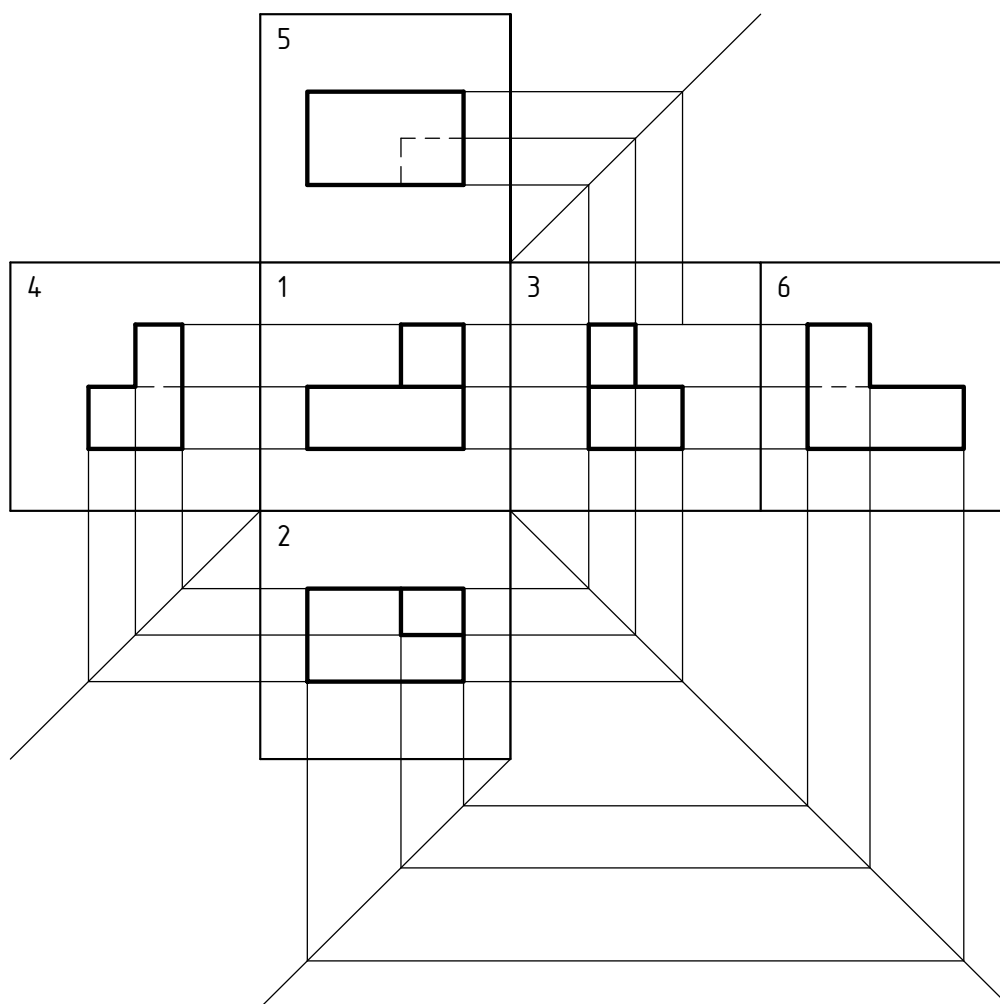


Рис. 2

Если виды не находятся в проекционной связи, то направление проецирования должно быть указано стрелкой около соответствующего изображения. У стрелки и над полученным видом следует нанести одну и ту же прописную букву. Если какую-либо часть предмета невозможно показать на видах без искажения формы и размеров, то применяют дополнительные виды, получаемые на плоскостях, не параллельных основным плоскостям проекций (рис. 3). Изображение отдельного, ограниченного места поверхности предмета называют *местным видом* (рис. 4).

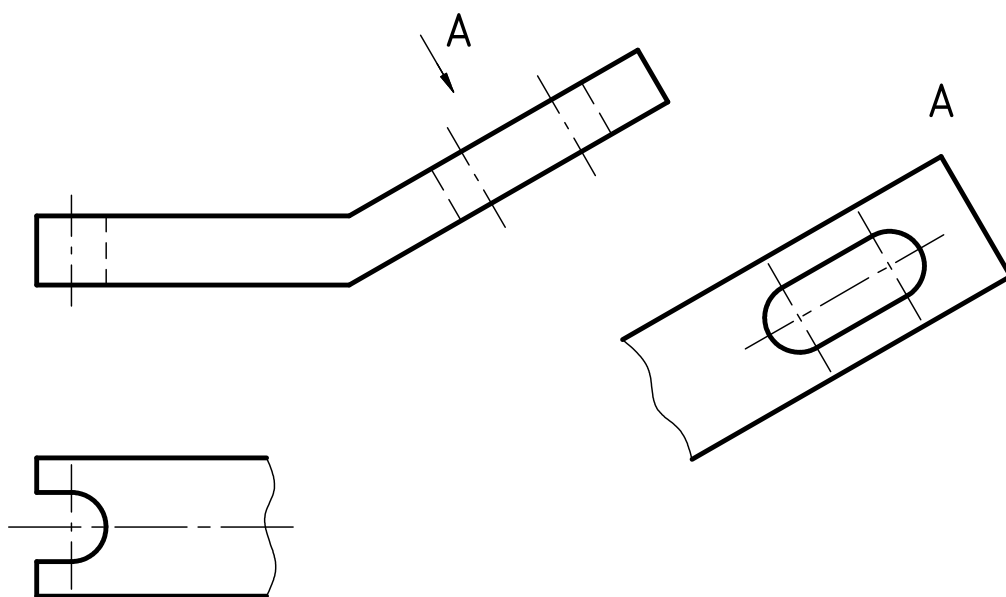


Рис. 3

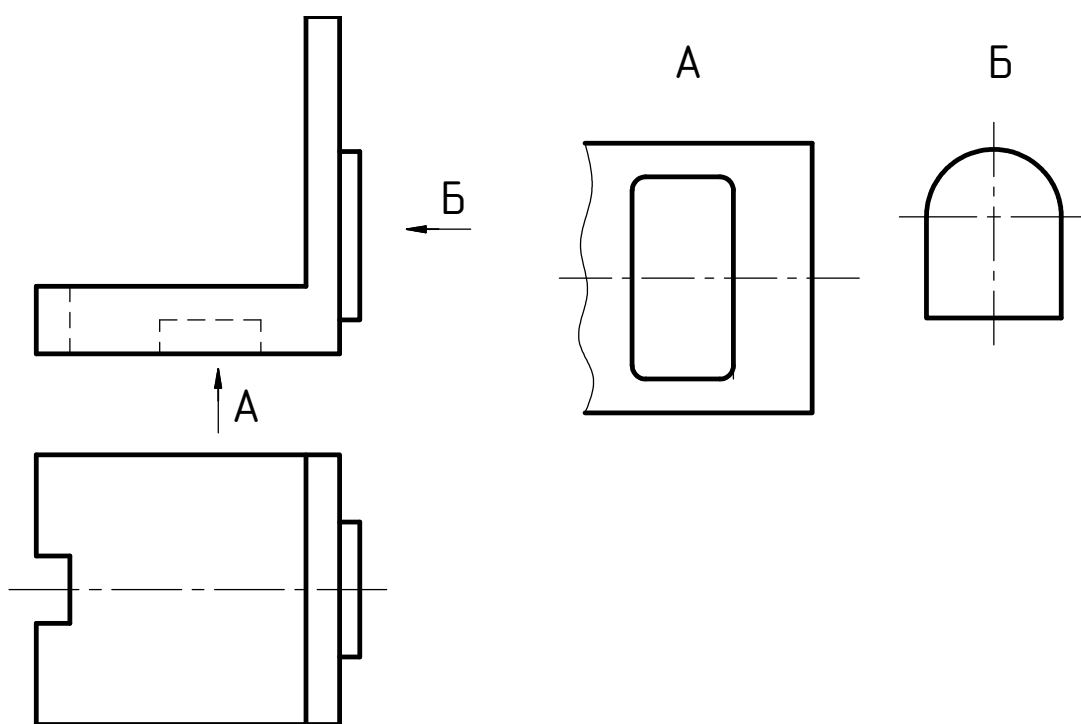


Рис. 4

Разрез – изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями. На разрезе показывают фигуру, которая получается в секущей плоскости, и то, что расположено за ней. Допускается изображать не все, что расположено за секущей плоскостью, если это не требуется для понимания конструкции предмета (рис. 5).

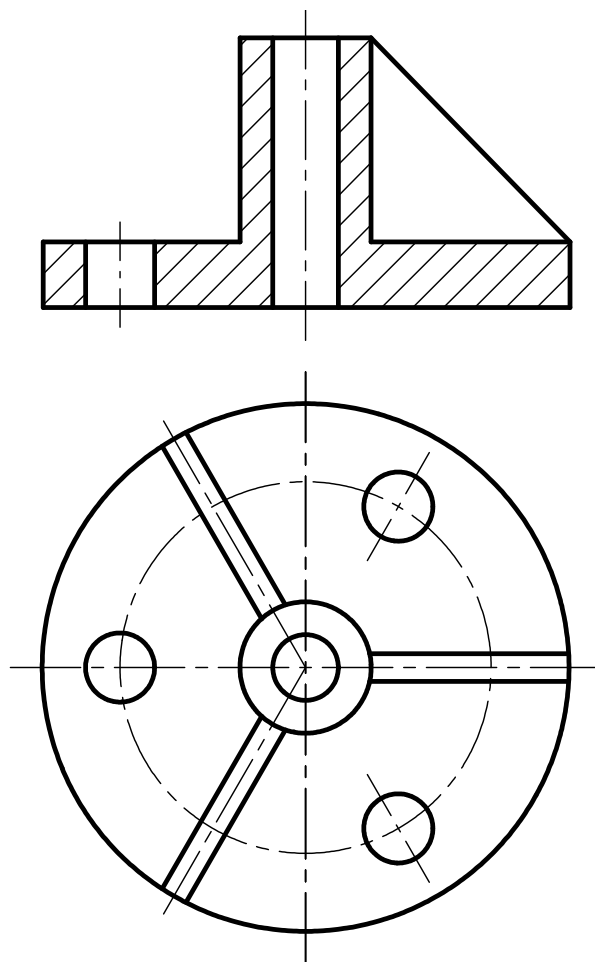


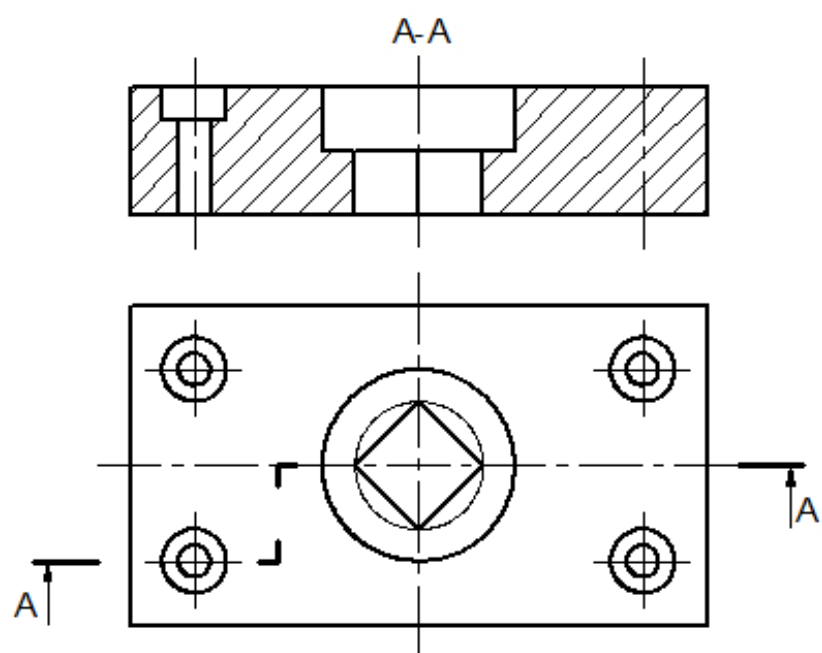
Рис. 5

В зависимости от числа секущих плоскостей разрезы разделяют:

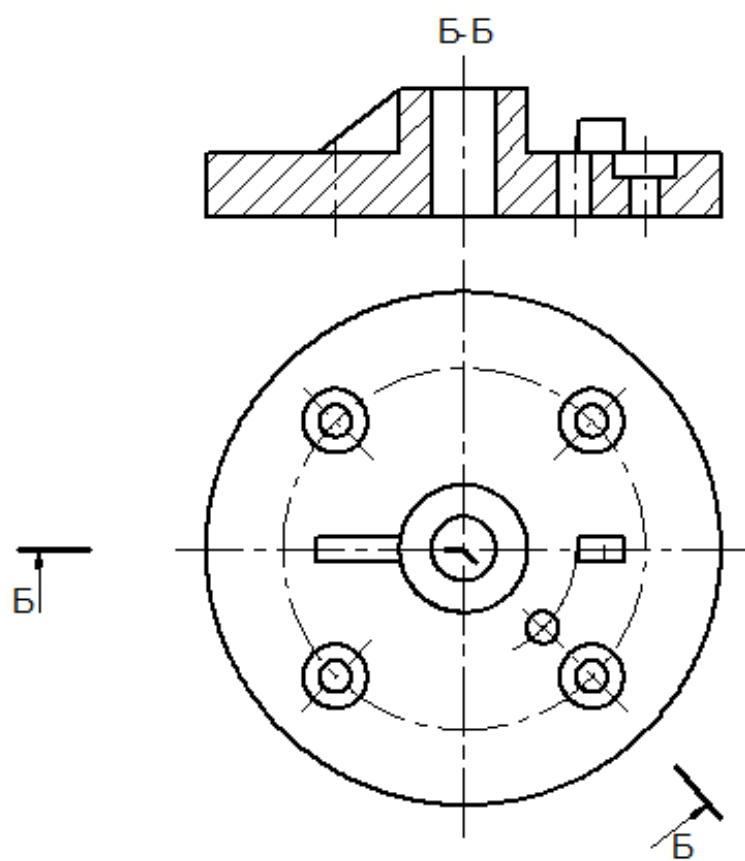
- на *простые* – при одной секущей плоскости (см. рис. 5);
- *сложные* – при нескольких секущих плоскостях (рис. 6, а, б).

В зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций простые разрезы разделяют:

- на *горизонтальные*, если секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций;
- *вертикальные*, если секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций. Вертикальный разрез называют фронтальным, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций, и профильным, если секущая плоскость параллельна профильной плоскости проекций;
- *наклонные*, если секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.



a)



б)

Рис. 6

Сложные разрезы бывают *ступенчатыми*, если секущие плоскости параллельны (см. рис. 6, а), и *ломаными*, если секущие плоскости пересекаются (см. рис. 6, б).

Для обозначения следа секущей плоскости применяют разомкнутую линию. При сложном разрезе штрихи проводят также у мест пересечения секущих плоскостей между собой. На начальном и конечном штрихах ставят стрелки, указывающие направление взгляда, стрелки необходимо наносить на расстоянии 2 – 3 мм от конца штриха. У начала и конца линии сечения ставят одну и ту же прописную букву русского алфавита. Буквы наносят около стрелок, указывающих направление взгляда, с наружной стороны от изображения. Разрез обозначают надписью «А-А» (см. рис. 6, а).

Разрез, служащий для выяснения устройства предмета в отдельном, ограниченном месте, называют *местным*.

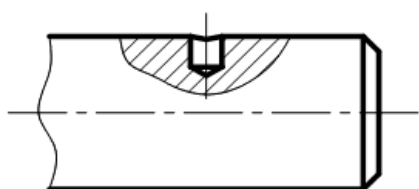


Рис. 7

Местный разрез выделяют на виде сплошной волнистой линией или сплошной тонкой линией с изломом (рис. 7). Эти линии не должны совпадать с какими-либо другими линиями изображения.

Сечение – изображение фигуры, которая получается при мысленном рассечении предмета одной или несколькими плоскостями (рис. 8). На сечении показывают только то, что получается в секущей плоскости.

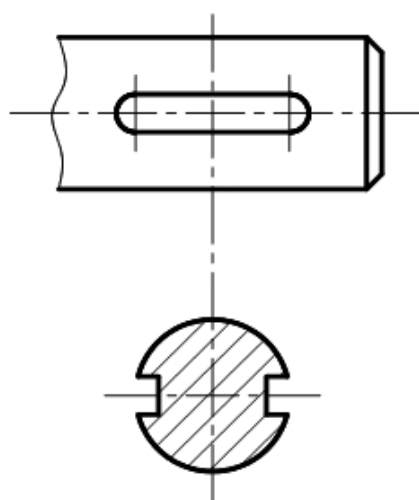


Рис. 8

Сечения разделяют на вынесенные (рис. 8, 9) и наложенные (рис. 10).

Контур вынесенного сечения изображают сплошными основными линиями, а контур наложенного сечения – сплошными тонкими линиями, причем контур изображения в месте расположения наложенного сечения не прерывают (см. рис. 10). Ось симметрии вынесенного или наложенного симметричного сечения указывают штрихпунктирной тонкой линией без обозначения буквами и стрелками и линию сечения не проводят.

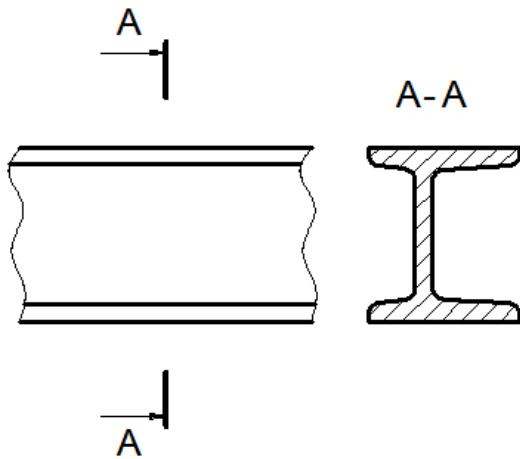


Рис. 9

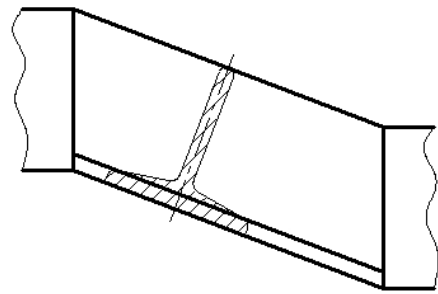


Рис. 10

Для несимметричных сечений, расположенных в разрыве или наложенных, линию сечения проводят со стрелками, но буквами не обозначают (рис. 11, 12).

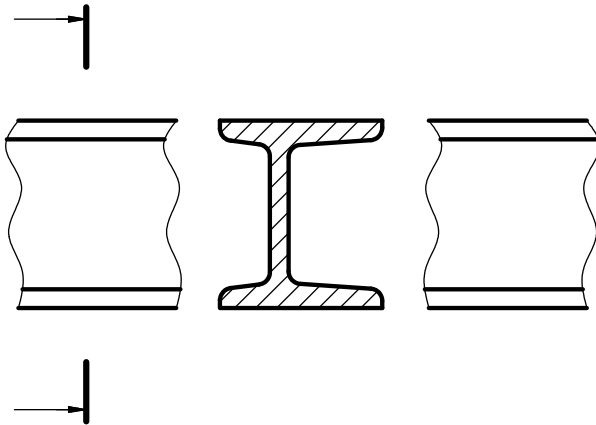


Рис. 11

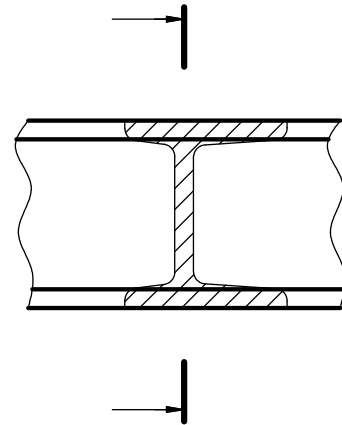


Рис. 12

Если след секущей плоскости проходит через ось поверхности вращения, ограничивающей отверстие, то контур отверстия показывают полностью (рис. 13).

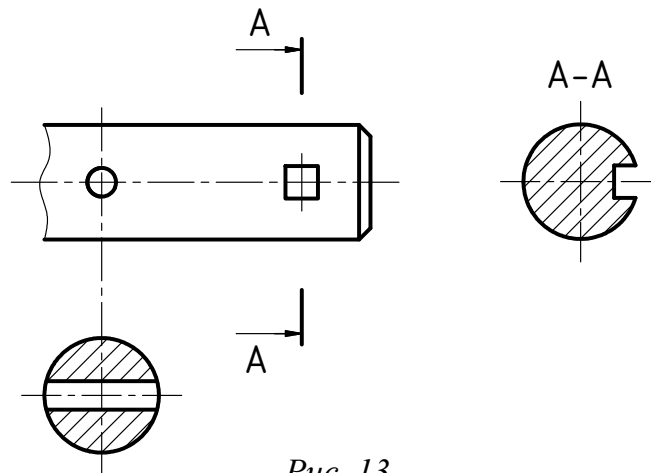


Рис. 13

Выносной элемент – дополнительное отдельное изображение (обычно увеличенное) какой-либо части предмета, требующей графического и других пояснений в отношении формы, размеров и иных данных. Выносной элемент может содержать подробности, не указанные на соответствующем изображении, и может отличаться от него по содержанию (например, изображение может быть видом, а выносной элемент – разрезом). При применении выносного элемента соответствующее место отмечают на виде, разрезе или сечении замкнутой сплошной тонкой линией – окружностью, овалом и тому подобным – с обозначением выносного элемента прописной буквой на полке линии-выноски. Над изображением выносного элемента указывают обозначение и масштаб, в котором он выполнен (рис. 14).

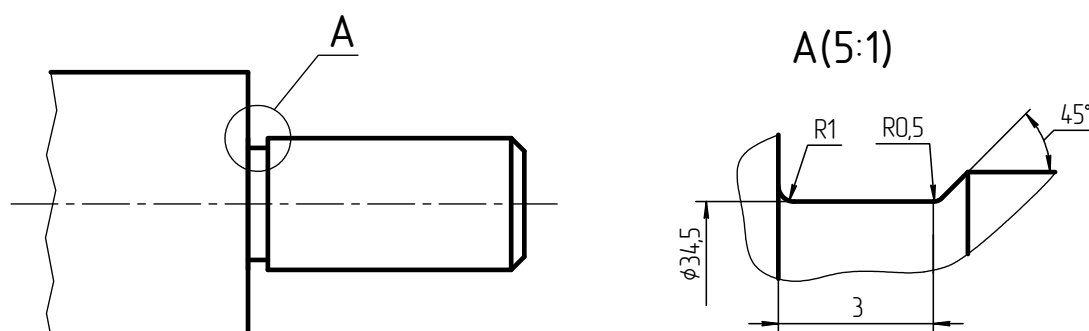


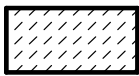
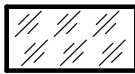
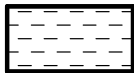
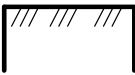
Рис. 14

ЕСКД ГОСТ 2.306-68 «Обозначение графических материалов и правила их нанесения на чертежах» устанавливает обозначение графических материалов и нанесение их на чертежах (табл. 3).

Таблица 3

Обозначение графических материалов

Материалы	Обозначение
1. Металлы и твердые сплавы	
2. Неметаллические материалы, в том числе волокнистые монолитные и плитные (прессованные), за исключением указанных ниже	
3. Древесина	

Материалы	Обозначение
4. Камень естественный	
5. Керамика и силикатные материалы для кладки	
6. Бетон	
7. Стекло и другие светопрозрачные материалы	
8. Жидкости	
9. Грунт естественный	

Наклонные параллельные линии штриховки необходимо проводить под углом 45° или к линии контура изображения, или к его оси, или к линиям рамки чертежа. Если линии штриховки, приведенные к линиям рамки чертежа под углом 45° , совпадают по направлению с линиями контура или осевыми линиями, то вместо угла 45° следует брать угол 30° или 60° (рис. 15, а, б).

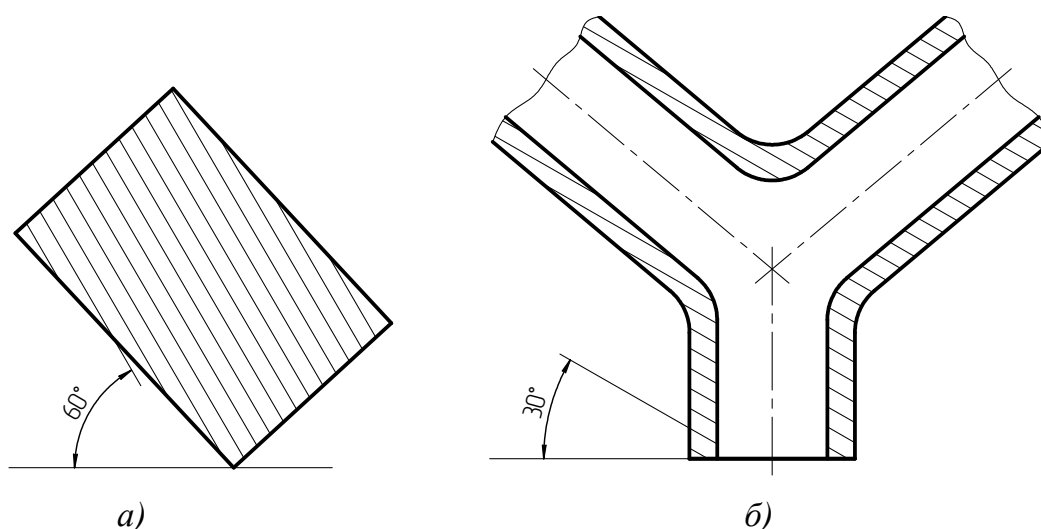


Рис. 15

ЕСКД ГОСТ 2.307-2011 «Нанесение размеров и предельных отклонений» устанавливает правила нанесения размеров и предельных

отклонений на чертежах. Размеры размещают на всех видах и разрезах изделия, и каждый размер наносят только один раз. Линейные размеры проставляют в миллиметрах. Размерные числа наносят над размерной линией ближе к ее середине. Расстояние между параллельными размерными линиями 7 – 10 мм, а расстояние между первой размерной линией и линией контура 10 мм (рис. 16). Перед числом, определяющим радиус окружности, ставят знак R , а перед размерным знаком диаметра – $\varnothing$.

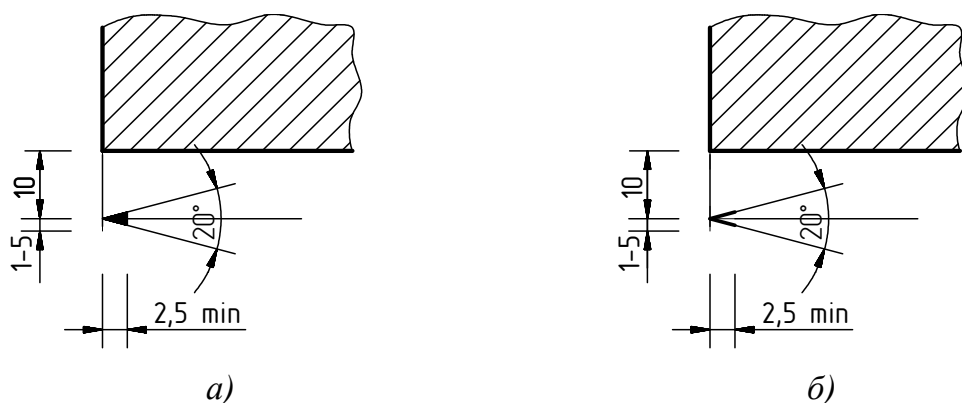


Рис. 16

ГОСТ 2.317-2011 «Аксонетрические проекции» устанавливает правила изображений аксонетрических проекций. Аксонетрические проекции подразделяют на прямоугольные и косоугольные. Аксонетрические проекции называют *прямоугольными*, если проецирующие лучи перпендикулярны плоскости проецирования, и *косоугольными*, если проецирующие лучи не перпендикулярны плоскости проекции. Аксонетрические проекции называют *изометрическими*, если коэффициенты искажения равны по всем осям; *диметрическими*, если коэффициенты искажения равны по двум осям; и *триметрическими*, если все три коэффициента искажения различны. По ГОСТ 2.317-2011 для аксонетрических изображений предметов применяют пять стандартных видов аксонетрических проекций: прямоугольные – изометрические и диметрические; косоугольные – фронтальные изометрические, горизонтальные изометрические и фронтальные диметрические (рис. 17). Допускается применять фронтальные изометрические и фронтальные диметрические проекции с углами наклона оси y 30° и 60° . Допускается применять горизонтальные изометрические проекции с углами наклона оси y 45° и 60° , сохраняя угол между осями x и y 90° .

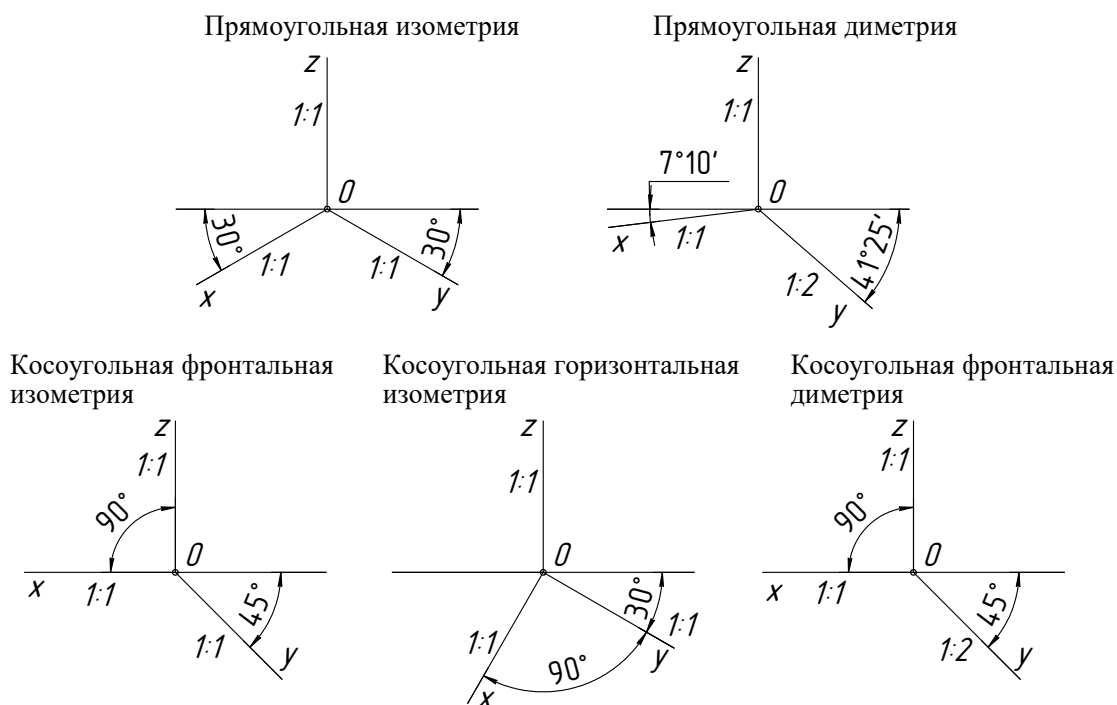


Рис. 17

Линии штриховки сечений в аксонометрических проекциях наносят параллельно одной из диагоналей квадратов, лежащих в соответствующих координатных плоскостях, стороны которых параллельны аксонометрическим осям (рис. 18).

При нанесении размеров выносные линии проводят параллельно аксонометрическим осям, размерные линии – параллельно измеряемому отрезку. Ребра жесткости в аксонометрических проекциях штрихуются.

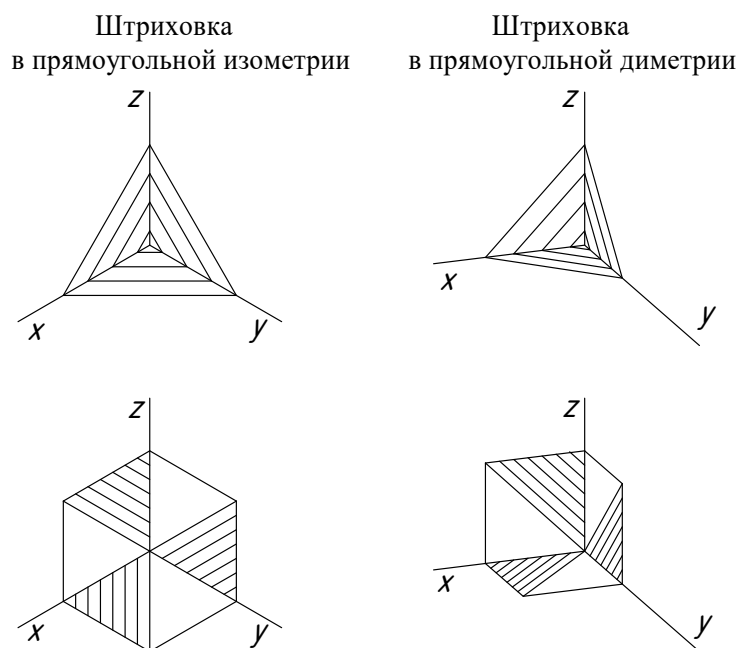


Рис. 18

Задание № 1. ТИПЫ ЛИНИЙ

Содержание задания

Дано: линии по ГОСТ 2.303-68.

Требуется: изучить названия и назначения линий; начертить линии в соответствии с рис. 19.

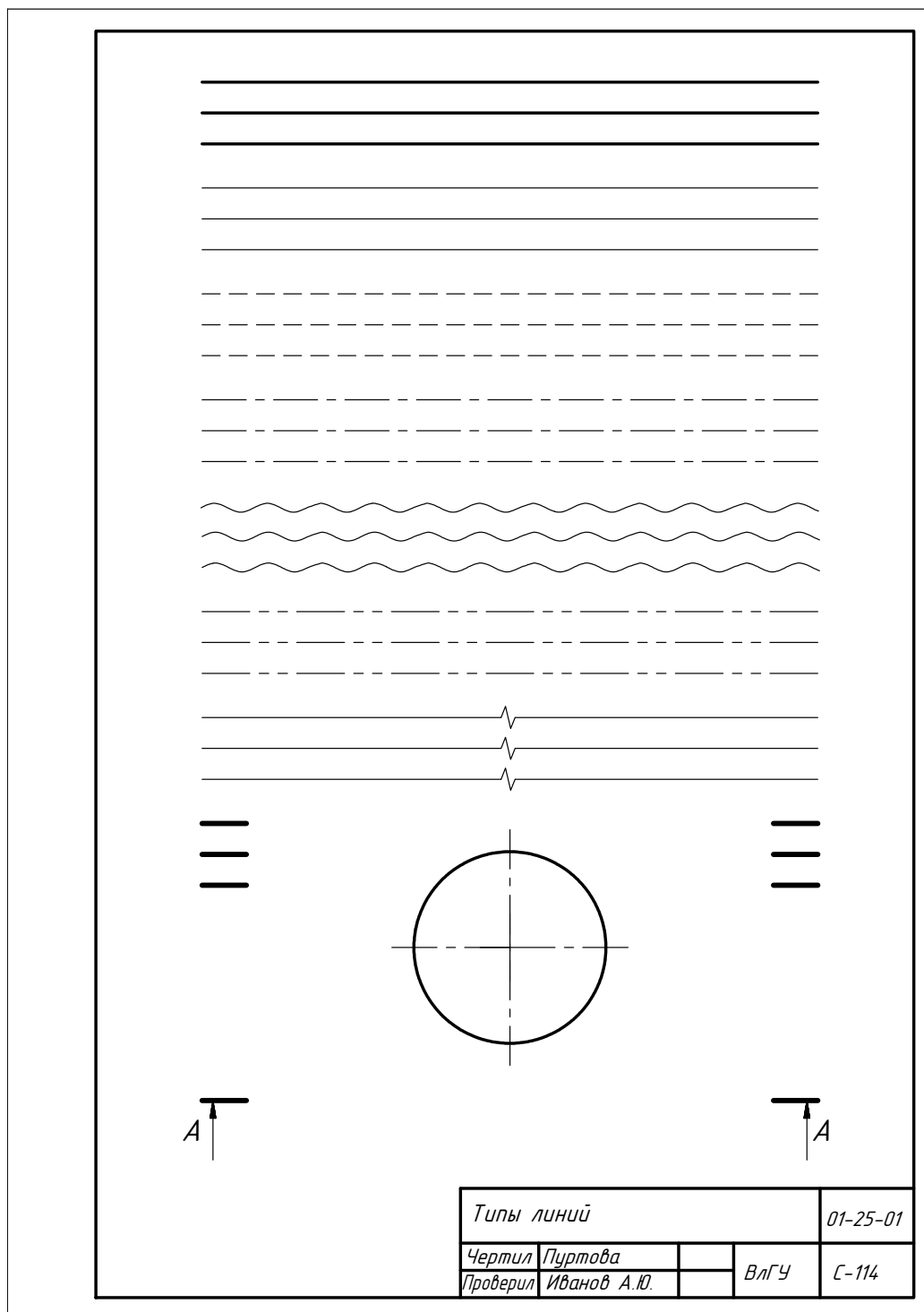


Рис. 19

Методические указания

Задание выполняется на листе формата А4. Необходимо изучить ГОСТ 2.303-68 (см. табл. 2).

Поле чертежа ограничено рамкой на расстоянии 5 мм от краев формата. С левой стороны линия рамки проводится на расстоянии 20 мм (для подшивки). Основная надпись оформляется в правом нижнем углу по ГОСТ 2.104-68. Для некоторых учебных чертежей эта надпись упрощена (рис. 20).

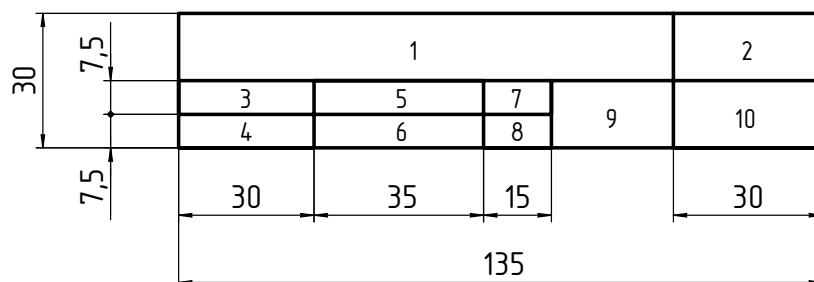


Рис. 20

Основная надпись включает в себя: 1 – название темы; 2 – шифр задания; 3 – «Чертил»; 4 – «Проверил»; 5 – фамилию студента; 6 – фамилию преподавателя; 7 – дату выполнения; 8 – дату приема; 9 – название вуза; 10 – шифр группы. Надписи названия темы выполняются шрифтом размера 7, остальные надписи – шрифтом размера 5.

Задание № 2. ШРИФТЫ ЧЕРТЕЖНЫЕ

Содержание задания

Дано: содержание титульного листа, размеры и номер шрифта.

Требуется: выполнить титульный лист.

Методические указания

Задание выполняется на листе формата А3. Необходимо изучить по ГОСТ 2.304-81 изображение букв и цифр. Для выполнения титульного листа рекомендуется применять шрифт типа Б с наклоном 75°. Для правильного построения надписей следует использовать вспомогательную сетку линий, в которую вписываются буквы (см. рис. 1).

Титульный лист выполняется на листе формата А3. Примерное расположение текста титульного листа дано на рис. 21. Словосочетание «Инженерная графика» пишется шрифтом размера 14, остальной текст – шрифтом размера 10.

Последовательность выполнения титульного листа:

- 1) нанести рамку и сделать разметку листа;
- 2) нанести вспомогательную сетку линий;
- 3) вписать в сетку буквы и цифры текста;
- 4) обвести чертеж.



Рис. 21

Задание № 3. ПРАВИЛЬНЫЕ МНОГОУГОЛЬНИКИ

Содержание задания

Дано: шесть типов многоугольников и диаметр описанной окружности.

Требуется: начертить шесть равносторонних многоугольников в описанной окружности заданного диаметра.

Методические указания

Задание выполняется на листе формата А4 в масштабе 1:1. Многоугольник называют правильным, если его стороны и углы равны.

При выполнении задания нужно знать правила деления окружности на равное количество частей. Для нахождения точек, делящих окружность на три равные части, необходимо из точки *A* провести дугу радиусом *R* (рис. 22). Пересечение дуги с окружностью дает две искомые точки 1 и 2, третья точка деления будет находиться на пересечении оси симметрии с окружностью. Два взаимно перпендикулярных диаметра окружности делят ее на четыре равные части (рис. 23).

Для нахождения точек, делящих окружность на шесть частей, необходимо из точек 1 и 2, лежащих на оси окружности, провести дуги радиусом окружности *R* (рис. 24). Полученные точки 3, 4, 5, 6, а также точки 1 и 2 делят окружность на шесть равных частей. Чтобы разделить окружность на восемь равных частей, используют прием деления прямого угла пополам с помощью циркуля на две равные части (рис. 25). Полученные точки 2, 4, 6, 8, а также точки, лежащие на взаимно перпендикулярных диаметрах окружности (1, 3, 5, 7), делят окружность на восемь равных частей.

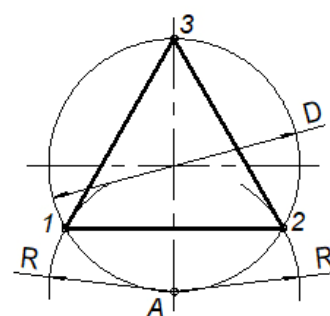


Рис. 22

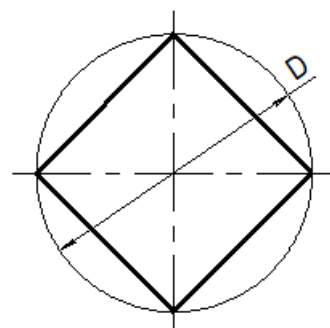


Рис. 23

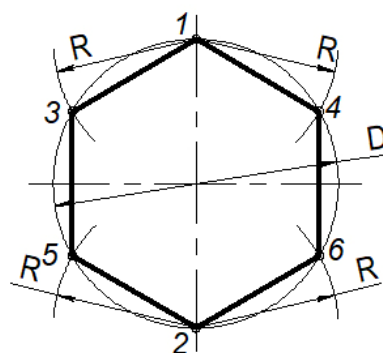


Рис. 24

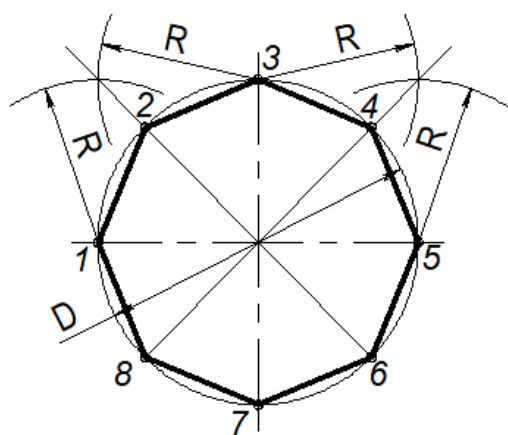
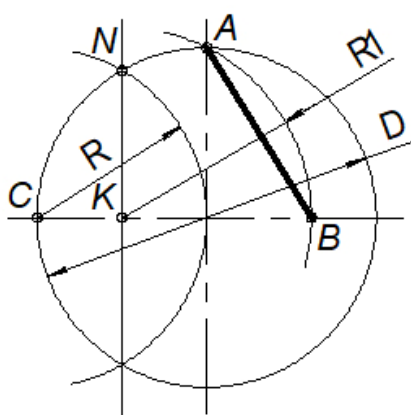
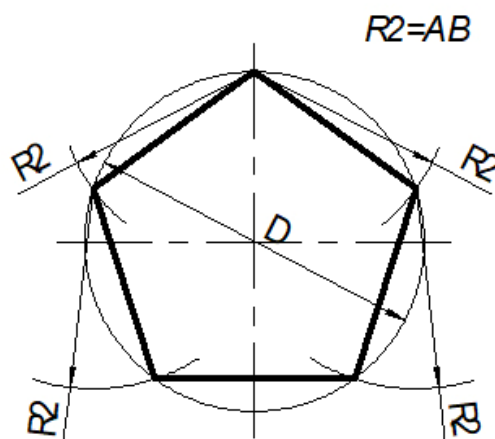


Рис. 25

Для нахождения точек, делящих окружность на пять равных частей, надо из точки C провести дугу радиусом окружности R , которая пересечет окружность в точке N (рис. 26, а). Из точки N опускаем перпендикуляр на горизонтальную осевую линию и получаем точку K . Из точки K радиусом R_1 , равным расстоянию от точки K до точки A , проводим дугу, которая пересечет горизонтальную осевую линию в точке B . Радиусом R_2 , равным расстоянию от точки A до точки B , делим окружность на пять равных частей (рис. 26, б).



а)



б)

Рис. 26

Деление окружности на семь равных частей показано на рис. 27. Из точки A проводим вспомогательные дуги радиусом окружности R , которые пересекут окружность в точках B и K (рис. 27, а). Отрезок BK пересекает осевую линию окружности в точке C . Радиусом R_1 , равным расстоянию от точки B до точки C , делим окружность на семь равных частей (рис. 27, б).

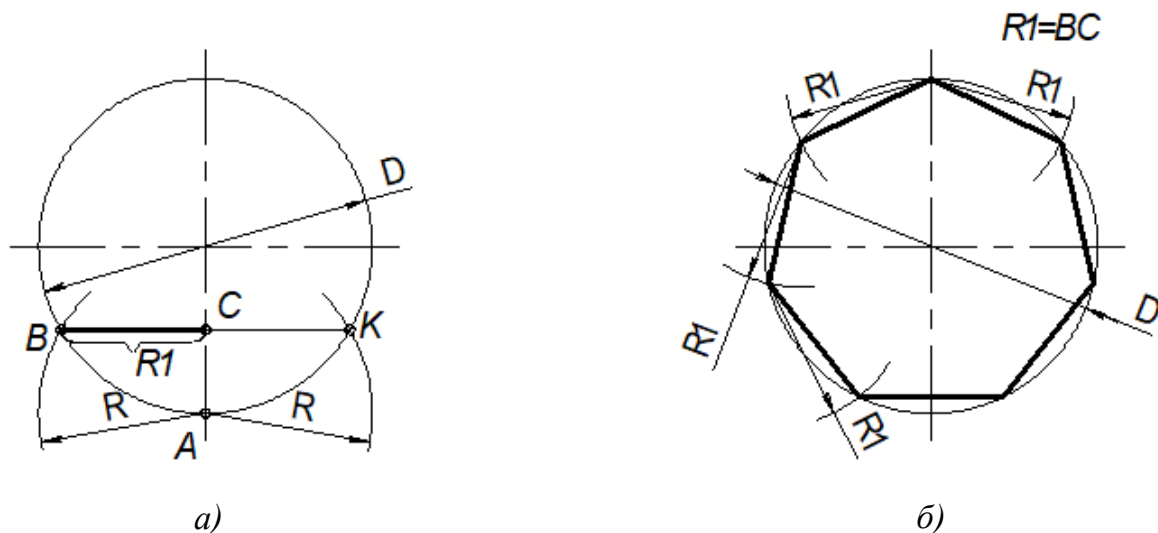


Рис. 27

Определить размер стороны правильного многоугольника можно с помощью таблицы коэффициентов (табл. 4). При умножении коэффициента k на диаметр окружности D получаем длину стороны многоугольника.

Таблица 4

Коэффициенты для расчета размера стороны правильного многоугольника

Число сторон многоуголь- ника n	Коэффици- ент k	Число сторон многоуголь- ника n	Коэффици- ент k	Число сторон многоуголь- ника n	Коэффици- ент k
7	0,434	16	0,195	25	0,125
8	0,383	17	0,184	26	0,120
9	0,342	18	0,174	27	0,116
10	0,309	19	0,165	28	0,112
11	0,282	20	0,156	29	0,108
12	0,259	21	0,149	30	0,104
13	0,239	22	0,142	31	0,101
14	0,223	23	0,136	32	0,098
15	0,208	24	0,130	33	0,095

Пример выполнения задания представлен на рис. 28. Варианты заданий представлены в табл. 5.

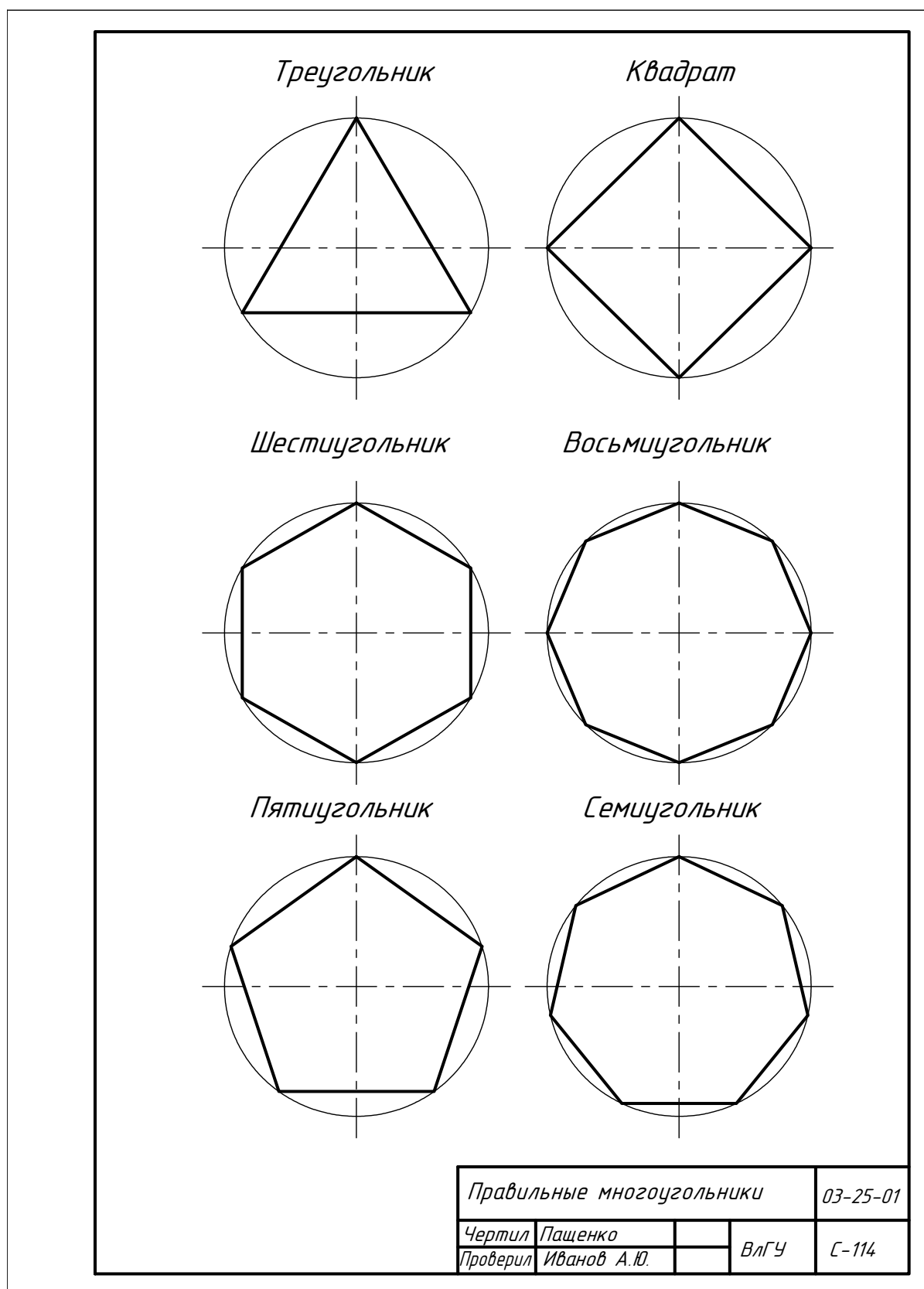


Рис. 28

Данные к заданию № 3

Вариант	Диаметр окружности	Вариант	Диаметр окружности	Вариант	Диаметр окружности
1	70	10	67	19	54
2	65	11	69	20	53
3	60	12	56	21	51
4	55	13	59	22	52
5	63	14	61	23	48
6	57	15	58	24	62
7	62	16	63	25	49
8	68	17	54	26	72
9	66	18	64	27	71

Задание № 4. СОПРЯЖЕНИЯ

Содержание задания

Дано: контур криволинейной детали.

Требуется: начертить контур детали, выполнив необходимые сопряжения.

Методические указания

Задание выполняется на листе формата А4 в масштабе 1:1.

При вычерчивании деталей машин и приборов, контуры которых состоят из прямых линий и дуг окружностей, часто применяют сопряжения. **Сопряжением** называют плавный переход от одной линии к другой.

Для выполнения сопряжений надо знать радиусы сопряжений, центры дуг и точки сопряжения.

При сопряжении прямой линии и дуги центр дуги лежит на перпендикуляре к прямой, восстановленном из точки сопряжения.

При сопряжении двух дуг центры дуг лежат на прямой, проходящей через точку сопряжения.

Рассмотрим сопряжение двух сторон угла дугой окружности заданного радиуса R (рис. 29). Параллельно сторонам угла на расстоянии, равном радиусу дуги R , проводим две вспомогательные прямые.

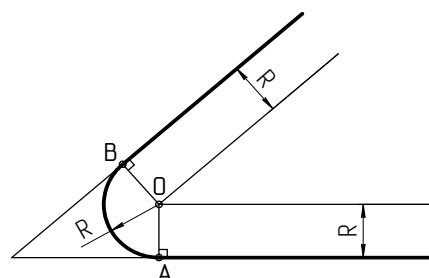


Рис. 29

Дугу заканчиваем в точках сопряжения A и B , которые являются основаниями перпендикуляров, проведенных из центра O на стороны угла.

На рис. 30, *а* представлено сопряжение окружности радиусом $R1$ и прямой линии дугой окружности радиусом R с внешним касанием. Для нахождения центра дуги сопряжения проводим параллельно прямой на расстоянии R вспомогательную прямую. Из центра окружности C проводим дугу окружности радиусом, равным сумме радиусов $R1$ и R , до пересечения ее с вспомогательной прямой в точке O . Точка O – центр дуги сопряжения. Точку сопряжения B находим на пересечении прямой CO с окружностью радиусом $R1$. Точка сопряжения A – основание перпендикуляра, проведенного из центра O на данную прямую.

На рис. 30, *б* центр дуги сопряжения O находится на пересечении вспомогательной прямой, проведенной параллельно данной прямой на расстоянии R , с дугой вспомогательной окружности, описанной из центра C , радиусом, равным разности $R - R1$. Точка сопряжения A – основание перпендикуляра, проведенного из точки O на данную прямую. Точку сопряжения B находим на пересечении прямой CO с окружностью радиусом $R1$.

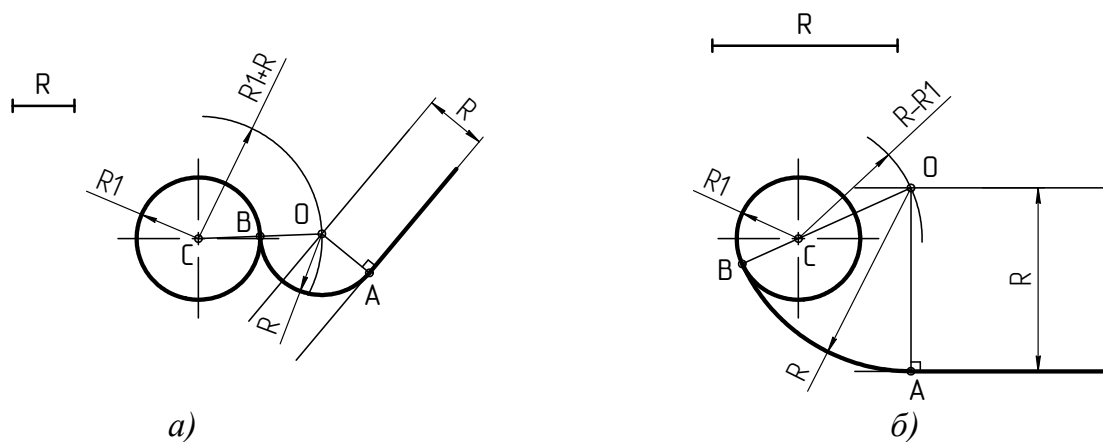


Рис. 30

Сопряжение двух дуг окружностей может быть *внешним, внутренним и смешанным*.

Построение внешнего сопряжения двух окружностей с помощью радиуса R показано на рис. 31. Из центра $C1$ проводим вспомогательную дугу окружности радиусом, равным сумме радиусов сопрягаемой дуги $R1$ и сопрягающей R , а из центра $C2$ – радиусом, равным сумме радиусов сопрягаемой дуги $R2$ и сопрягающей R . Вспомогательные дуги пересекутся в точке O , которая будет искомым центром сопрягающей дуги. Для нахождения точек сопряжения центры дуг соединяем

прямыми линиями $OC1$ и $OC2$. Эти две прямые пересекают сопрягаемые дуги в точках сопряжения A и B . Из центра O радиусом R проводим сопрягающую дугу, ограничивая ее точками сопряжения A и B .

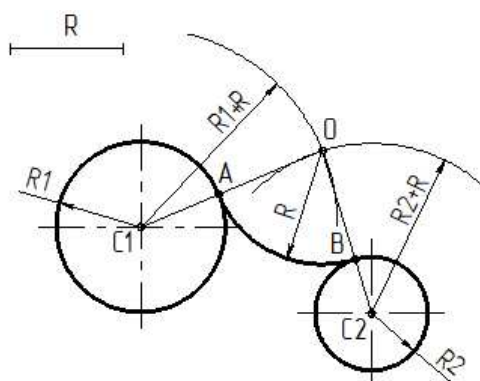


Рис. 31

Построение внутреннего сопряжения представлено на рис. 32.

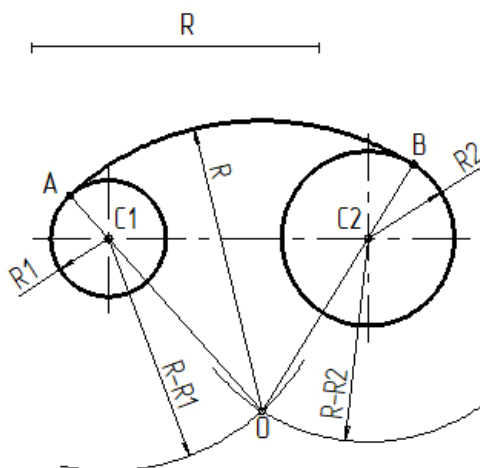


Рис. 32

Из центра $C1$ проводим вспомогательную дугу окружности радиусом, равным разности радиусов сопрягающей дуги R и сопрягаемой дуги $R1$, а из центра $C2$ – радиусом, равным разности радиусов сопрягающей дуги R и сопрягаемой $R2$. Вспомогательные дуги пересекутся в точке O , которая и будет искомым центром сопрягающей дуги. Для нахождения точек сопряжения точку O соединяем с точками $C1$ и $C2$ прямыми линиями. Точки пересечения продолжения прямых $OC1$ и $OC2$ с сопрягаемыми дугами являются точками сопряжения A и B . Из центра O радиусом R между точками сопряжения A и B проводим сопрягающую дугу.

Построение смешанного сопряжения представлено на рис. 33. Из центра $C2$ проводим вспомогательную дугу окружности радиусом,

равным сумме радиусов сопрягаемой дуги R_2 и сопрягающей R , а из центра C_1 – радиусом, равным разности радиусов сопрягающей дуги R и сопрягаемой R_1 . Вспомогательные дуги пересекутся в точке O , которая будет искомым центром сопрягающей дуги. Соединив точки O и C_2 прямой, получаем точку сопряжения B ; соединив точки O и C_1 , находим точку сопряжения A . Из центра O радиусом R проводим дугу сопряжения от точки A до точки B .

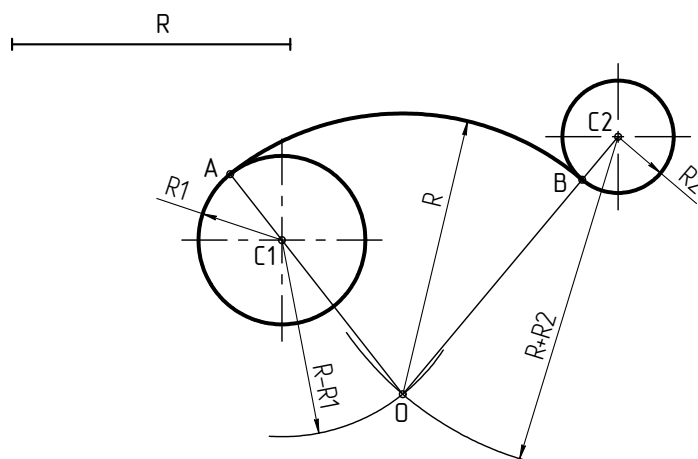


Рис. 33

При вычерчивании контура детали часто надо провести касательную к окружности.

Рассмотрим построение касательной к окружности из точки C_2 (рис. 34). Из точки C_3 , являющейся серединой отрезка C_1C_2 , строим окружность радиусом, равным половине отрезка C_1C_2 . Точки A и B пересечения полученной окружности с заданной определяют положение точек касания. Проводим из точки C_2 касательные к окружности t_1 и t_2 (отрезки AC_2 и BC_2).

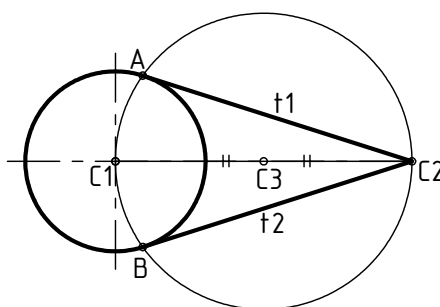


Рис. 34

Рассмотрим построение внешней касательной к двум окружностям (рис. 35). Проводим окружность радиусом $R_1 - R_2$ из центра большей окружности. К полученной окружности строим касательную C_2A

из центра меньшей окружности в соответствии с вышеописанной методикой (см. рис. 34). На продолжении луча C_1A отмечаем точку касания B . Из центра C_2 проводим луч, параллельный C_1A , и отмечаем точку касания D . Через точки B и D проводим искомую касательную t .

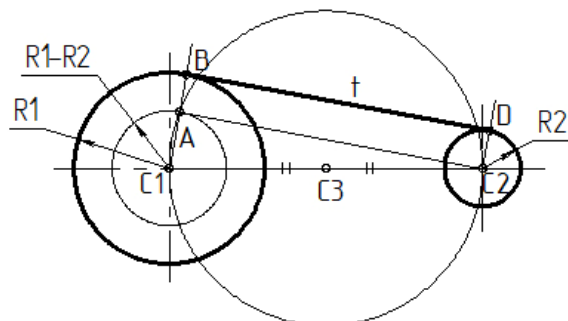


Рис. 35

Рассмотрим построение внутренней касательной к двум окружностям (рис. 36). Проводим окружность радиусом $R_1 + R_2$ из центра большей окружности. К полученной окружности строим касательную C_2A из центра меньшей окружности в соответствии с вышеописанной методикой (см. рис. 34). На луче C_1A отмечаем точку касания B . Из центра C_2 проводим луч, параллельный C_1A , и отмечаем точку касания D . Через точки B и D проводим искомую касательную t .

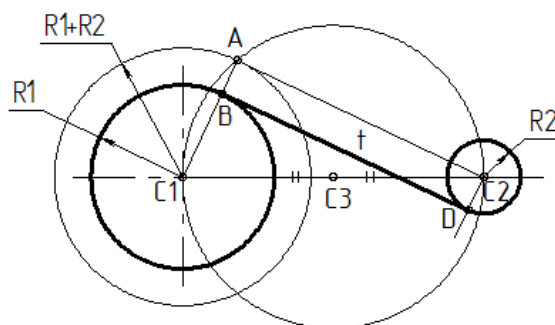


Рис. 36

Пример выполнения задания представлен на рис. 37. Варианты заданий представлены на рис. 38.

Задание № 5. АКСОНОМЕТРИЧЕСКИЕ ПРОЕКЦИИ ОКРУЖНОСТИ

Содержание задания

Дано: окружности заданного диаметра.

Требуется: начертить аксонометрические проекции окружности в трех плоскостях в прямоугольной изометрии и диметрии.

Методические указания

Задание выполняется на листах формата А3, расположенных горизонтально, и А4 в масштабе 1:1.

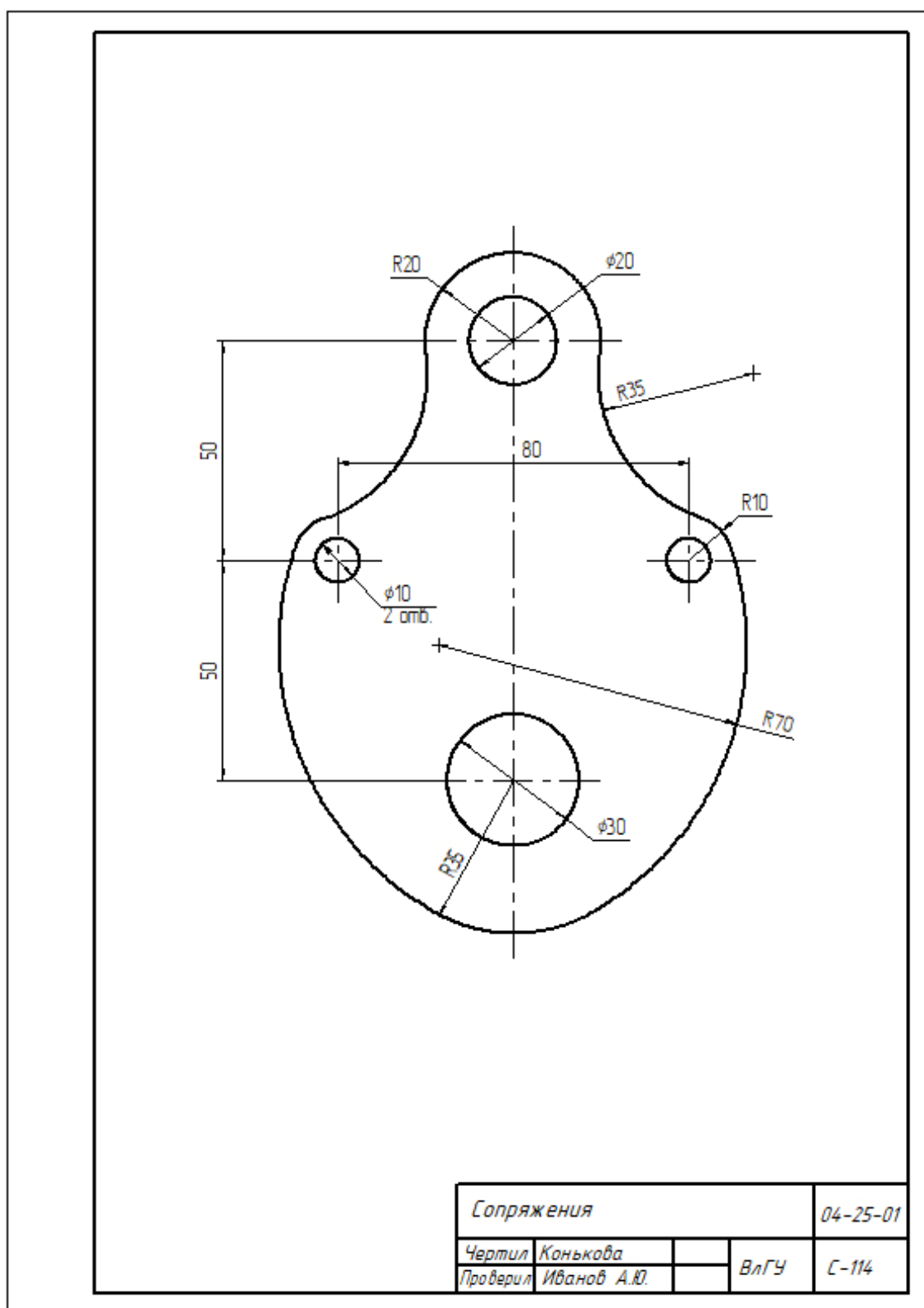


Рис. 37

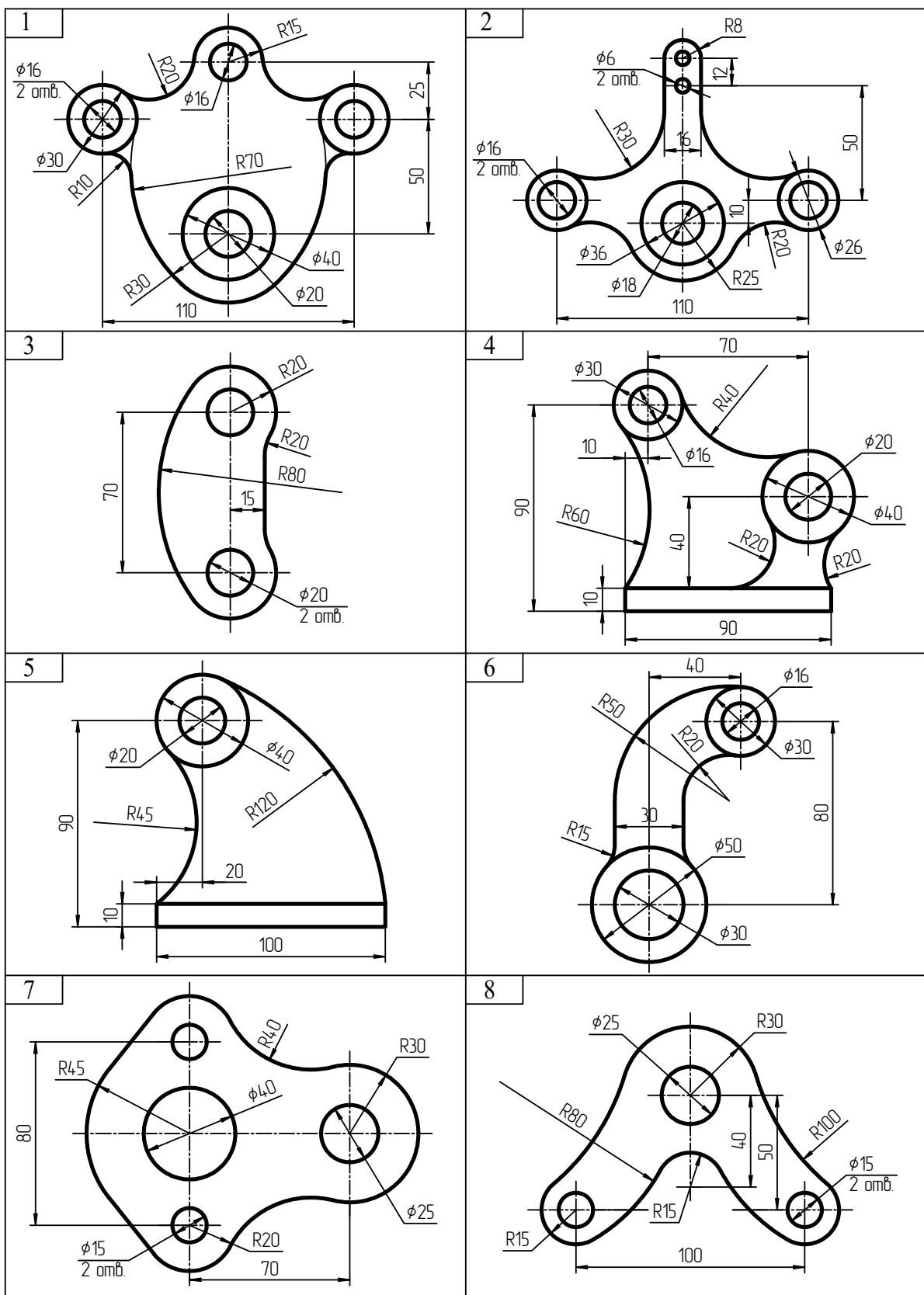


Рис. 38. Данные к заданию № 4

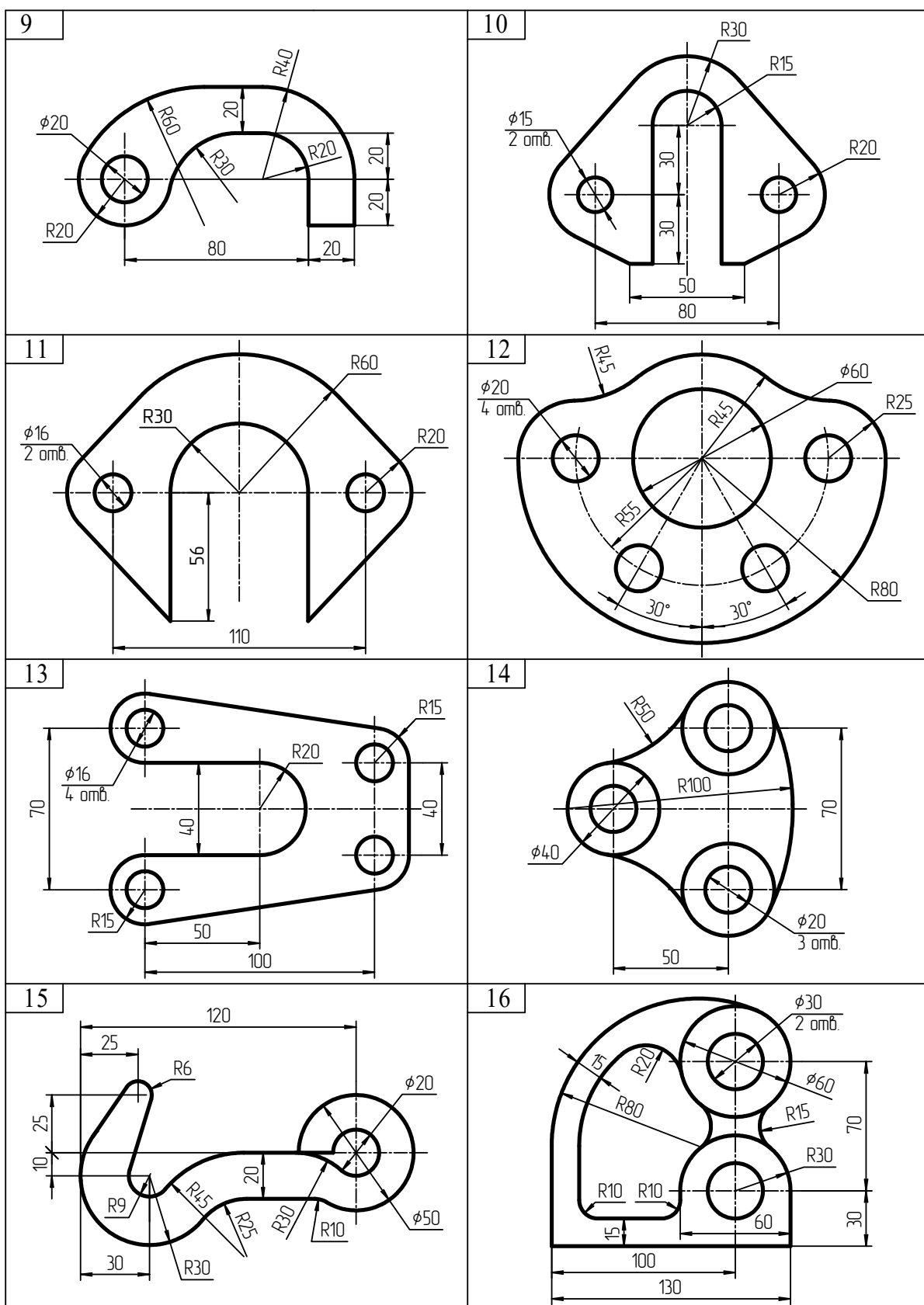


Рис. 38. Данные к заданию № 4 (продолжение)

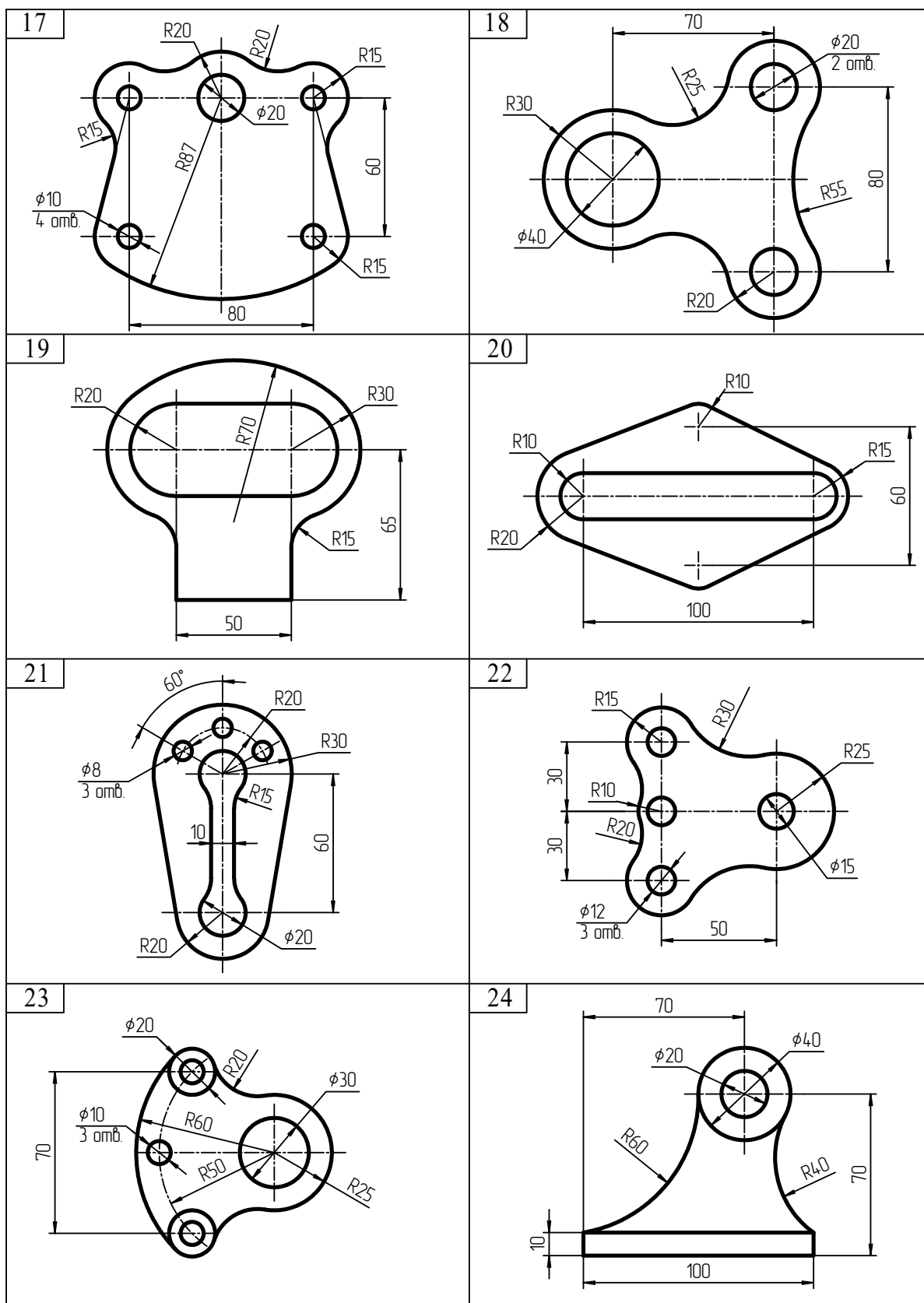


Рис. 38. Данные к заданию № 4 (продолжение)

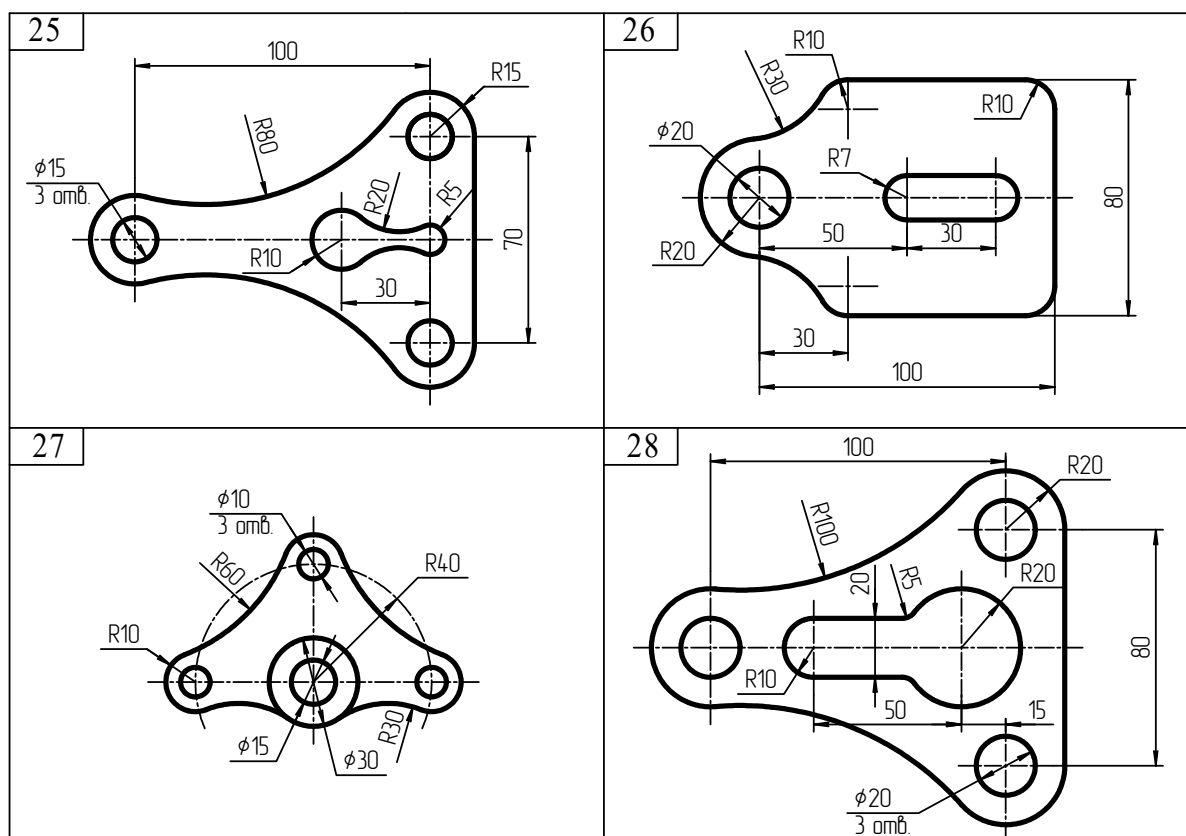


Рис. 38. Данные к заданию № 4 (окончание)

Окружности в прямоугольных аксонометрических проекциях изображают в виде эллипсов. В учебных чертежах эллипсы заменяют на овалы, состоящие из дуг окружностей. Их расположение в зависимости от принадлежности плоскости проекций показано на рис. 39, 40.

Пример выполнения задания представлен на рис. 41, 42. Варианты заданий представлены в табл. 6.

Рассмотрим построение овалов, расположенных в горизонтальной плоскости в прямоугольной изометрии (см. рис. 41). Рассчитываем длину большой ($AB = 1,22d$) и малой ($CD = 0,71d$) оси, находим точки A, B, C, D . Из центра O_1 проводим окружности диаметром AB и CD .

На пересечении прямой CD и большой окружности находим точки O_2 и O_3 , а на пересечении прямой AB и малой окружности – точки O_4 и O_5 . Проводим верхнюю дугу радиусом R из точки O_2 и левую дугу радиусом r из точки O_4 до точки сопряжения N , которая находится на линии, соединяющей центры дуг O_2 и O_4 ; затем проводим нижнюю дугу из точки O_3 радиусом R и правую из точки O_5 радиусом r также до точки сопряжения.

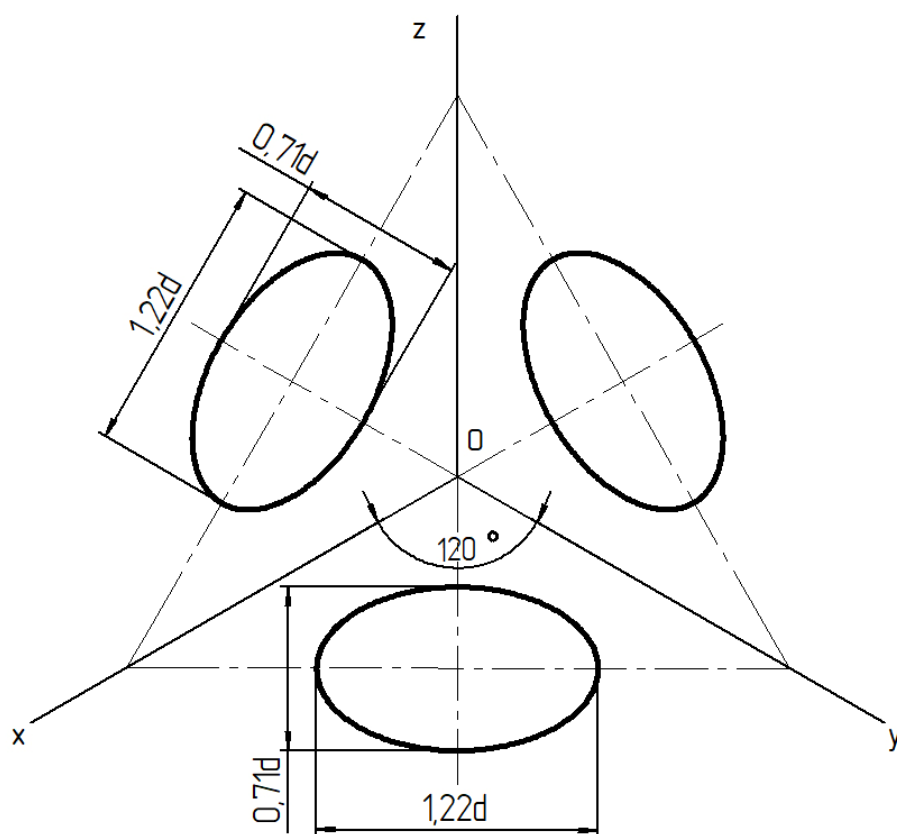


Рис. 39

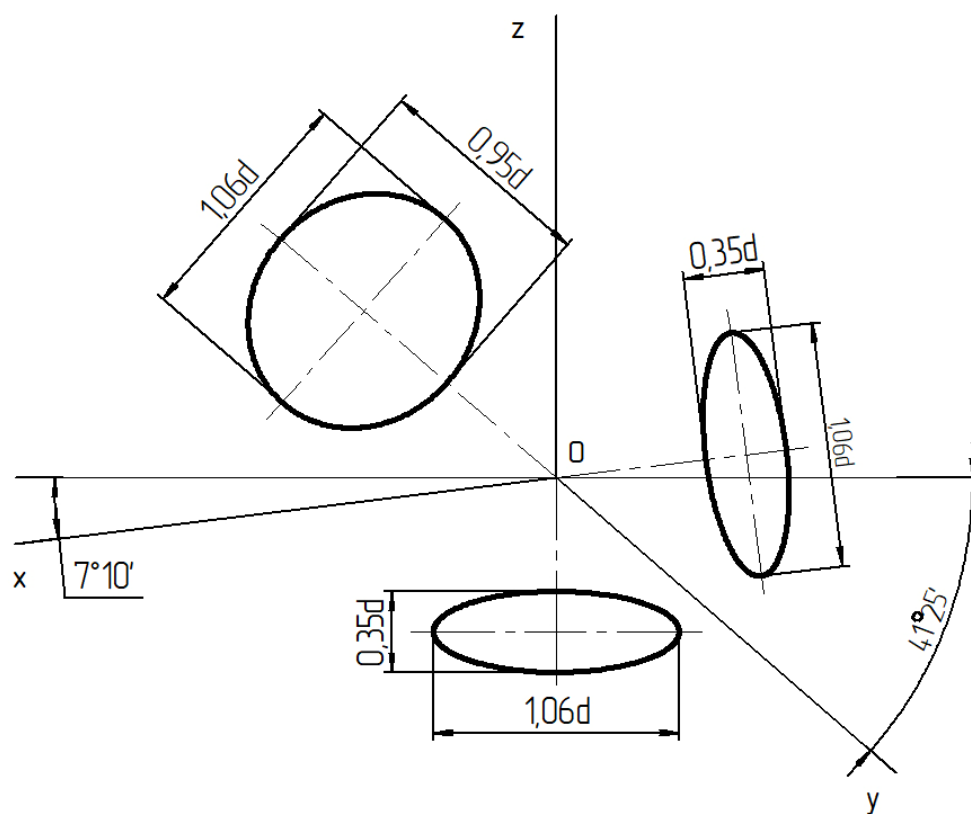
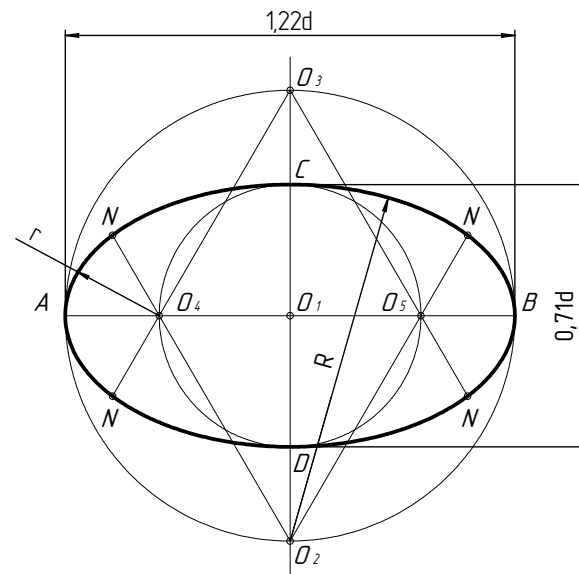
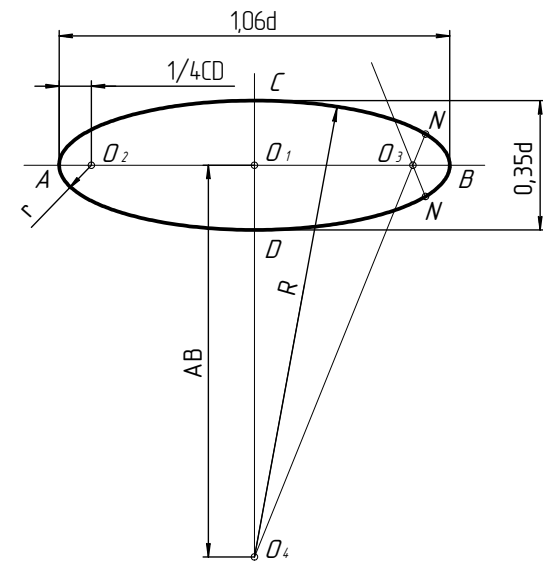


Рис. 40

*Построение окружности
в прямоугольной изометрии*



*Построение окружности
в прямоугольной диметрии*



$$r = 1/4 CD$$

$$R = AB + CO_1 = AB + CD/2$$

Окружность в аксонометрии			05-25-01
Чертил	Грезина		
Проверил	Иванов А.Ю.	ВлГУ	С-114

Рис. 41

The diagram illustrates the geometric construction of a circle tangent to three planes. It features a 3D coordinate system with axes labeled x , y , and z . A circle is shown in a plane parallel to the xy -plane, centered at point O . Four points $O_1, O_2, O_3,$ and O_4 are marked as centers of spheres or circles. Points $A, B, C,$ and D are located on the circle's circumference. Dimension lines indicate distances such as $0.95d$ and $106d$. Radii are labeled R and R_1 . Angles of $70^\circ 0'$ and $41^\circ 25'$ are specified relative to the coordinate axes.

Окружность в аксонометрии			05-25-02
Чертил	Гарина	ВлГУ	С-114
Проверил	Иванов А.Ю.		

39

Рассмотрим построение овалов в прямоугольной диметрии, расположенных параллельно горизонтальной плоскости проекций (см. рис. 41). Большая ось эллипса расположена горизонтально, а малая ей перпендикулярна. Рассчитываем длину большой оси эллипса ($AB = 1,06d$) и малой оси ($CD = 0,35d$). Для нахождения центров дуг радиуса R величину AB откладываем вниз и вверх от центра овала. Для нахождения центра дуги радиусом r откладываем $\frac{1}{4}$ малой оси CD от точек A и B . Точки сопряжения N лежат на линии, соединяющей центры O_2 и O_4 .

Таблица 6

Данные к заданию № 5

Вариант	Диаметр окружности	Вариант	Диаметр окружности	Вариант	Диаметр окружности
1	70	10	115	19	98
2	75	11	60	20	102
3	80	12	65	21	107
4	85	13	68	22	112
5	90	14	72	23	58
6	95	15	77	24	62
7	100	16	82	25	64
8	105	17	87	26	74
9	110	18	92	27	84

Рассмотрим построение овалов в прямоугольной диметрии, расположенных параллельно фронтальной плоскости проекций (см. рис. 42). Большая ось эллипса ($AB = 1,06d$) расположена перпендикулярно оси y , а малая ось ($CD = 0,95d$) – по оси y . Зная длину большой и малой осей, находим точки A, B, C, D . Через точку O проводим оси, параллельные осям x и z . Из центра O откладываем по этим осям расстояния, равные радиусу окружности, и находим точки 1, 2, 3, 4. Из точек 1 и 3 проводим горизонтальные линии до пересечения с осями AB и CD овала и получаем точки O_1, O_2, O_3, O_4 . Приняв за центры точки O_1 и O_4 , проводим замыкающие овал дуги 12 и 34 радиусом $R = O_41$. Приняв за центры точки O_2 и O_3 , проводим замыкающие овал дуги 23 и 14 радиусом $R_1 = O_22$.

Задание № 6. ВИДЫ ДЕТАЛИ ПО АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ

Содержание задания

Дано: аксонометрическая проекция детали.

Требуется: начертить главный вид, вид сверху и вид слева по аксонометрической проекции.

Методические указания

Задание выполняется на листе формата А3, расположенном горизонтально, в масштабе 1:1.

При выполнении задания необходимо ознакомиться с конструкцией детали по ее наглядному изображению и определить основные геометрические поверхности, из которых она состоит; затем выбрать главный вид, который дает наиболее полную информацию о детали. Рекомендуется располагать деталь на главном виде вдоль длинной стороны.

Пример выполнения задания представлен на рис. 43, 44. Варианты заданий представлены на рис. 45.

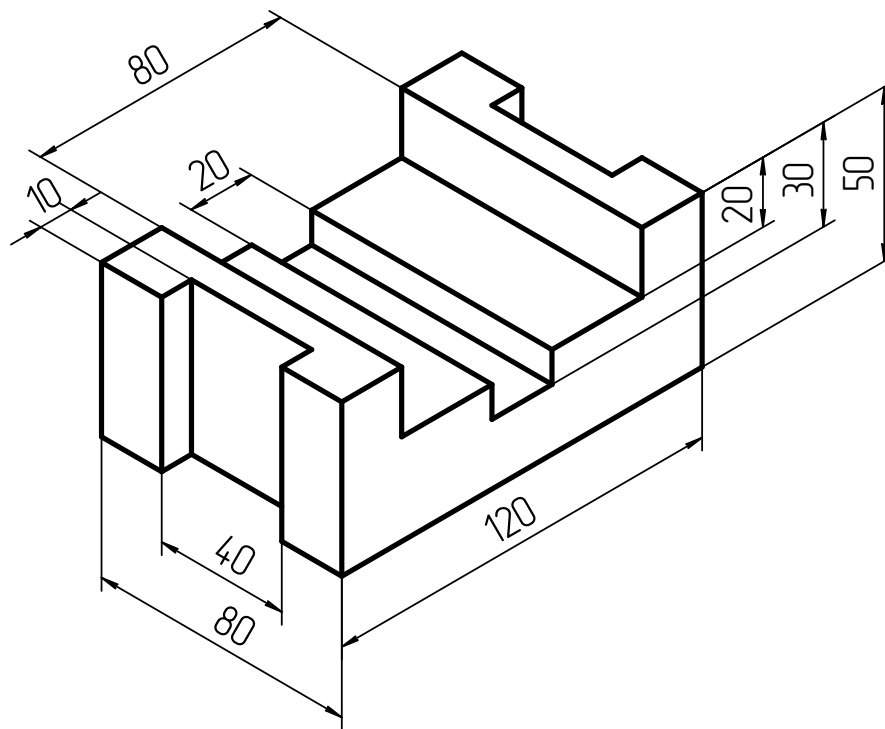


Рис. 43

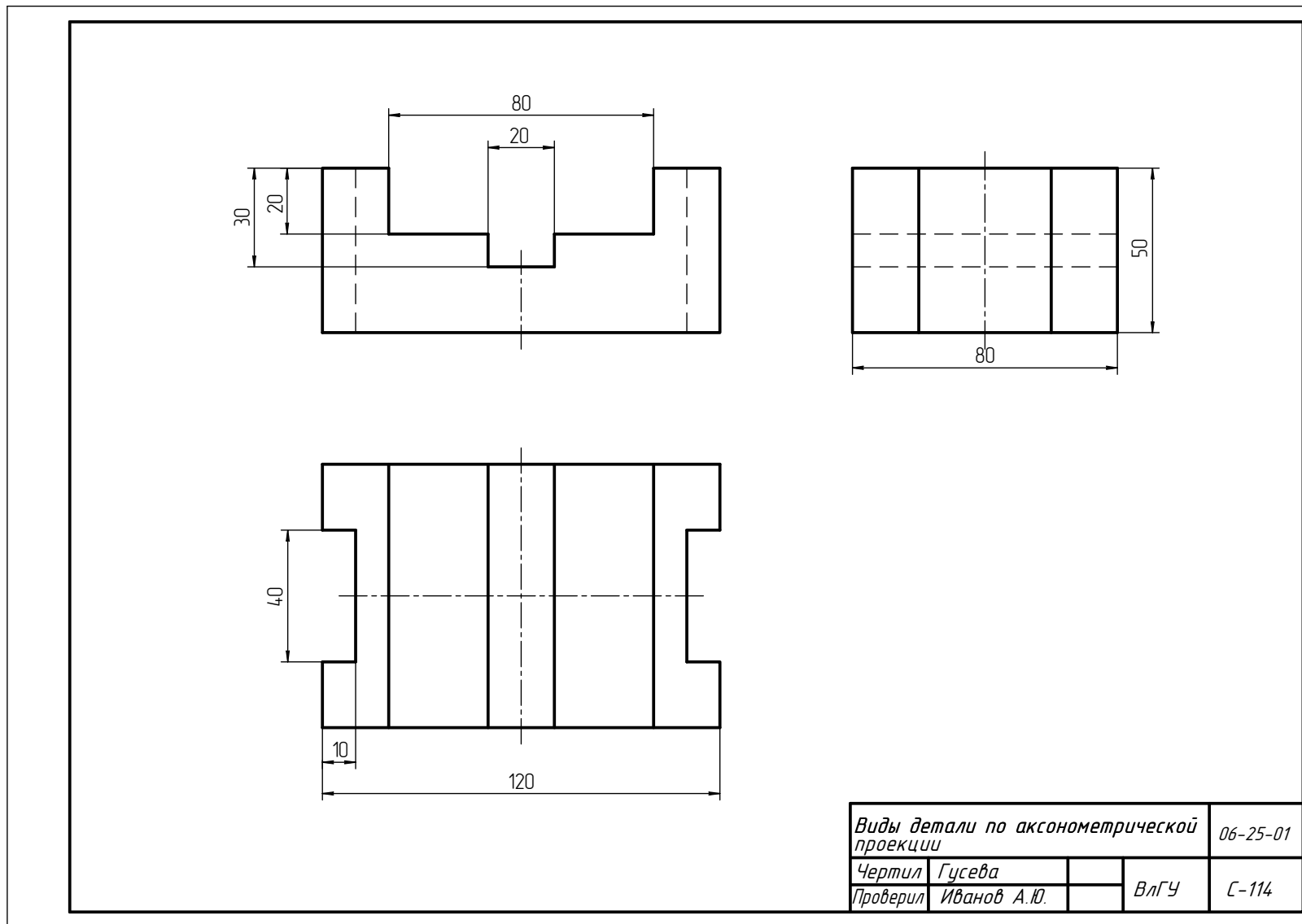


Рис. 44

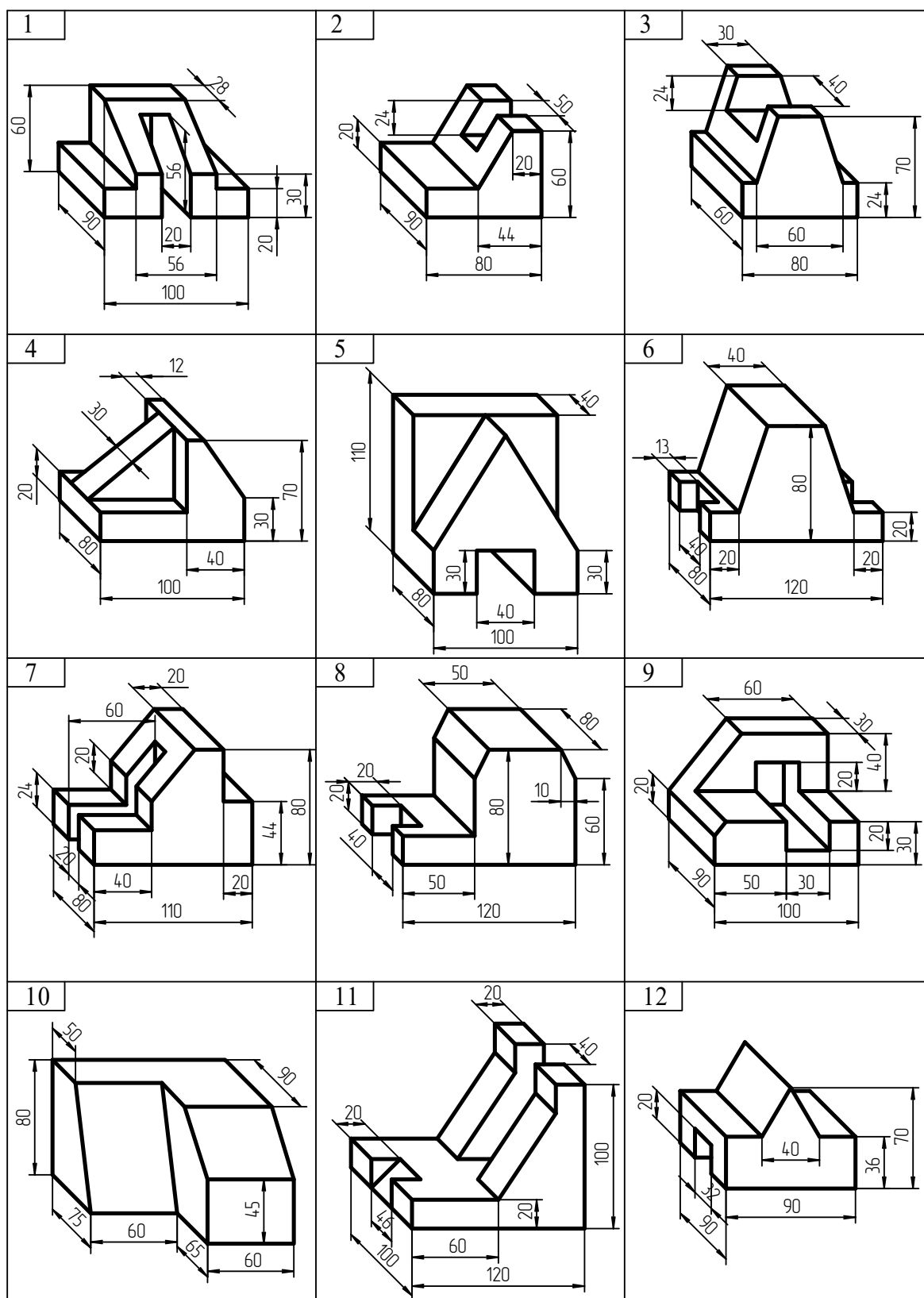


Рис. 45. Данные к заданию № 6

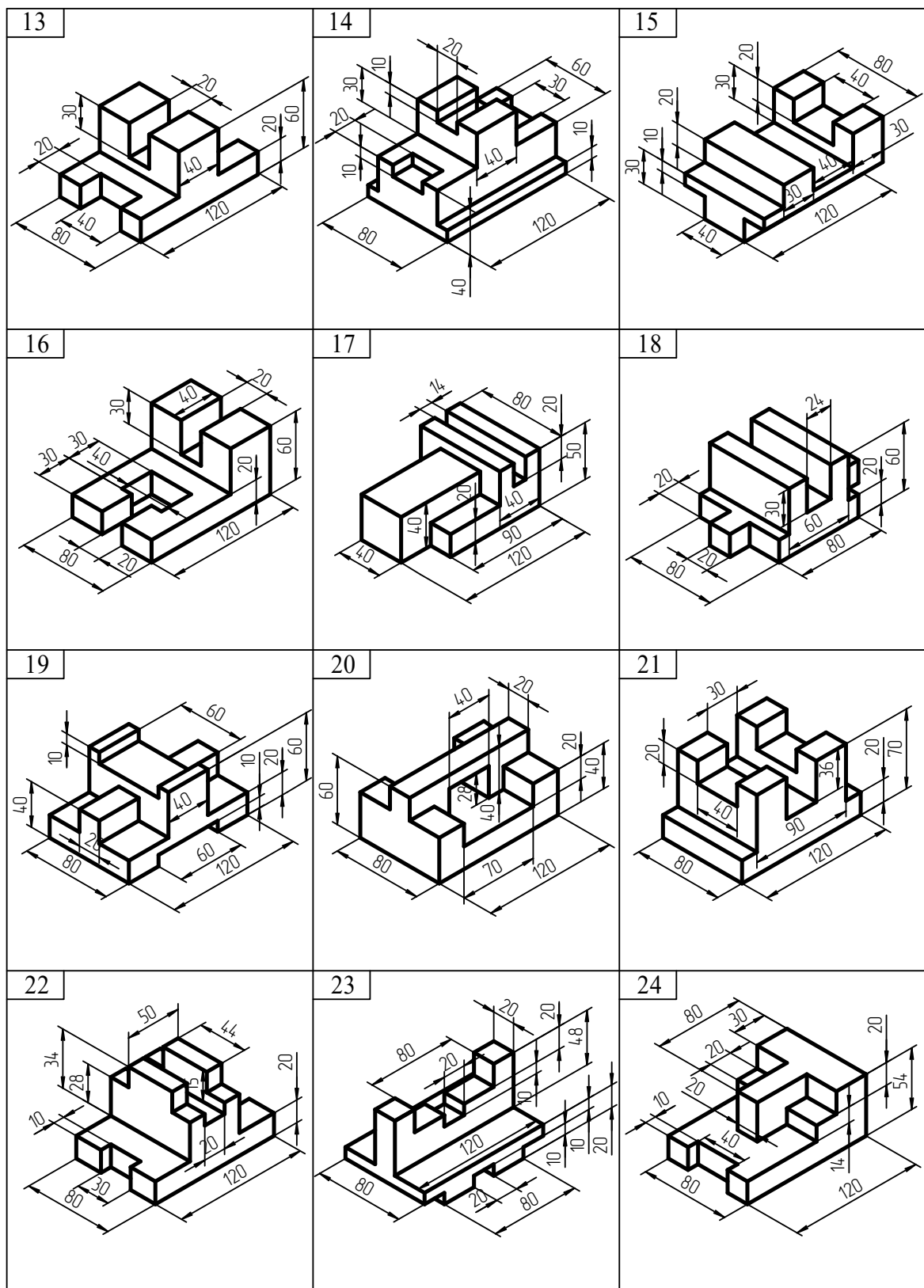


Рис. 45. Данные к заданию № 6 (продолжение)

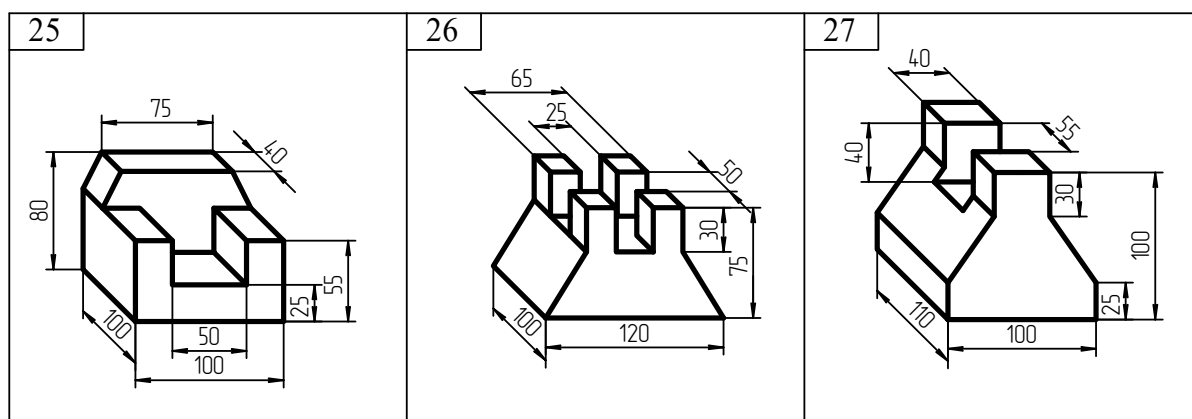


Рис. 45. Данные к заданию № 6 (окончание)

Задание № 7. ПРОЕКЦИИ ГРУППЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

Содержание задания

Дано: главный вид и вид сверху группы геометрических тел.

Требуется: перерисовать главный вид и вид сверху; построить вид слева группы геометрических тел, а также ее аксонометрическую проекцию.

Методические указания

Задание выполняется на двух листах формата А3, расположенных горизонтально, в масштабе 1:1. При выполнении задания сначала необходимо понять, какие геометрические тела представлены (призма, пирамида, цилиндр, конус, сфера), определить их взаимное расположение, а затем начертить три вида группы геометрических тел. Наглядное изображение рекомендуется выполнять в прямоугольной изометрии или в прямоугольной диметрии. За начало координат в аксонометрии можно взять центр любого геометрического тела и разметить по координатам центры остальных тел, затем построить аксонометрическую проекцию. Сферические поверхности в прямоугольных аксонометриях проецируются в окружность, равную диаметру сферы, умноженному на приведенный коэффициент (в прямоугольной изометрии диаметр окружности $1,22d$, в прямоугольной диметрии $1,06d$).

Пример выполнения задания приведен на рис. 46, 47. Варианты заданий представлены на рис. 48.

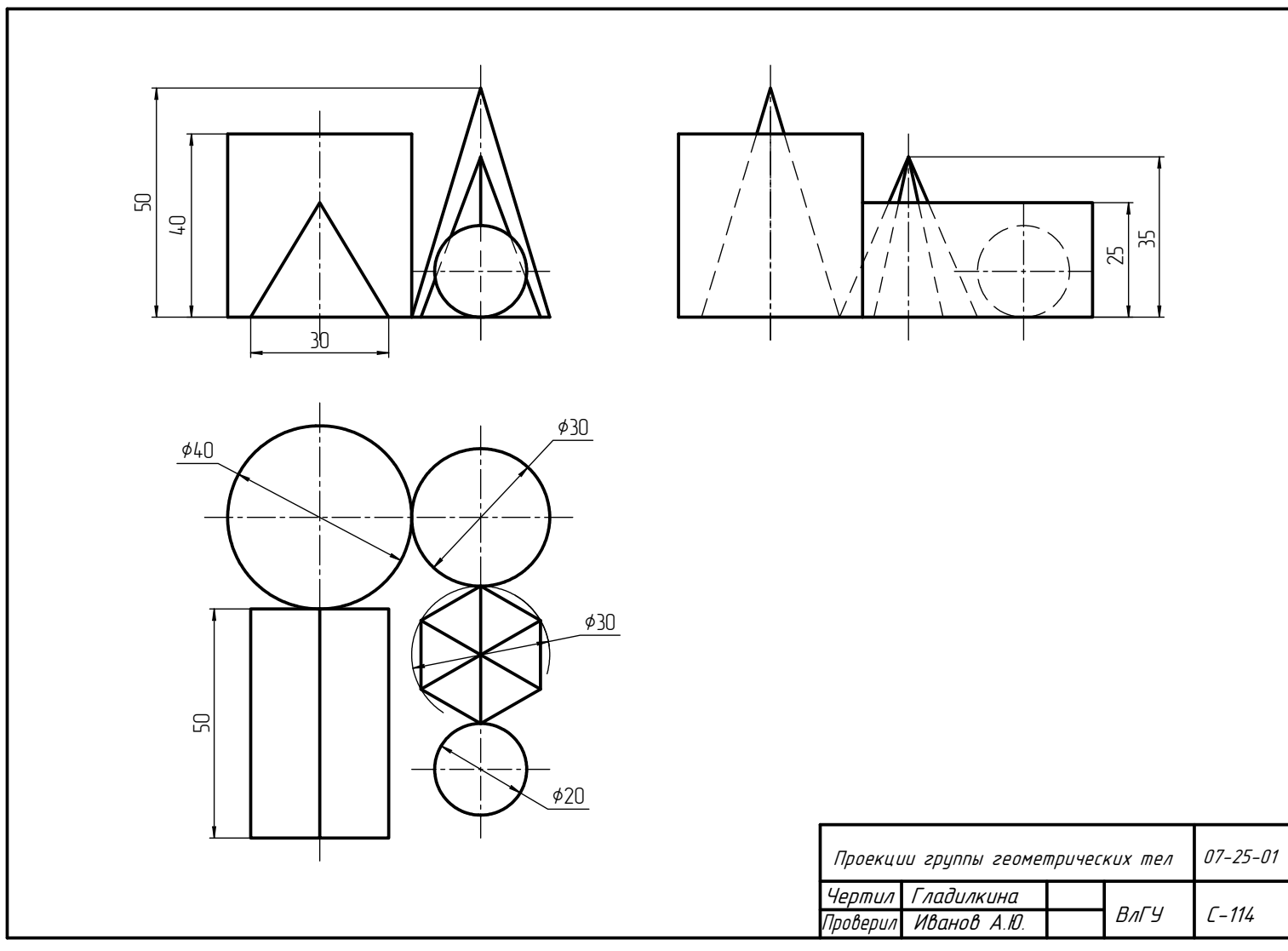


Рис. 46

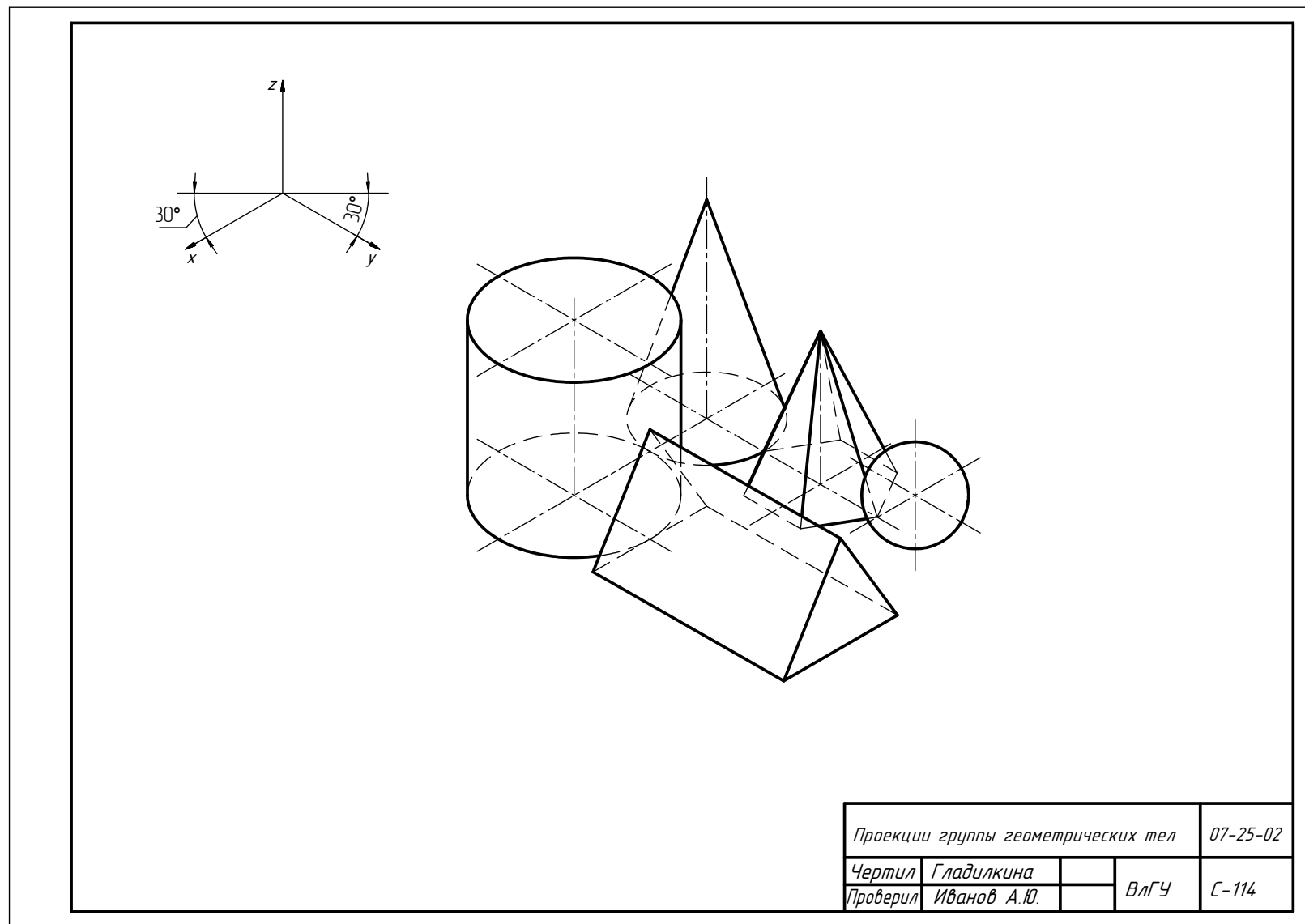


Рис. 47

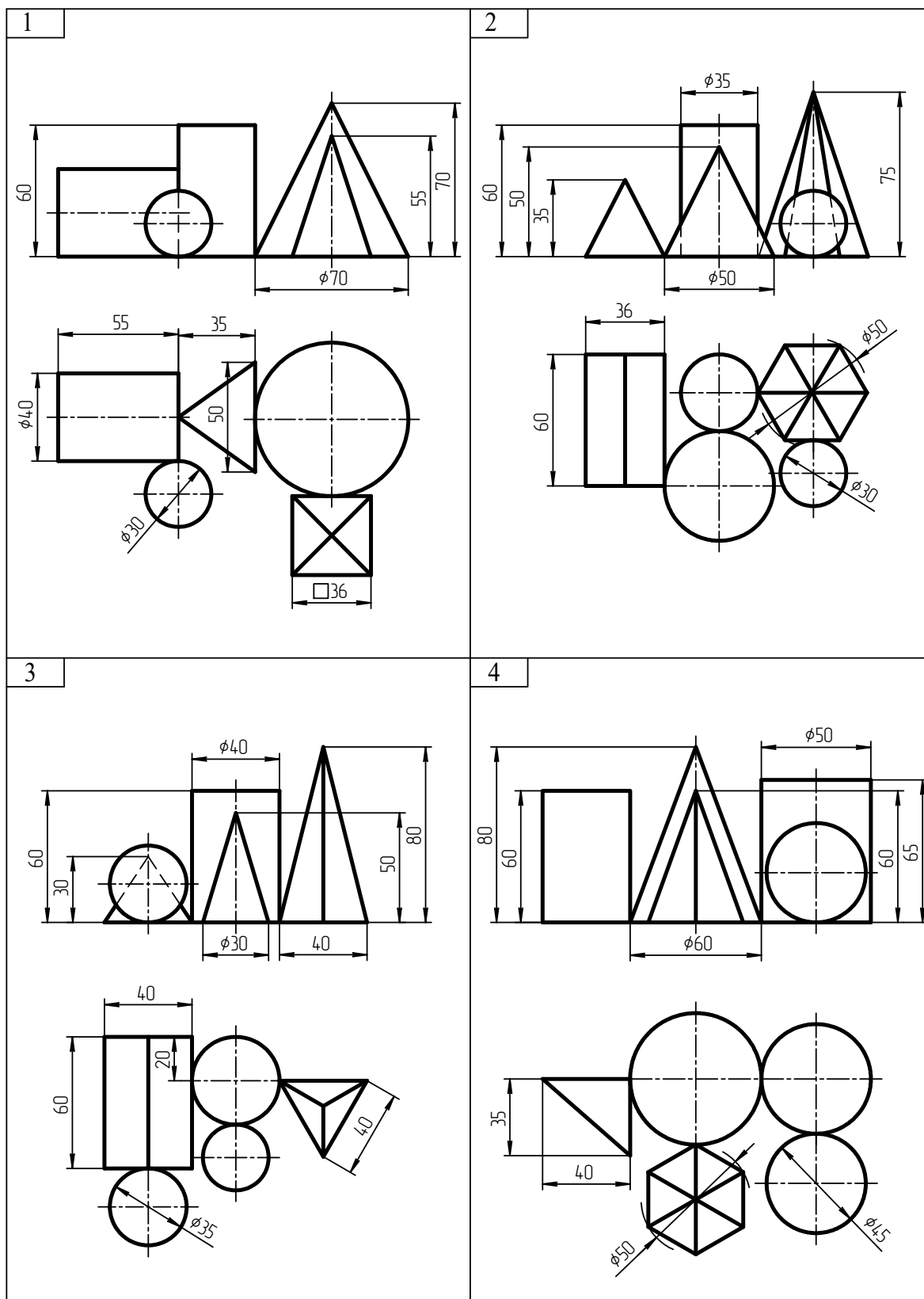


Рис. 48. Данные к заданию № 7

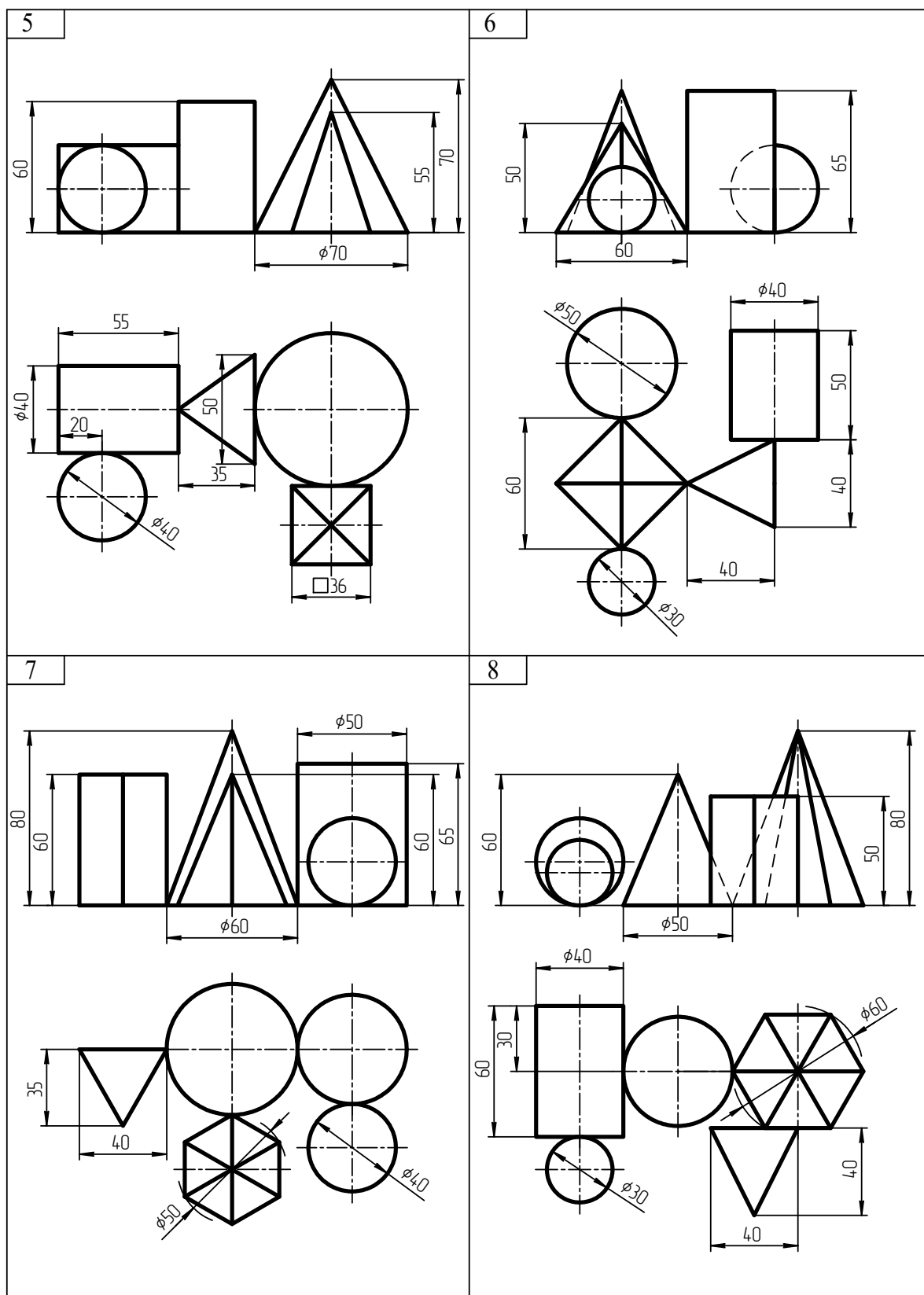


Рис. 48. Данные к заданию № 7 (продолжение)

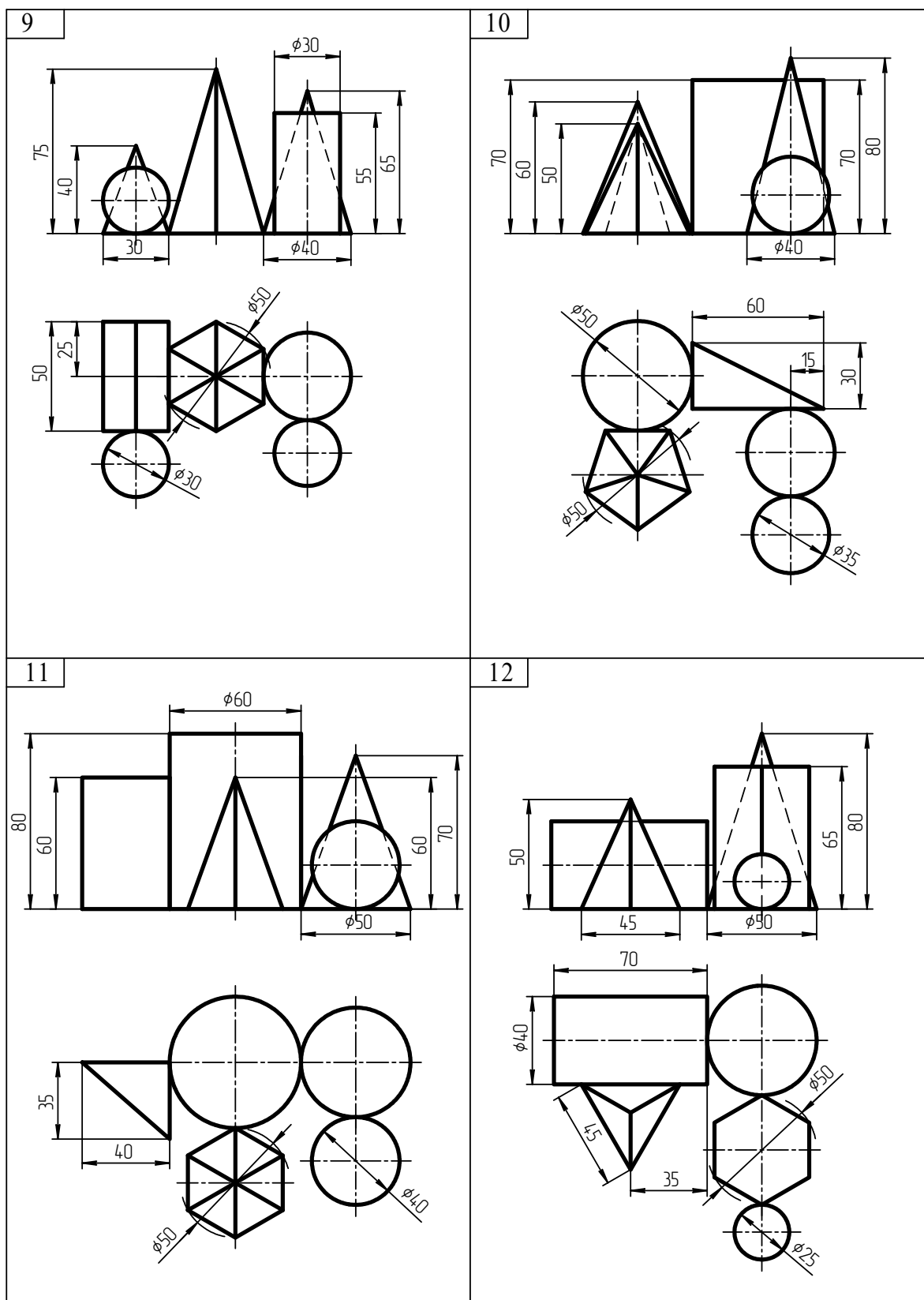


Рис. 48. Данные к заданию № 7 (продолжение)

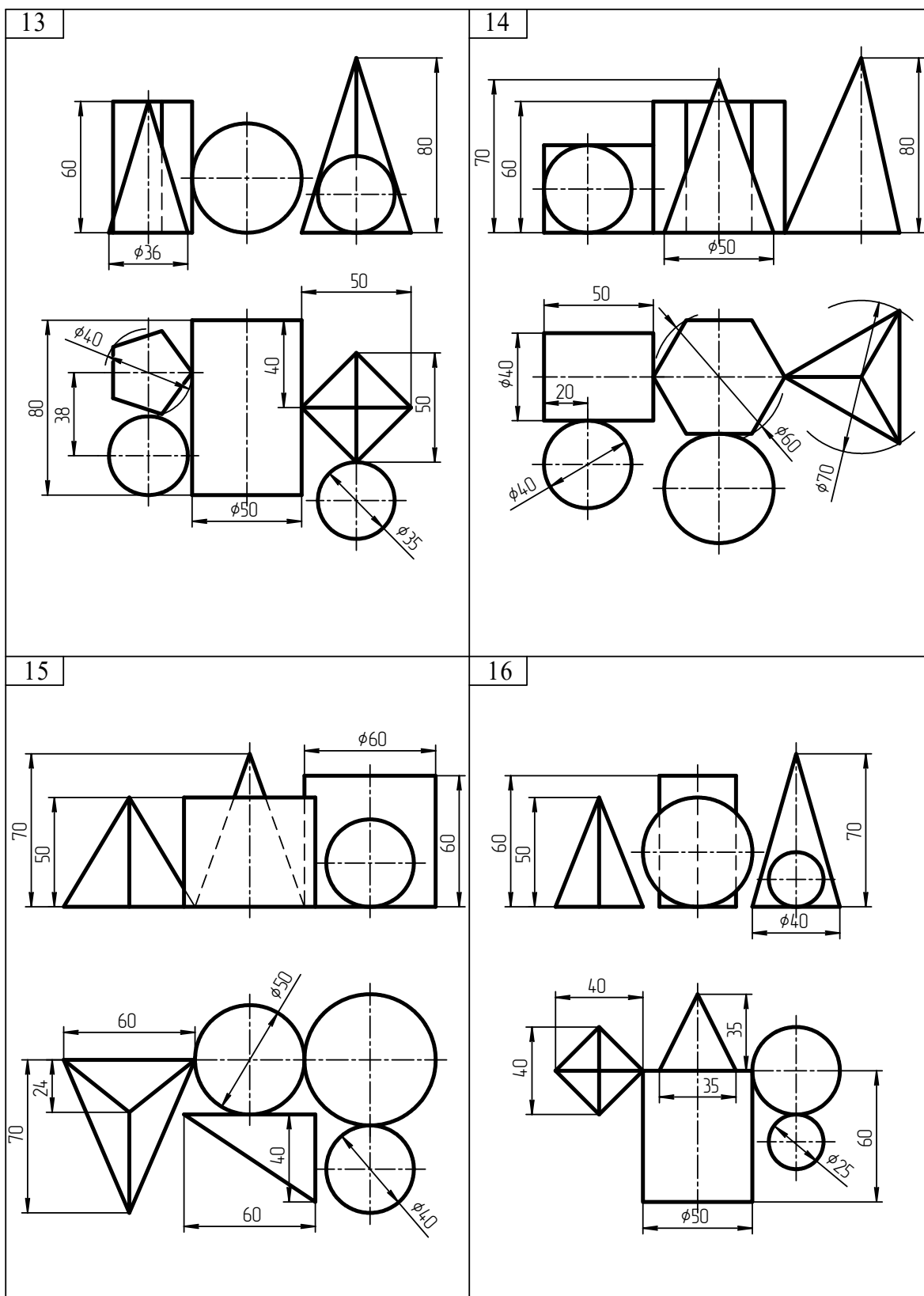


Рис. 48. Данные к заданию № 7 (продолжение)

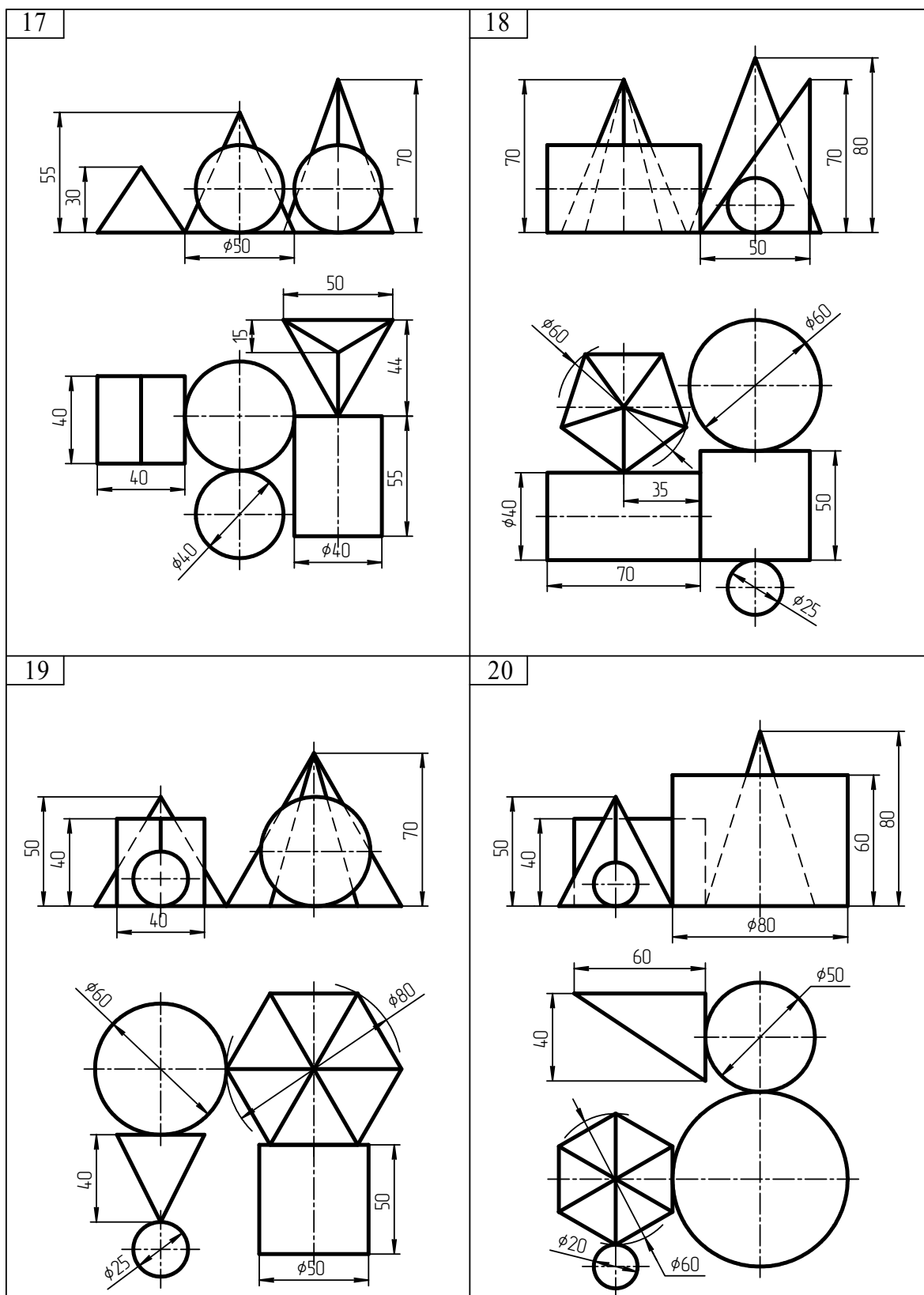


Рис. 48. Данные к заданию № 7 (продолжение)

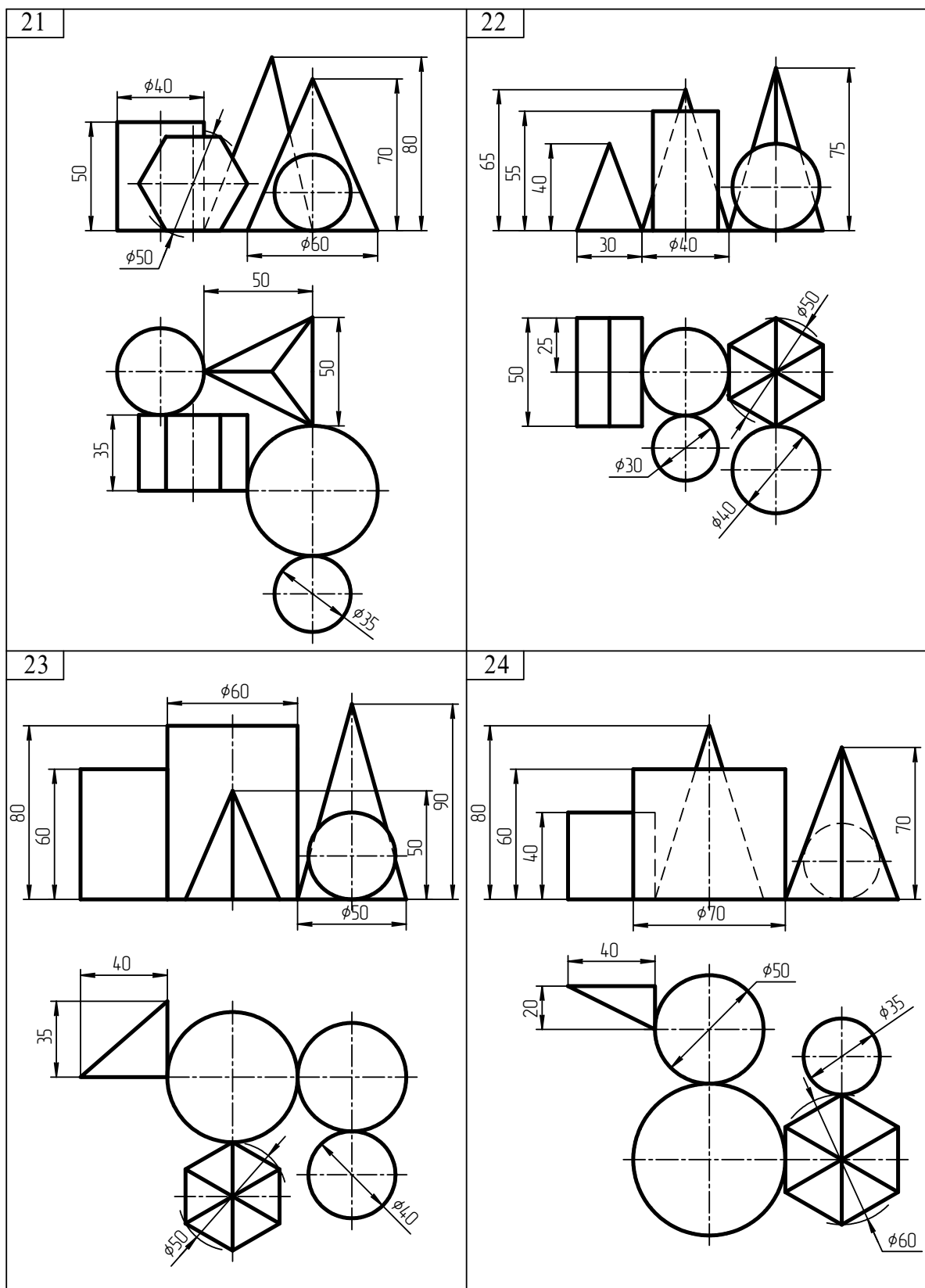


Рис. 48. Данные к заданию № 7 (продолжение)

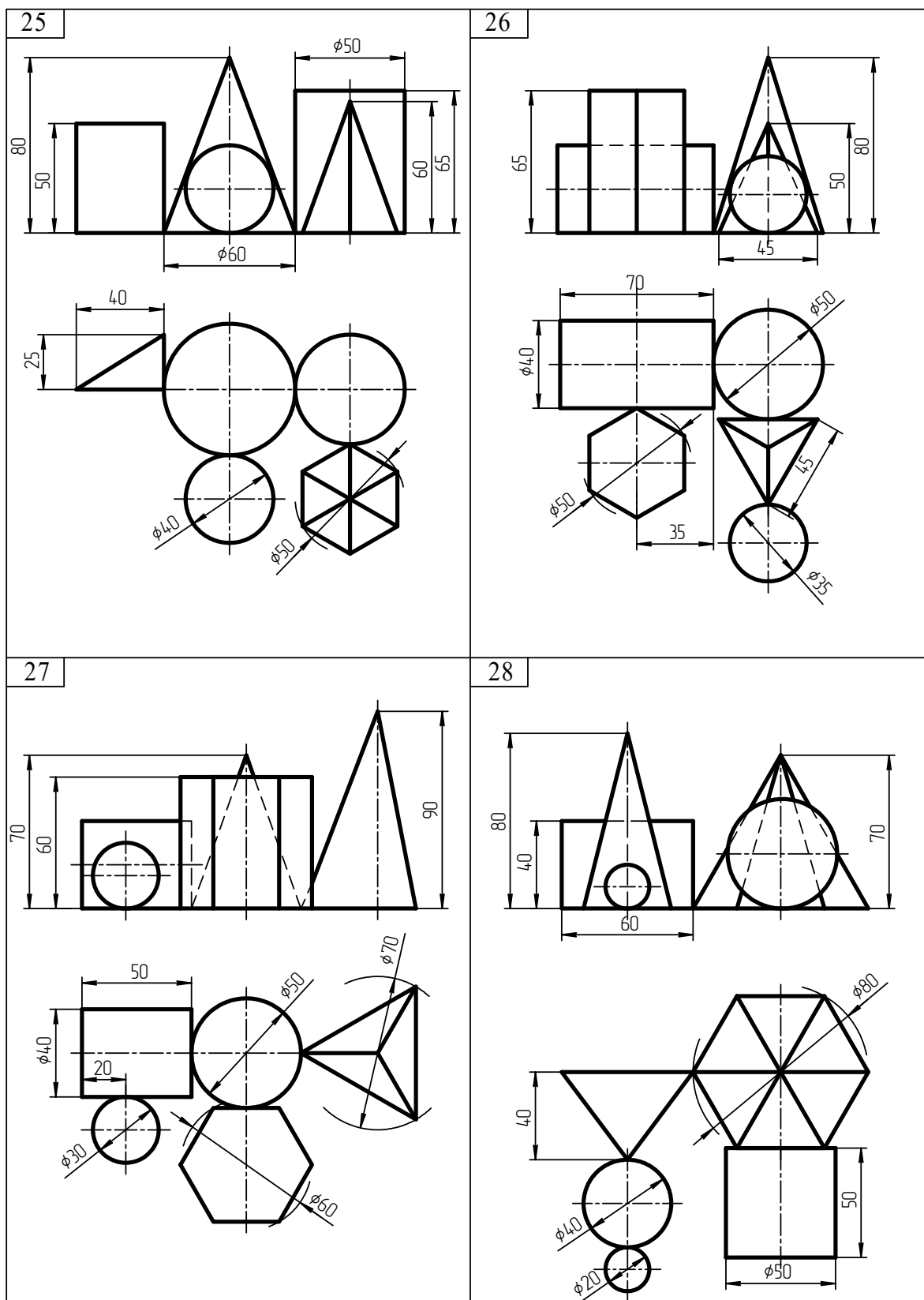


Рис. 48. Данные к заданию № 7 (окончание)

Задание № 8. ПРОЕКЦИИ ПРИЗМЫ

Содержание задания

Дано: главный вид и вид сверху правильной призмы.

Требуется: перечертить главный вид и вид сверху; построить вид слева призмы, а также ее аксонометрическую проекцию.

Методические указания

Задание выполняется на двух листах формата А3, расположенных горизонтально, в масштабе 1:1.

Призма – это многогранник, у которого грани оснований – равные многоугольники, лежащие в параллельных плоскостях, а боковые грани – параллелограммы. У правильной призмы в основаниях лежат равные правильные многоугольники, а боковые грани перпендикулярны к основанию.

На рис. 49 представлено построение вида слева правильной шестигранной призмы по двум данным видам.

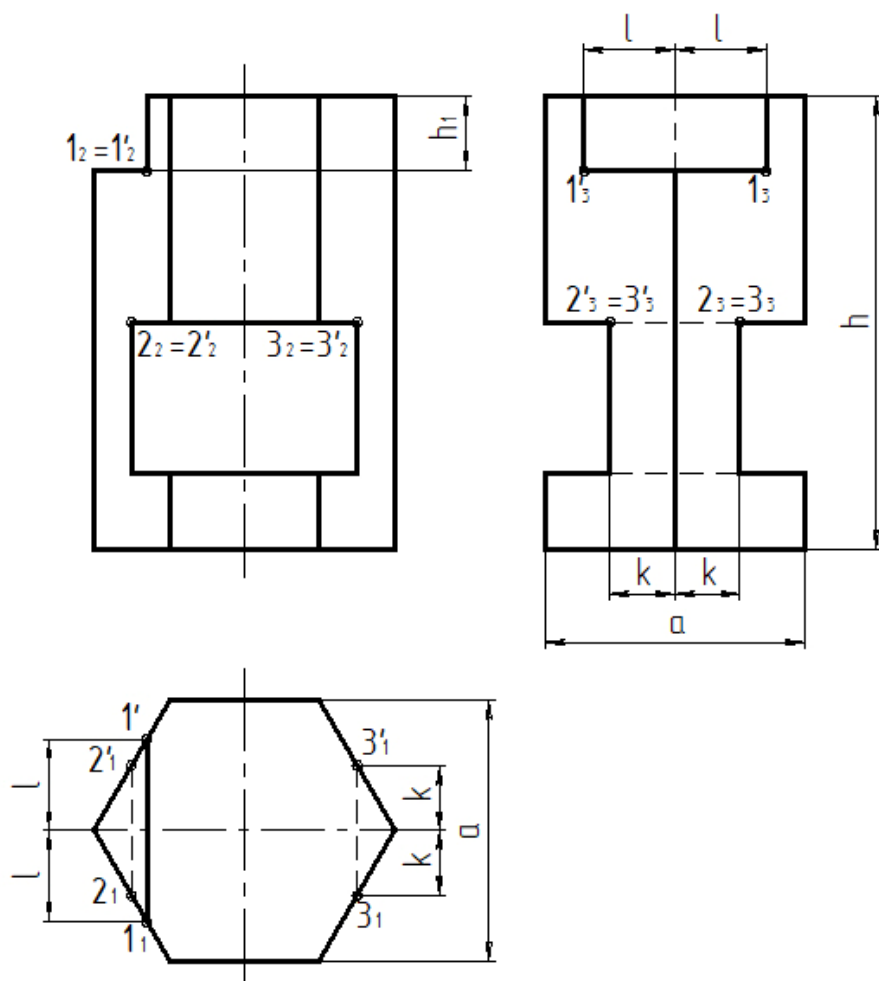


Рис. 49

Данная шестигранная призма расположена так, что на главном виде она проецируется тремя гранями, на виде слева – двумя, а на виде сверху – правильным шестигранником. Поэтому для построения вида слева без вырезов высоту h проецируем с главного вида, а ширину двух граней a – с вида сверху. Далее строим проекции среза и сквозного выреза на виде слева. Высоту среза определяем на главном виде h_1 , а ширину – на виде сверху $2l$. Для построения среза строим профильную проекцию точки 1, проведя линию связи с главного вида и отложив от оси расстояние l . Для построения сквозного выреза определяем профильную проекцию точек 2 или 3, которые на виде слева спроецируются в одну ($2_3 = 3_3$).

Наглядное изображение можно выполнить в прямоугольной изометрии или в прямоугольной диметрии. Для построения аксонометрии призмы, основанием которой является диагонально расположенный квадрат (рис. 50, а) (варианты 3, 6, 8, 19, 27), рекомендуется выбирать прямоугольную диметрию (рис. 50, б), так как в прямоугольной изометрии проекции сторон такого квадрата совпадают с направлением аксонометрических осей (рис. 50, в).

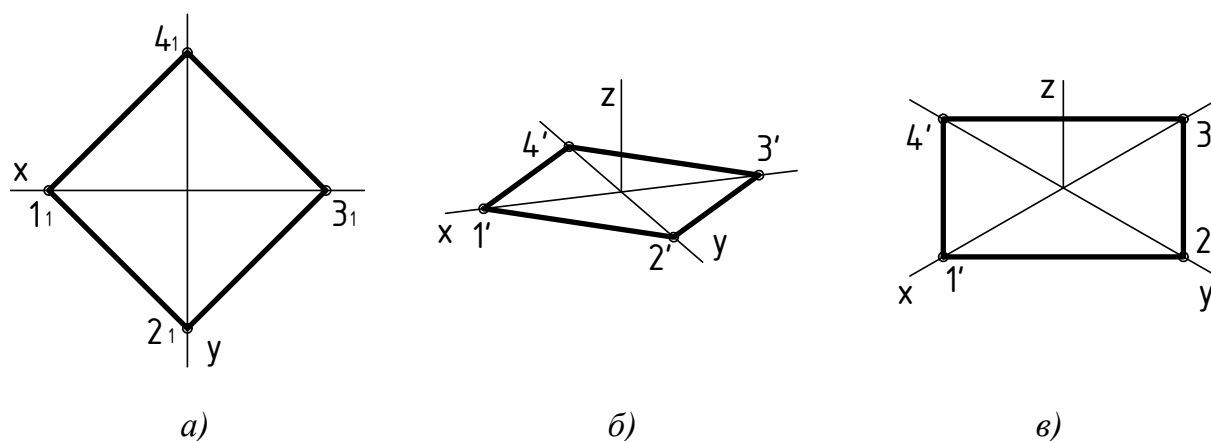
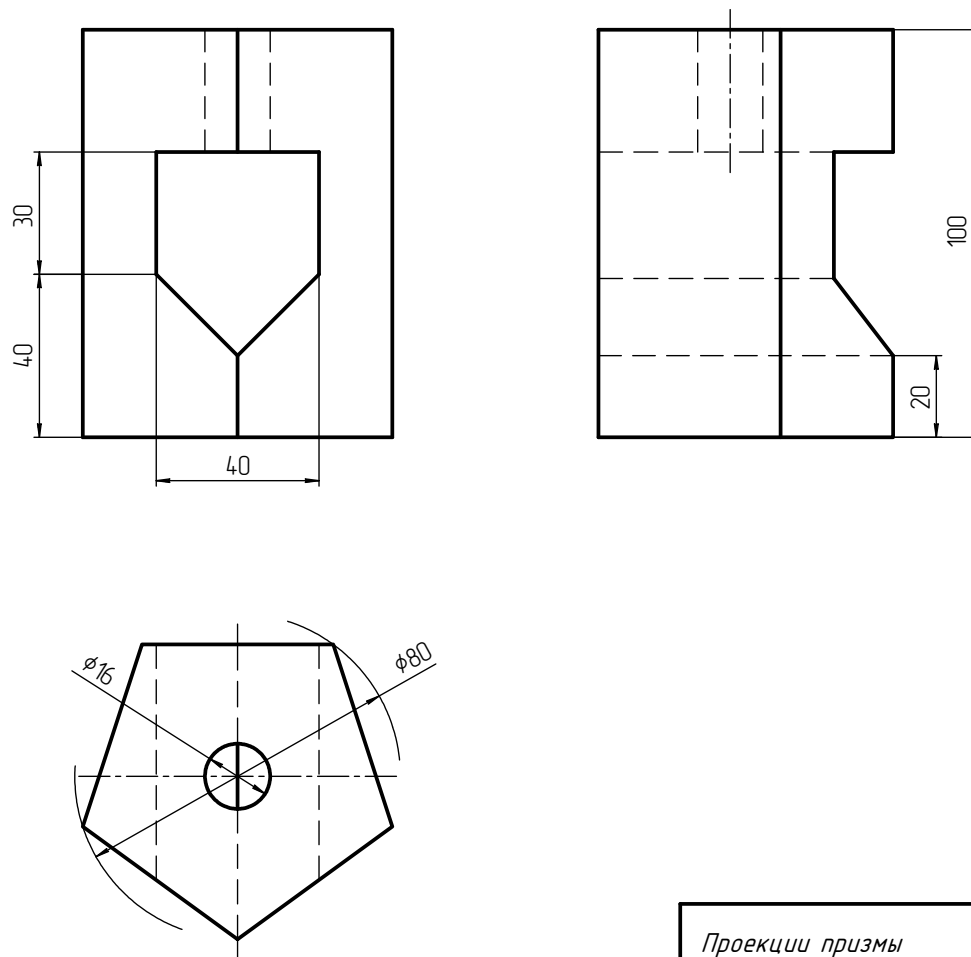


Рис. 50

Пример выполнения задания приведен на рис. 51, 52. Варианты заданий представлены на рис. 53.



Проекция призмы				08-25-01
Чертил	Быкова		ВлГУ	С-114
Проверил	Иванов А.Ю.			

Рис. 51

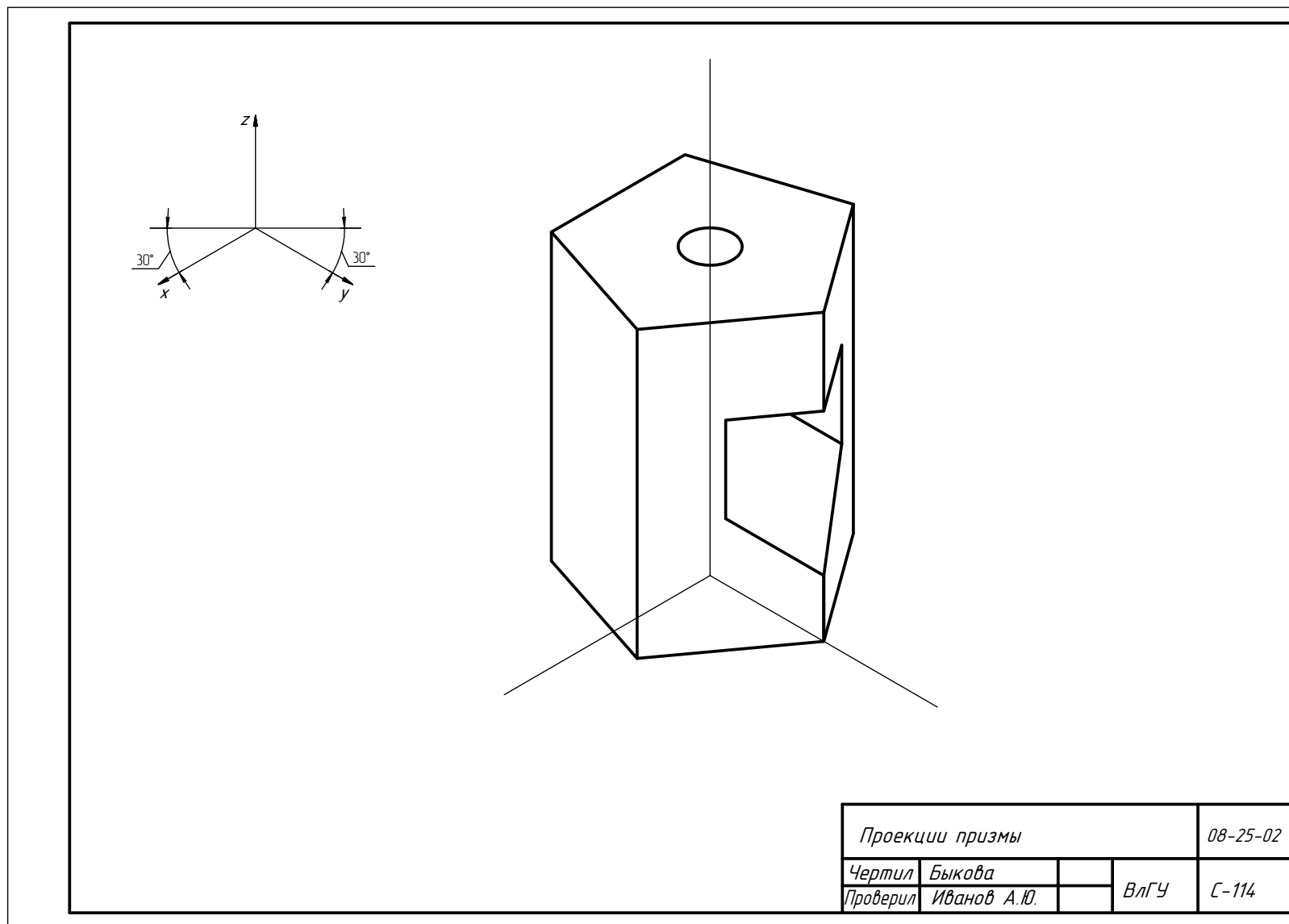


Рис. 52

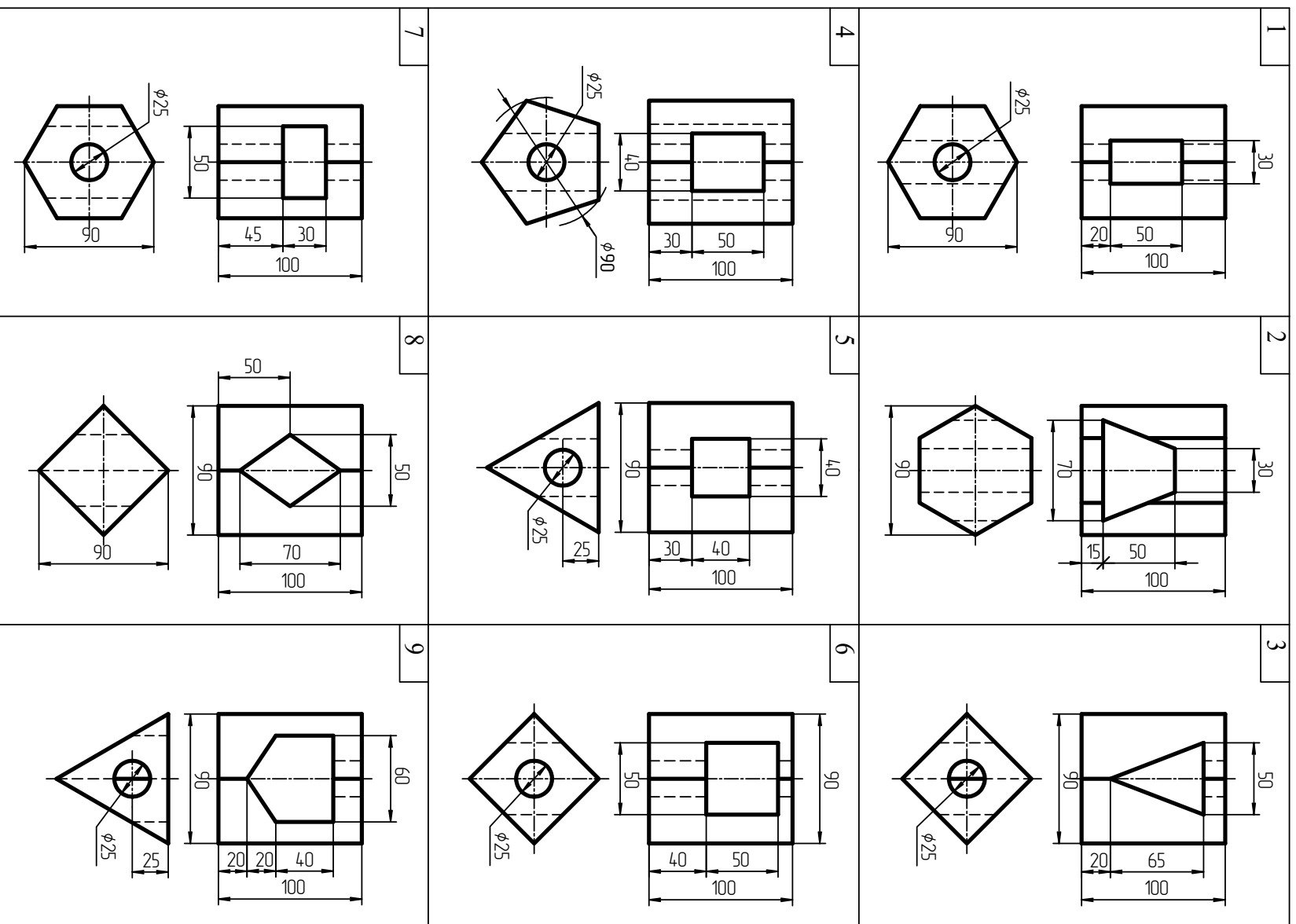


Рис. 53. Данные к заданию № 8

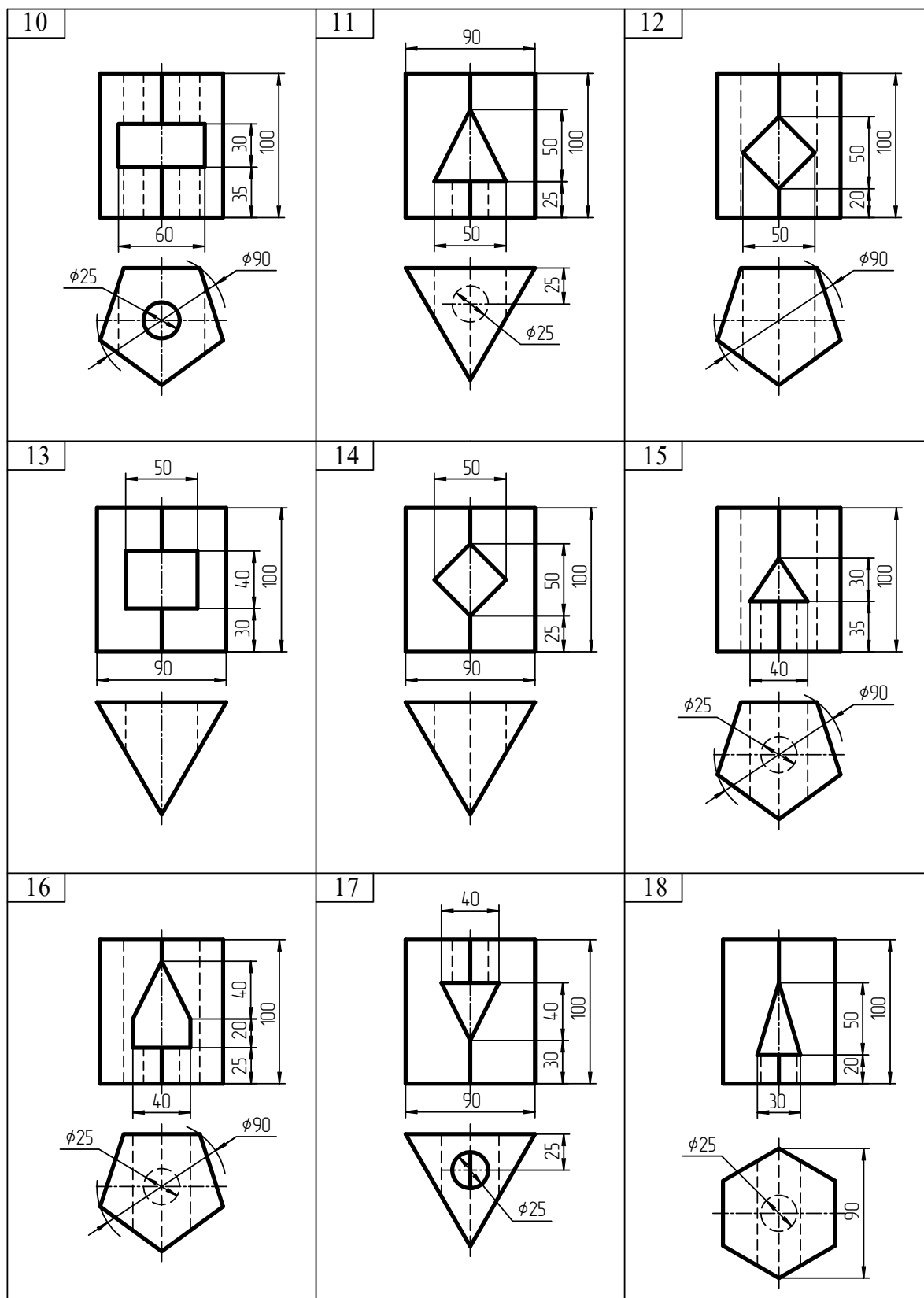


Рис. 53. Данные к заданию № 8 (продолжение)

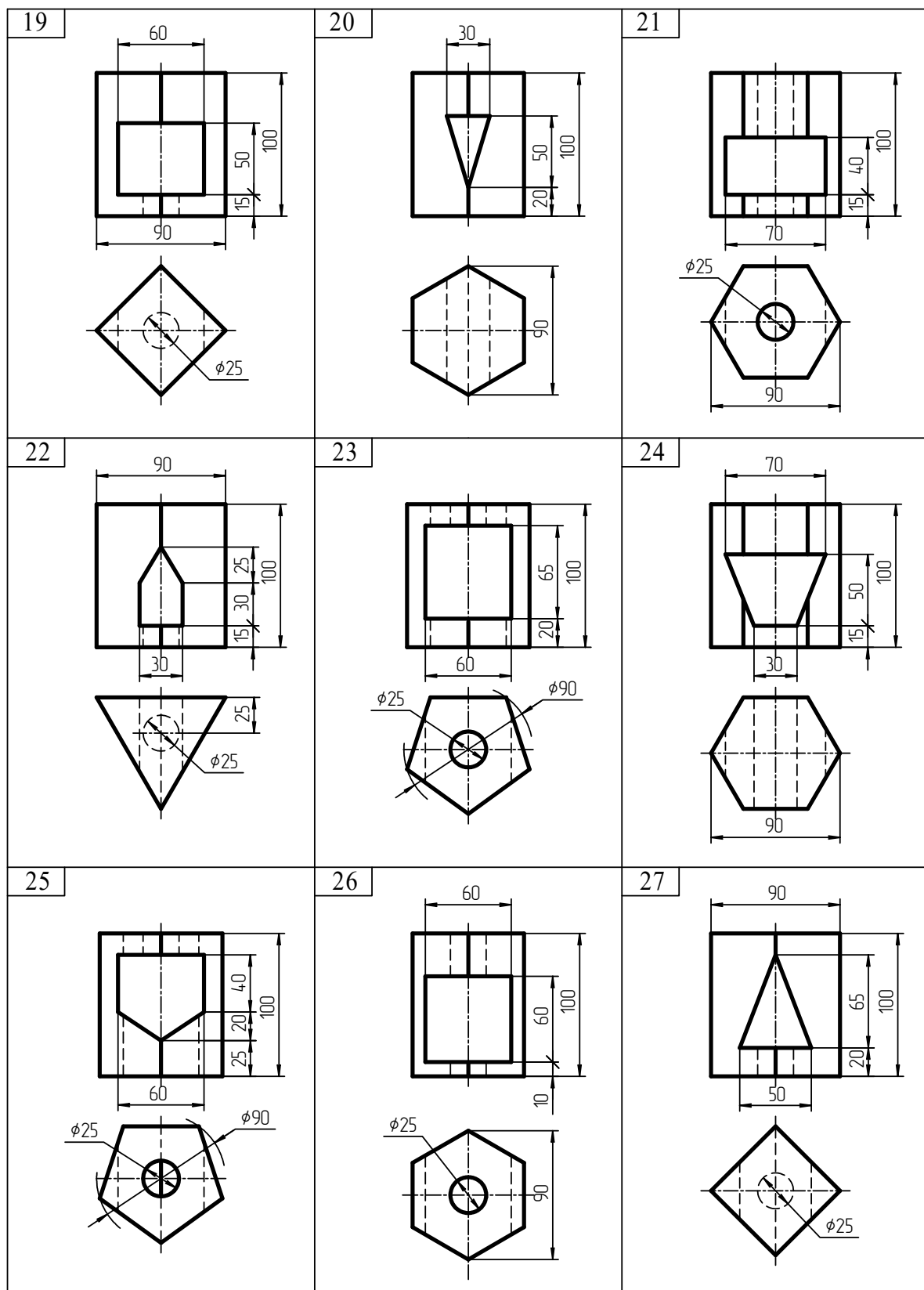


Рис. 53. Данные к заданию № 8 (окончание)

Задание № 9. ПРОЕКЦИИ ПИРАМИДЫ

Содержание задания

Дано: главный вид и вид сверху, на котором не изображены проекции вырезов и срезов пирамиды.

Требуется: перечертить главный вид, достроить вид сверху; построить вид слева пирамиды, а также ее аксонометрическую проекцию.

Методические указания

Задание выполняется на двух листах формата А3, расположенных горизонтально, в масштабе 1:1.

Пирамида – это многогранник, у которого основание – многоугольник, а боковые грани – треугольники, имеющие общую вершину. У правильной пирамиды в основании лежит правильный многоугольник, а высота проецируется в центр описанной окружности основания.

На рис. 54 показано построение трех видов шестиугольной правильной пирамиды. Построение ортогональных проекций пирамиды начинаем с вида сверху, вписав в окружность правильный шестиугольник. Затем выполняем построение вида слева пирамиды, не содержащей выреза. Для этого строим профильные проекции вершины S и основания пирамиды $ABCDEF$ и соединяем их между собой. Правильная пирамида расположена так, что на главном виде она проецируется двумя гранями ASB и BSC , а на виде слева – тремя гранями ESF , FSA и ASB .

Для построения проекций сквозного треугольного выреза определяем проекции точек 1, 2, 3, 4. Профильные проекции точек 1 и 4 лежат на ребрах пирамиды (SE и SB), поэтому точки 1 и 4 можно сначала спроецировать на вид слева на ребра SF и SB , а затем перенести на вид сверху на соответствующие ребра, измерив расстояния l и n (см. рис. 54).

Через точки 2, 3, 4 проводим вспомогательную горизонтальную плоскость α и на виде сверху строим сечение пирамиды этой плоскостью в виде правильного шестиугольника, подобного основанию. Затем определяем проекции точек 2, 3, 4 на линии сечения. Найденные проекции точек соединяем в той же последовательности, что и на главном виде. Для построения профильных проекций точек 2 и 3 измеряем на виде сверху расстояние k и откладываем его на виде слева (см. рис. 54).

Наглядное изображение можно выполнить в прямоугольной изометрии или в прямоугольной диметрии. Для построения аксонометрии пирамиды, основанием которой является диагонально расположенный квадрат (варианты 2, 8, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 26), рекомендуется выбирать прямоугольную диметрию, так как в прямоугольной изометрии проекции сторон такого квадрата совпадают с направлением аксонометрических осей (см. рис. 50, а, б, в).

За начало координат в аксонометрии рекомендуется принять центр описанной окружности основания. Для построения аксонометрической проекции основания можно не строить вспомогательную окружность, а откладывать координаты точек по осям x и y .

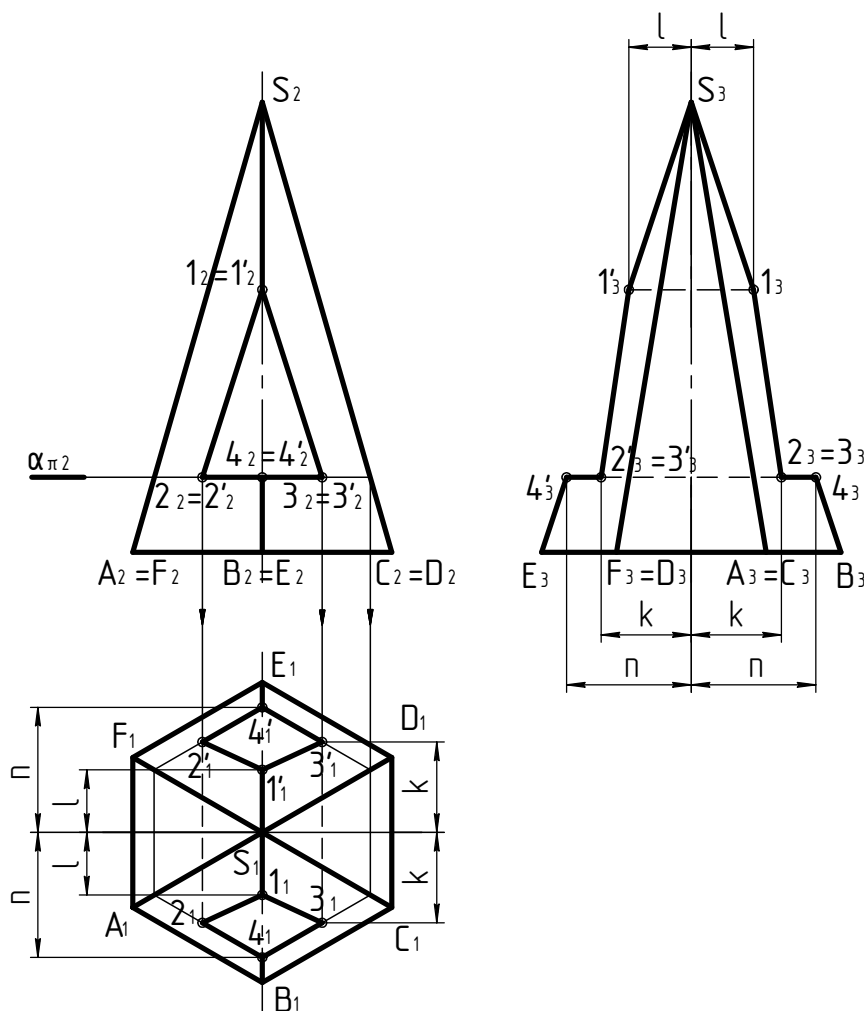
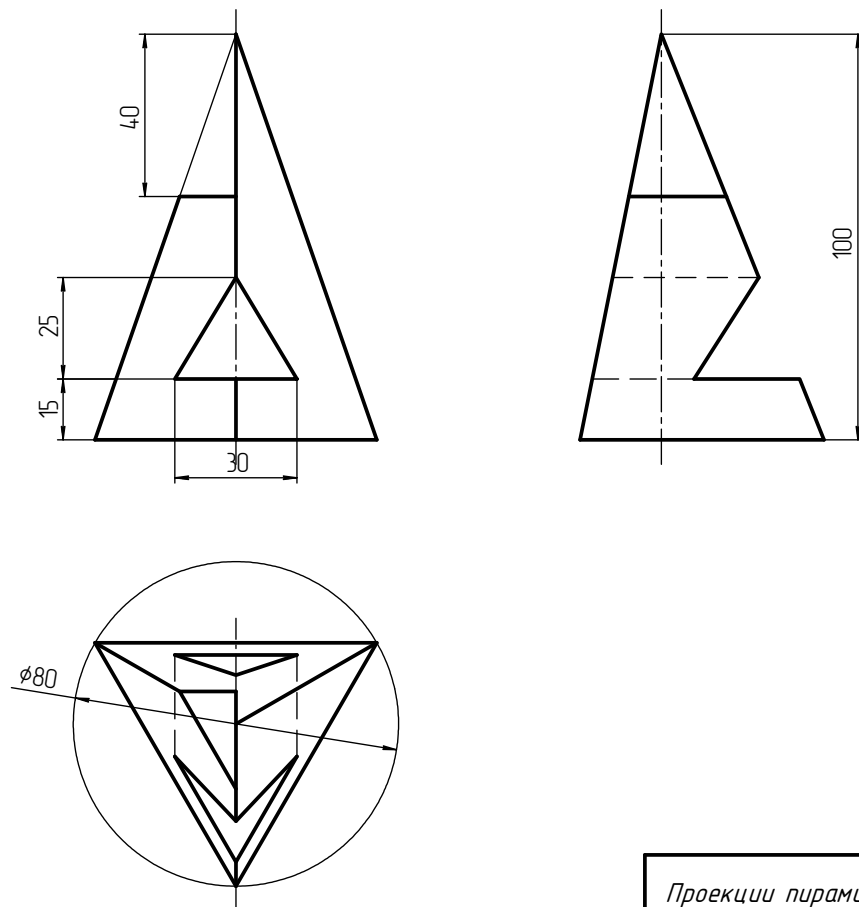


Рис. 54

Пример выполнения задания приведен на рис. 55, 56. Варианты заданий представлены на рис. 57.



Проекция пирамиды				09-25-01
Чертит	Романова		ВлГУ	С-114
Проверил	Иванов А.Ю.			

Рис. 55

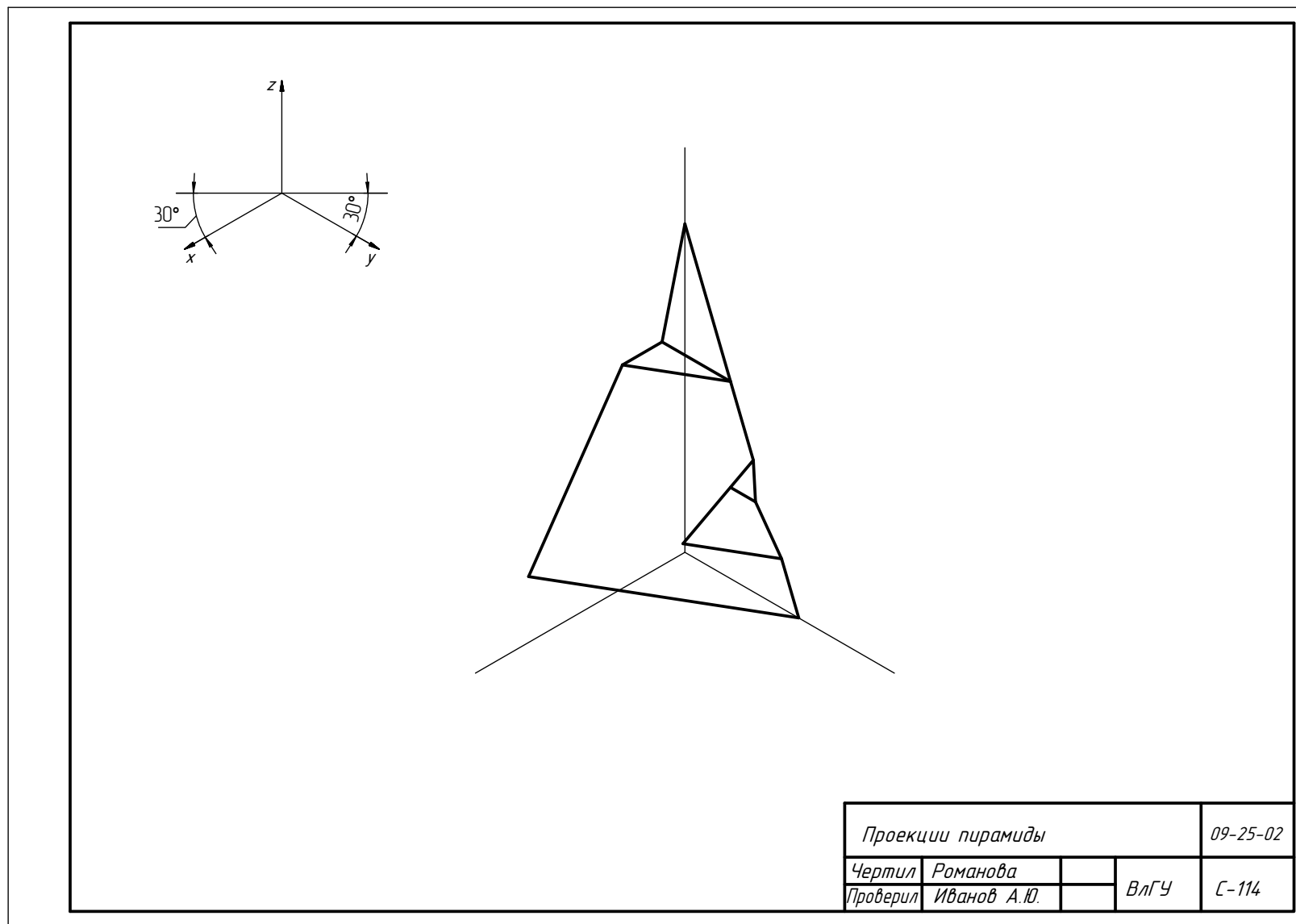


Рис. 56

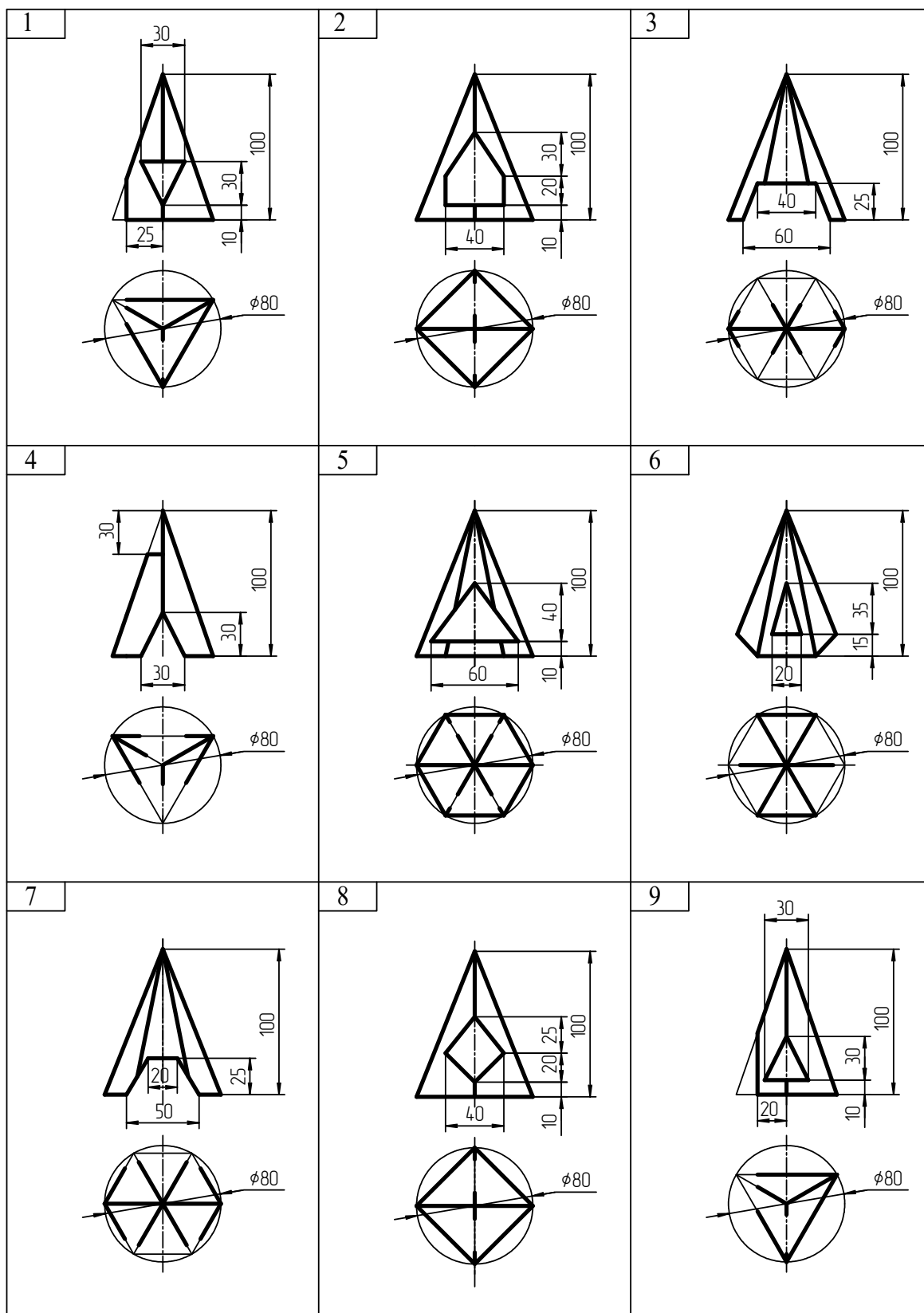


Рис. 57. Данные к заданию № 9

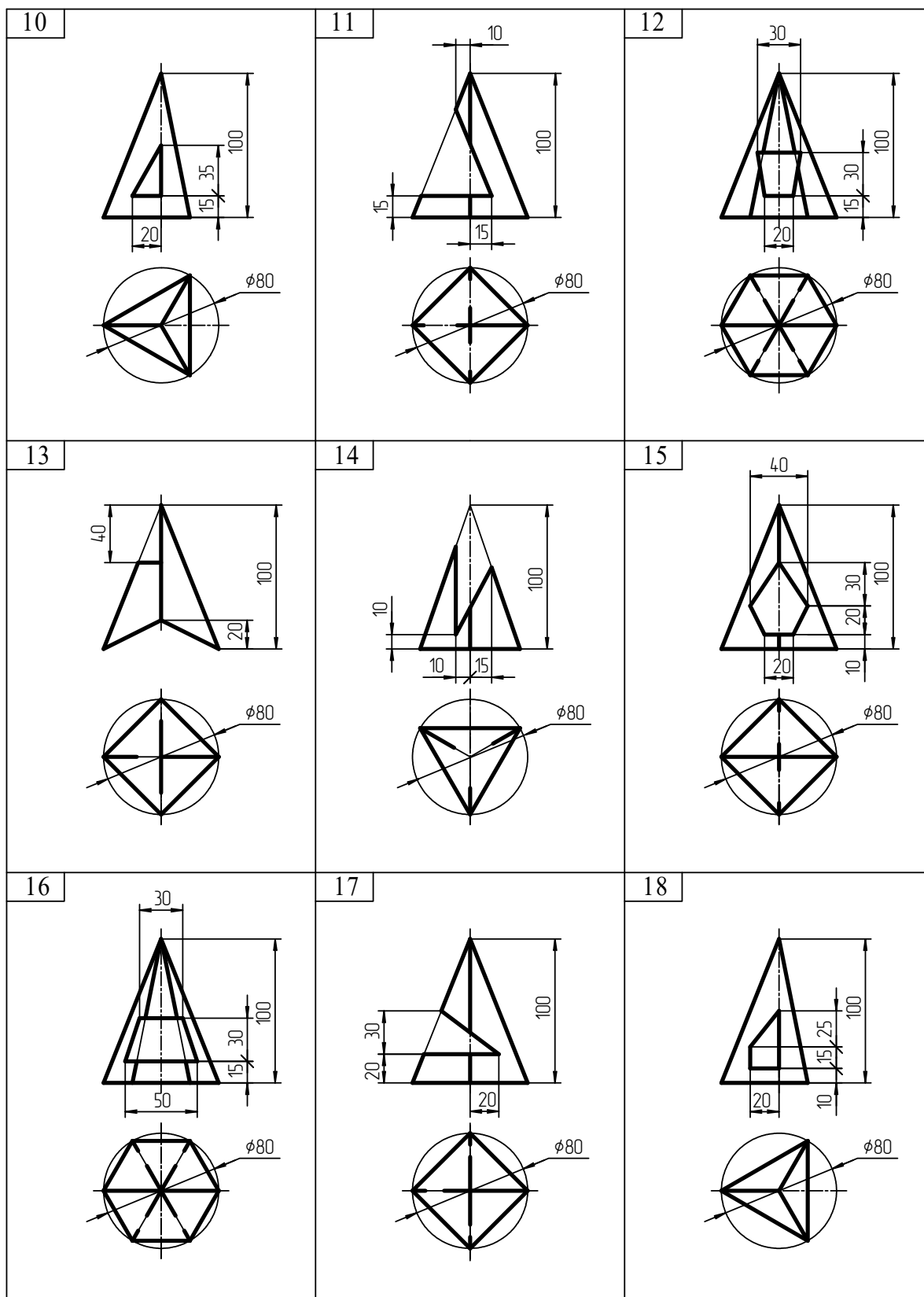


Рис. 57. Данные к заданию № 9 (продолжение)

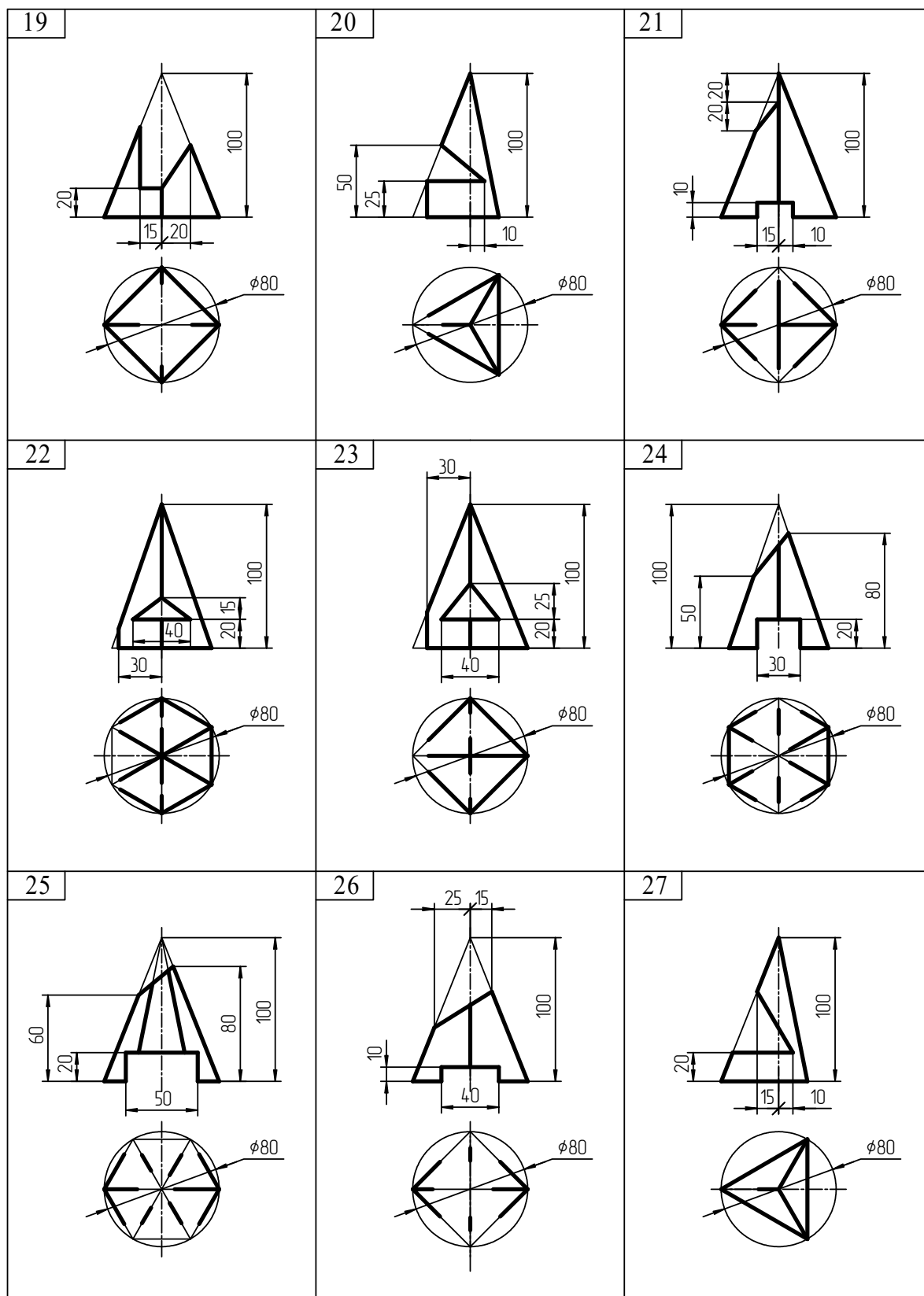


Рис. 57. Данные к заданию № 9 (окончание)

Задание № 10. ПРОЕКЦИИ ЦИЛИНДРА

Содержание задания

Дано: главный вид и вид сверху прямого кругового цилиндра.

Требуется: перерисовать главный вид и вид сверху; построить вид слева цилиндра, а также его аксонометрическую проекцию.

Методические указания

Задание выполняется на двух листах формата А3, расположенных горизонтально, в масштабе 1:1. На рис. 58 показано построение вида слева цилиндра по двум данным видам.

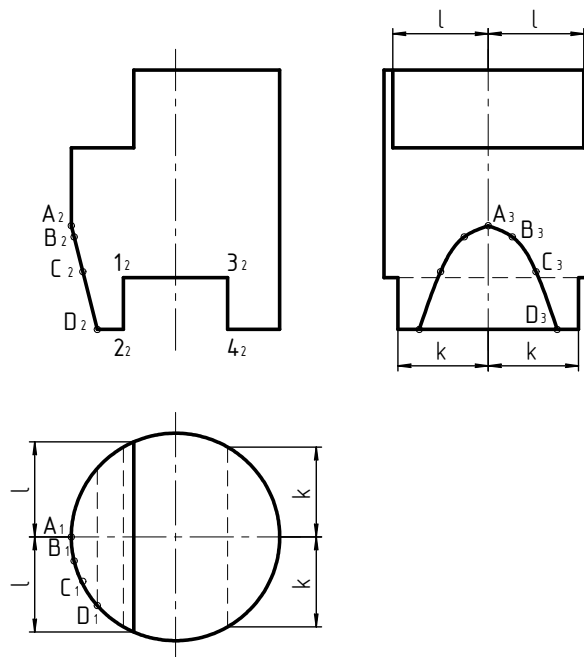
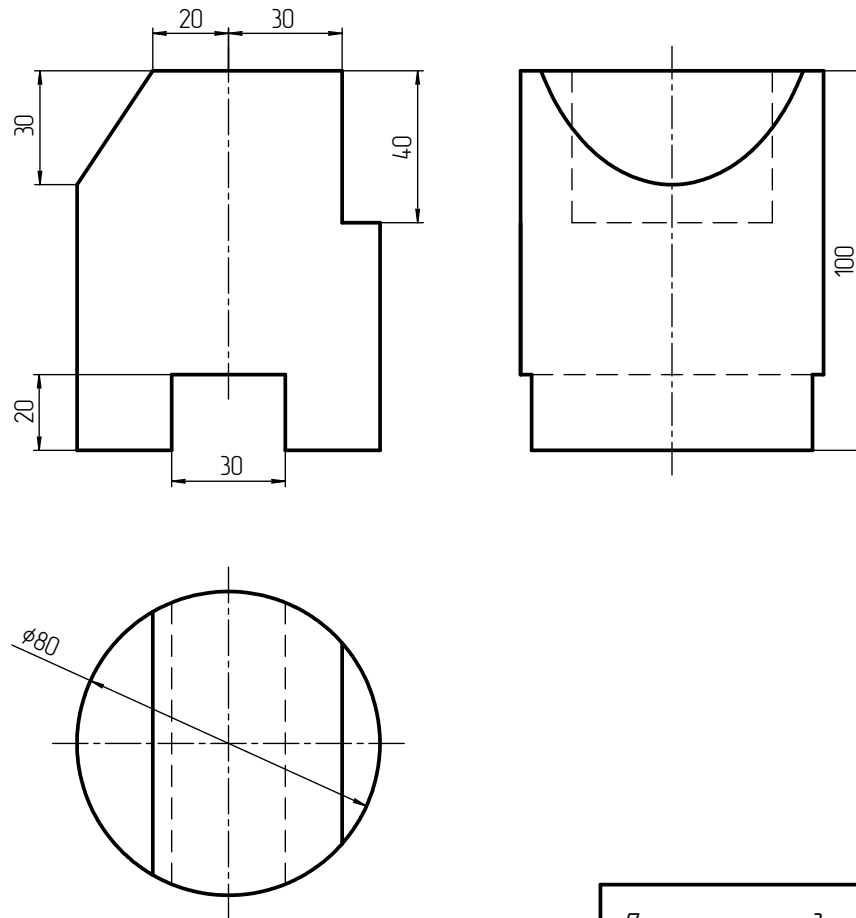


Рис. 58

Сначала строим вид слева без вырезов, проецируя высоту и диаметр основания. Затем строим проекции лыски, отложив ее ширину l на виде слева. Нижний паз пересекает цилиндр по образующим 12 и 34 и срезает очерковую образующую цилиндра. Строим проекции паза, отложив его ширину k на виде слева. Наклонный срез пересекает цилиндр по эллипсу. Для построения эллипса берем несколько точек на срезе, проецируем на вид сверху, измеряем расстояния от оси до очерка цилиндра на виде сверху (до A_1, B_1, C_1, D_1) и откладываем от оси симметрии цилиндра на виде слева на высоте фронтальных проекций точек A, B, C, D .

Пример выполнения задания приведен на рис. 59, 60. Варианты заданий представлены на рис. 61.



Проекция цилиндра				10-25-01
Чертит	Багаева			
Проверил	Иванов А.Ю.		ВЛГУ	С-114

Рис. 59

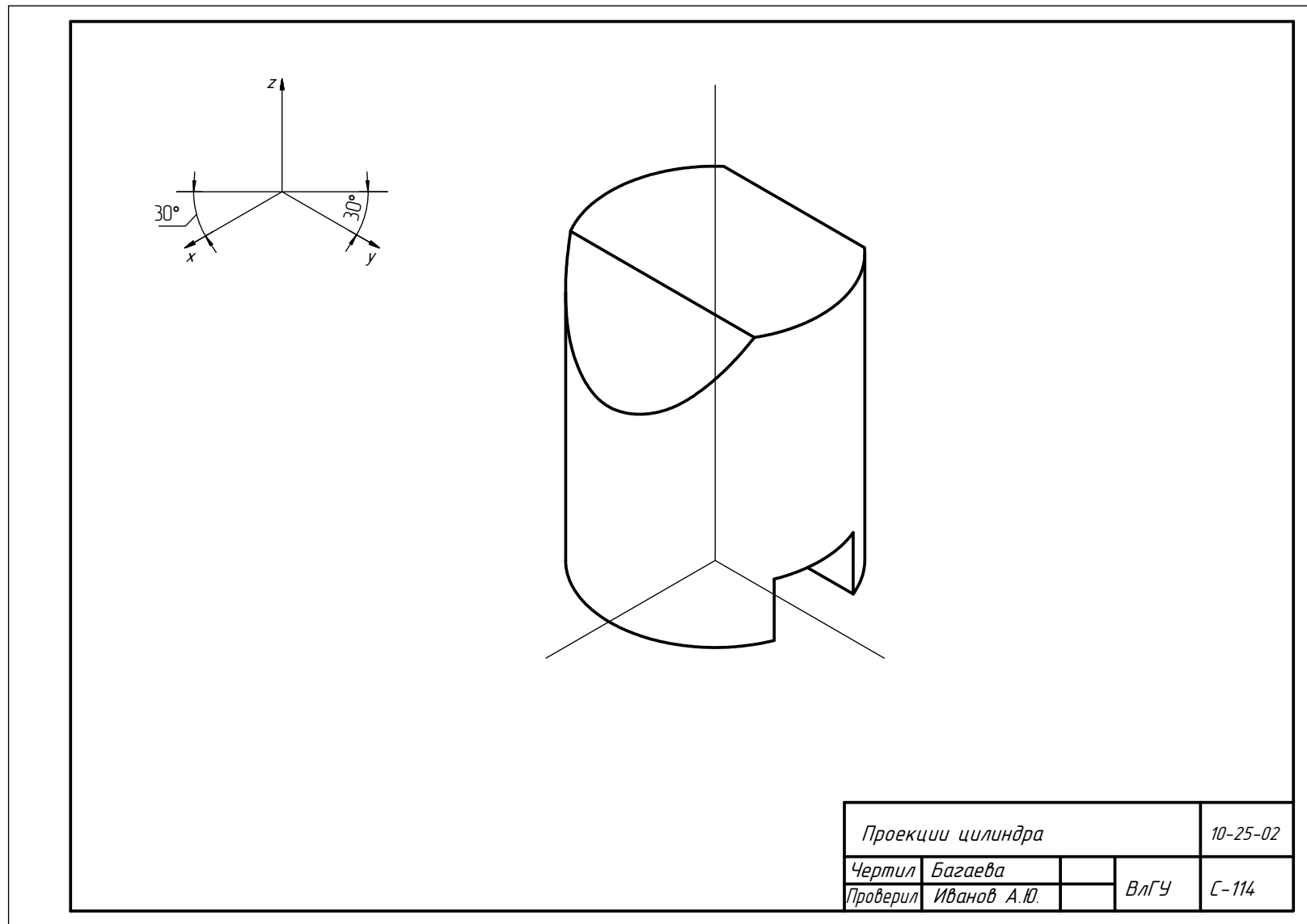


Рис. 60

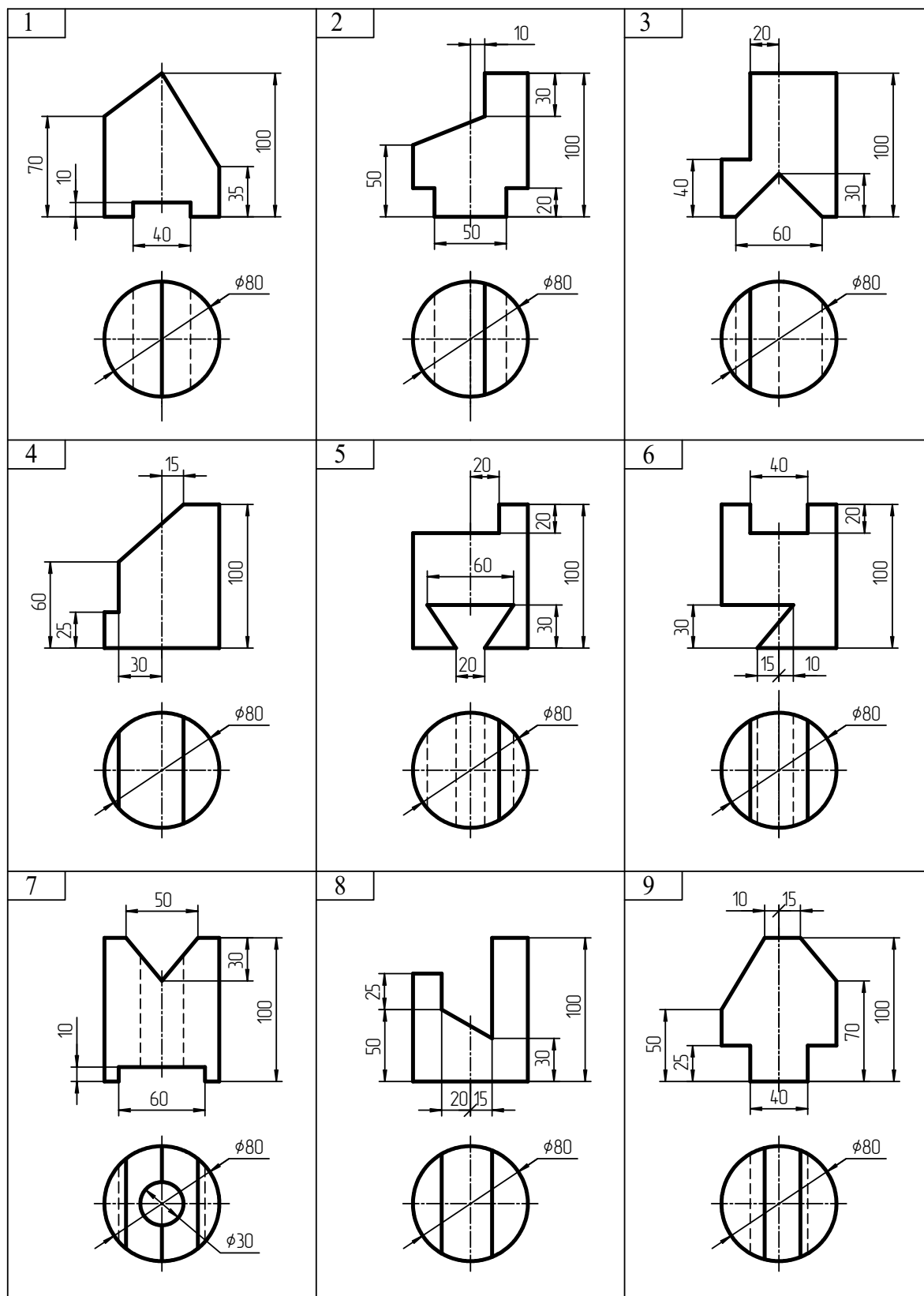


Рис. 61. Данные к заданию № 10

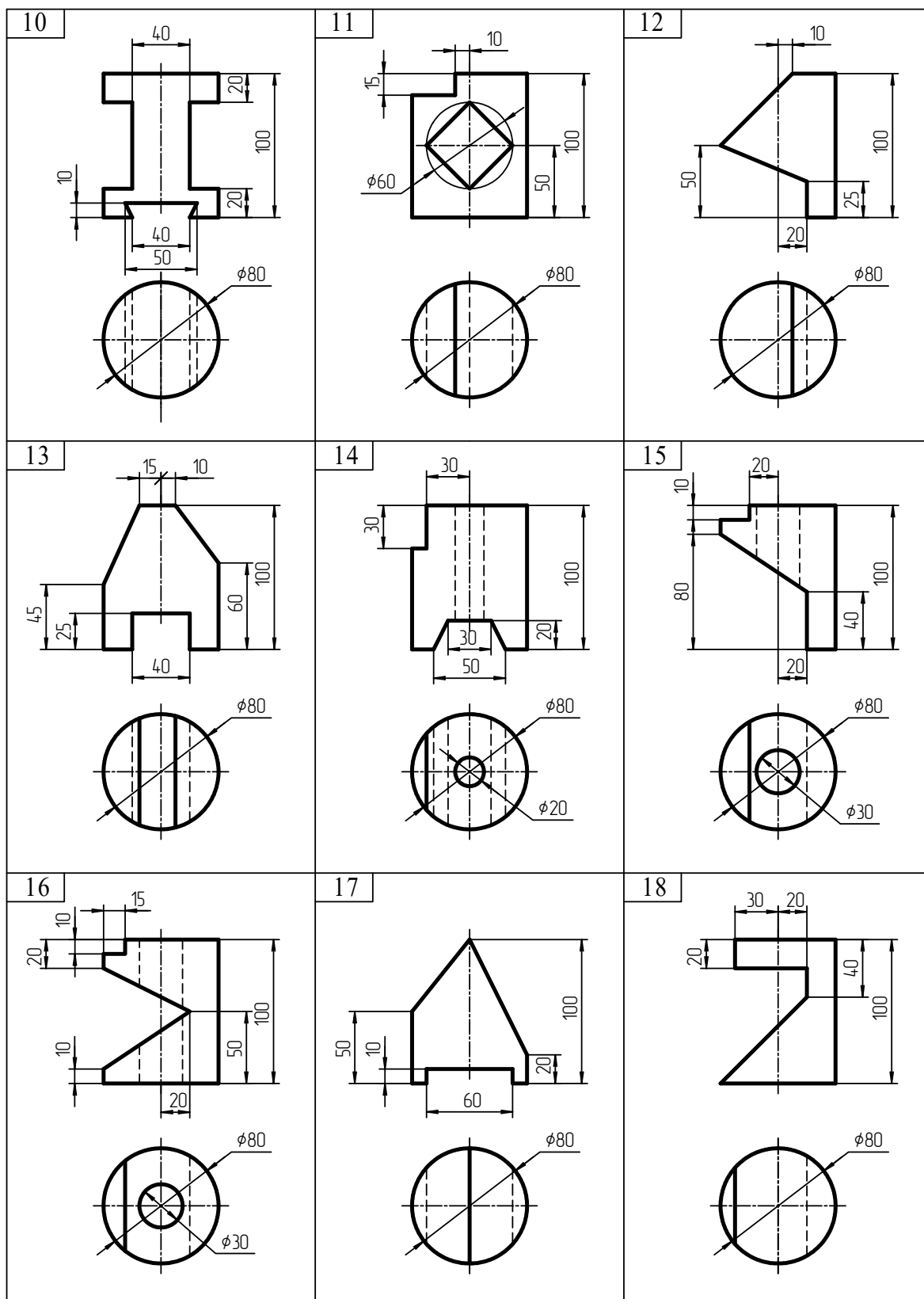


Рис. 61. Данные к заданию № 10 (продолжение)

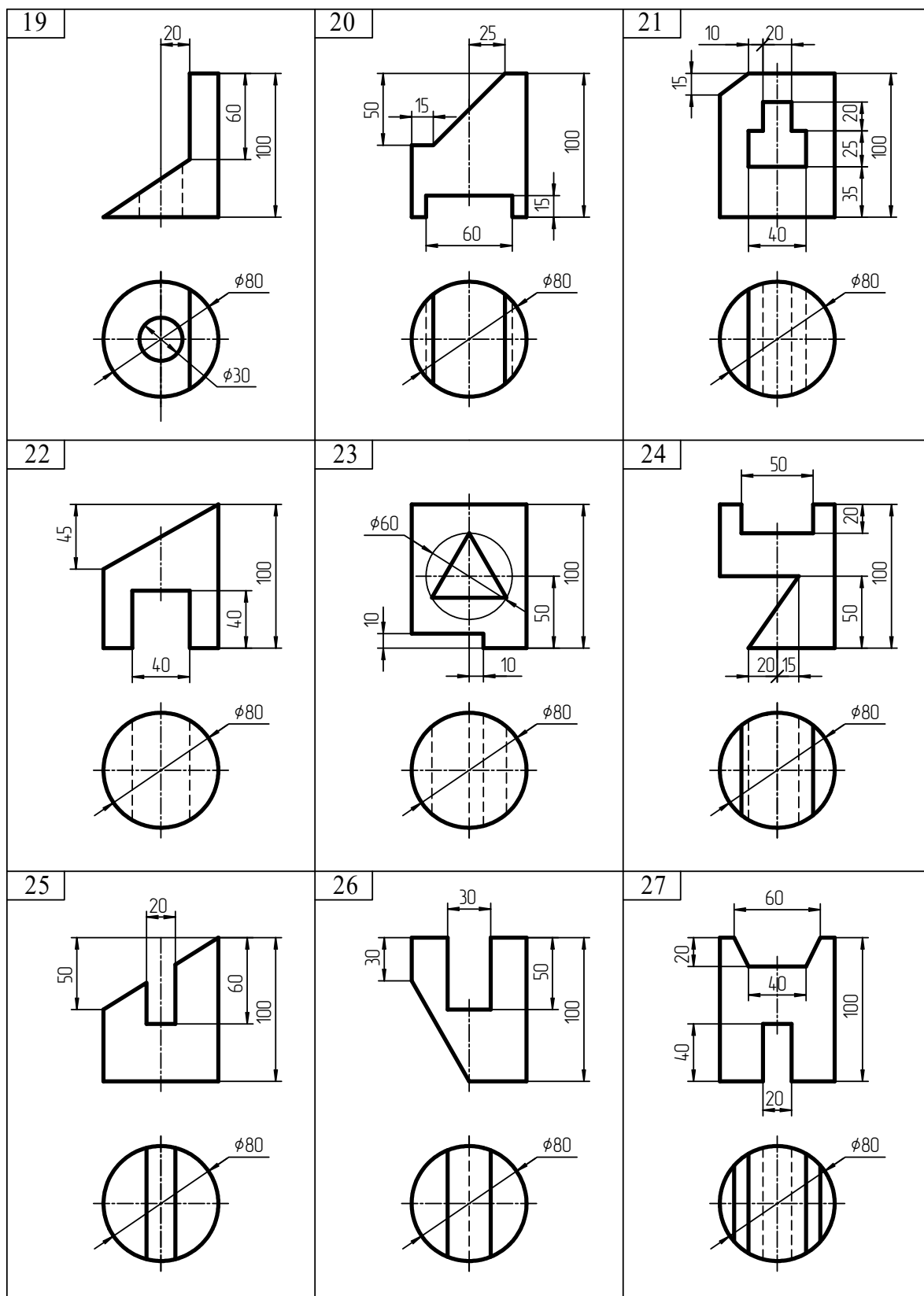


Рис. 61. Данные к заданию № 10 (окончание)

Задание № 11. ПРОЕКЦИИ КОНУСА

Содержание задания

Дано: главный вид прямого кругового конуса.

Требуется: перерисовать главный вид, построить вид сверху и вид слева конуса, а также его аксонометрическую проекцию.

Методические указания

Задание выполняется на двух листах формата А3, расположенных горизонтально, в масштабе 1:1.

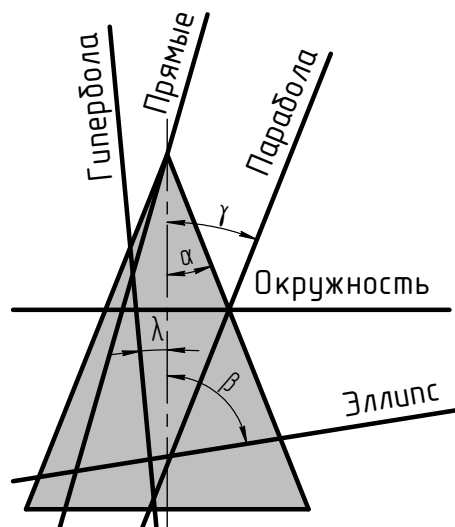
Прямой круговой конус – это тело, в основании которого лежат окружность и ось вращения, перпендикулярная основанию.

При пересечении конуса плоскостью могут образовываться пересекающиеся прямые, окружность, эллипс, парабола и гипербола. Характер и форма сечения зависят от угла наклона секущей плоскости к оси конуса.

Плоскость, проходящая через вершину, пересекает конус по двум прямым – образующим конуса. Плоскость, перпендикулярная оси конуса, пересекает его по окружности.

Если секущая плоскость параллельна одной из образующих конуса, то в сечении будет парабола. Если угол наклона секущей плоскости больше угла наклона образующей конуса, то в сечении получается эллипс, если меньше – гипербола.

На рис. 62 приведена общая схема, показывающая скачкообразный характер видоизменений конических кривых и границы области образования той или иной кривой в зависимости от положения секущей плоскости относительно конуса.



$\alpha < \beta < 90^\circ$ – эллипс
 $\gamma = \alpha$ – парабола
 $0^\circ \leq \lambda < \alpha$ – гипербола

Рис. 62

На рис. 63 показано построение трех видов конуса. Точка E лежит на основании конуса. Плоскости α и β пересекают конус по окружностям радиусов $R1$ и $R2$, которые измеряются от оси конуса до его очерка. Плоскость γ пересекает конус по гиперболе, для построения которой определяем проекции точек A, B, C, D . Точка A находится на фронтальном очерке, на виде слева – на оси конуса. Точки B, C, D – на параллелях соответствующих радиусов $R2, R3, R4$. Плоскость σ проходит через вершину конуса, следовательно, пересекает конус по образующей SE .

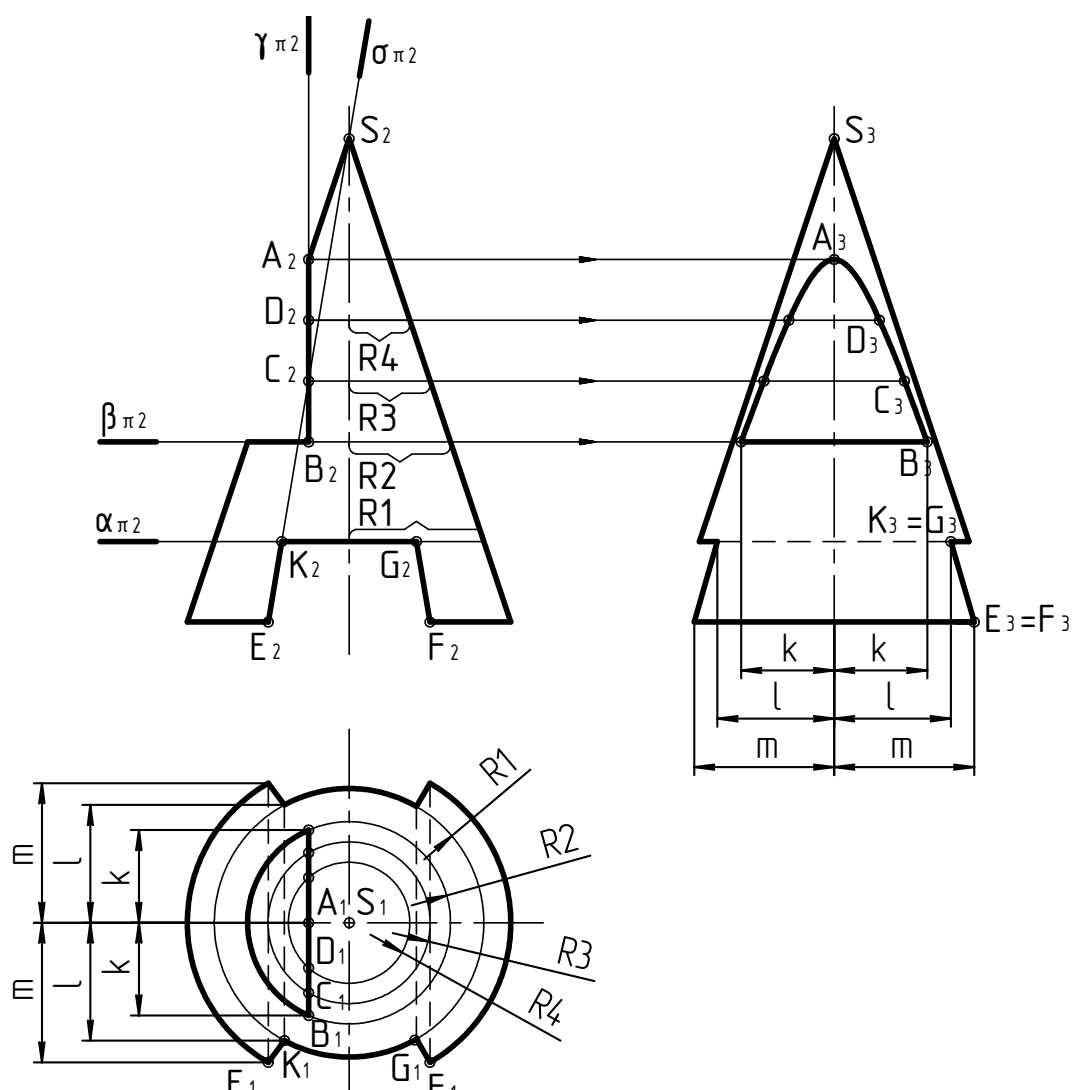
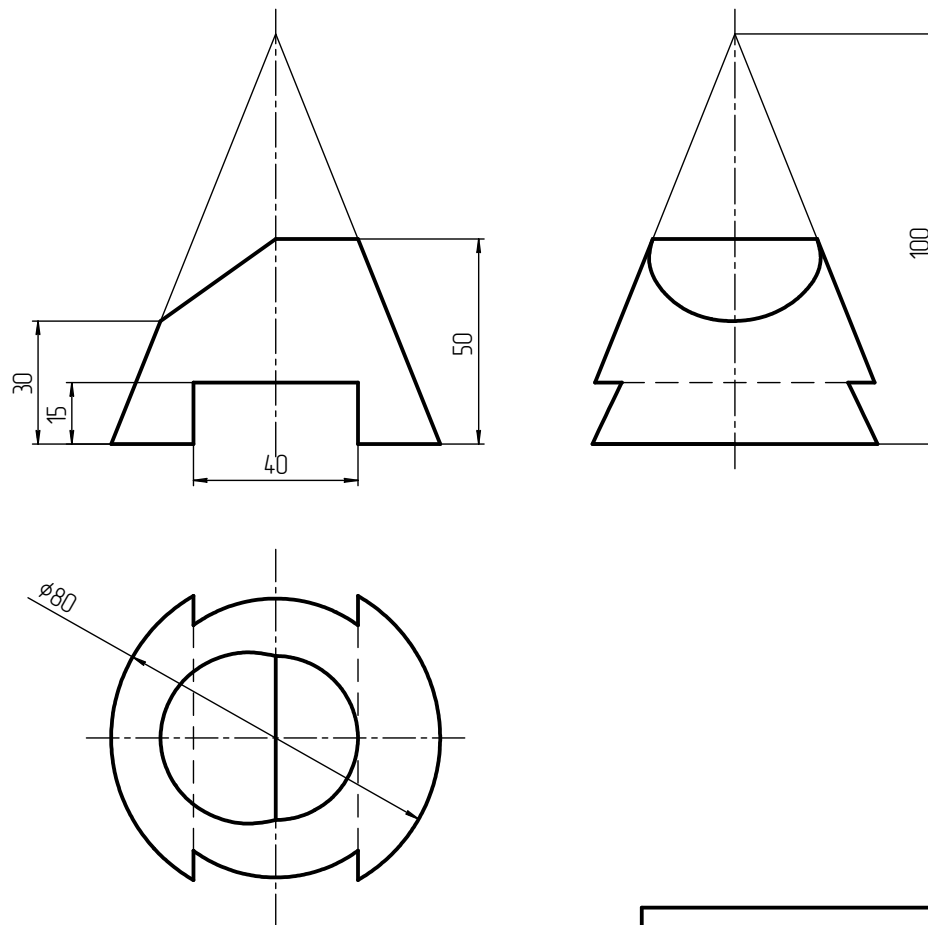


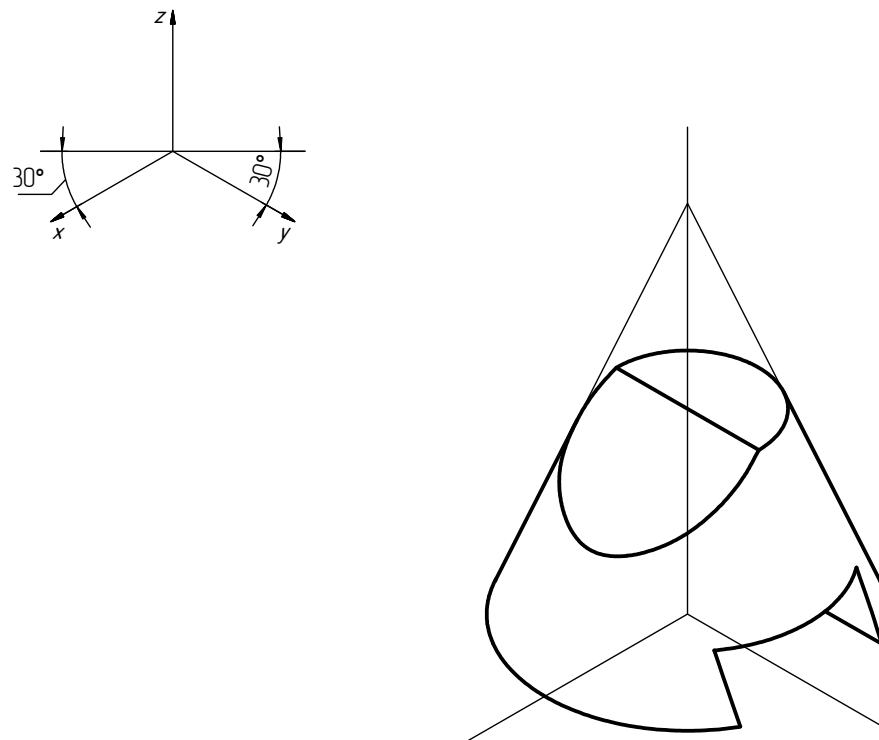
Рис. 63

Пример выполнения задания приведен на рис. 64, 65. Варианты заданий представлены на рис. 66.



Проекция конуса				11-25-01
Чертил	Киселева		ВЛГУ	С-114
Проверил	Иванов А.Ю.			

Рис. 64



Проекция конуса				12-25-02
Чертит	Киселева		ВлГУ	С-114
Проверил	Иванов А.Ю.			

Рис. 65

16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		

Рис. 66. Данные к заданию № 11 (окончание)

Задание № 12. ПРОЕКЦИИ СФЕРЫ

Содержание задания

Дано: горизонтальная и фронтальная проекции сферы.

Требуется: построить изображения сферы с необходимыми простыми разрезами; выполнить прямоугольную изометрию сферы с вырезом $\frac{1}{4}$ части поверхности.

Методические указания

Задание выполняется на двух листах формата А3, расположенных горизонтально, в масштабе 1:1.

При пересечении сферы с плоскостью в сечении получается окружность радиуса от оси до очерка сферы.

Эта окружность может проецироваться в зависимости от расположения секущей плоскости в окружность, прямую или эллипс (рис. 67, а, б, в; 68, а, б).

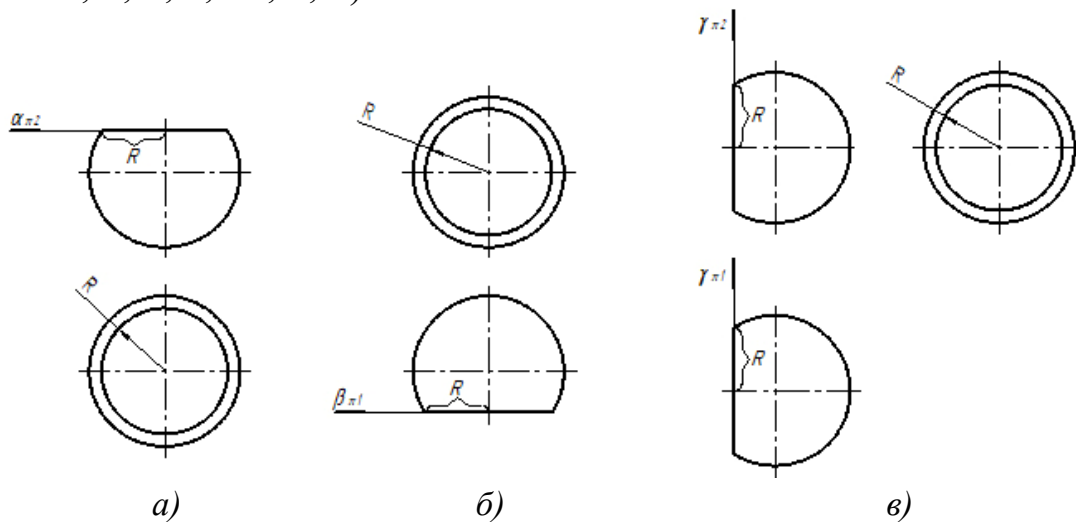


Рис. 67

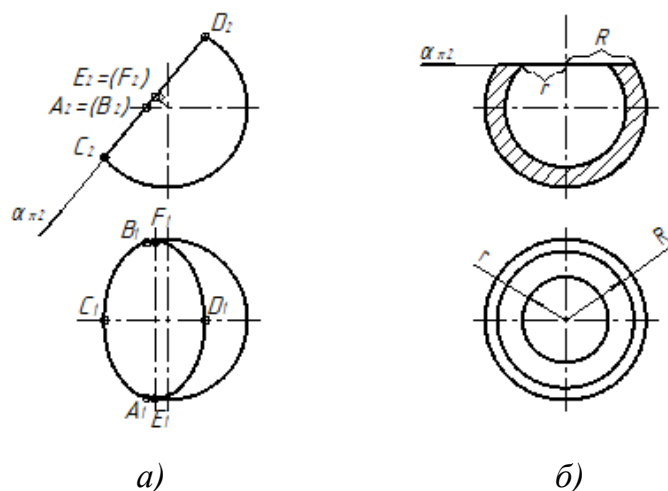


Рис. 68

Выбор способа построения линий пересечения сферы с отверстиями зависит от вида и расположения вырезов и отверстий. Если отверстие имеет форму поверхности вращения, соосную с данной сферой, то линия их пересечения представляет собой общую параллель, проходящую через точки пересечения очерков (рис. 69, а, б, в). Ввиду того что у сферы за ось вращения можно принять любой из ее диаметров, то любая поверхность, ось которой проходит через центр сферы, будет соосна с данной сферой (рис. 69, г).

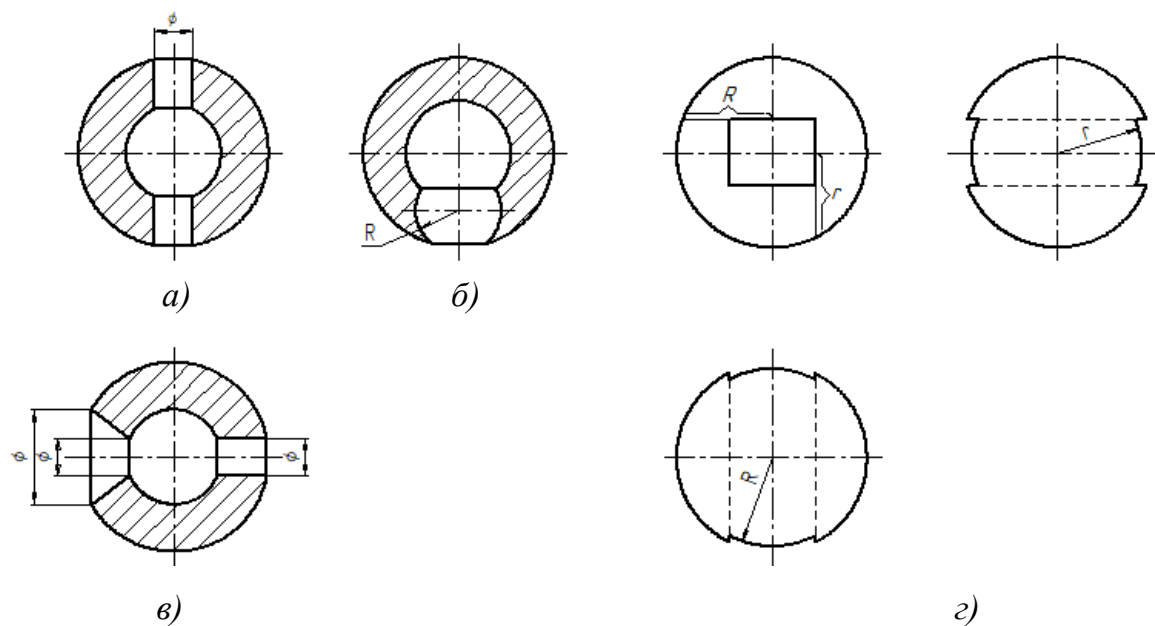
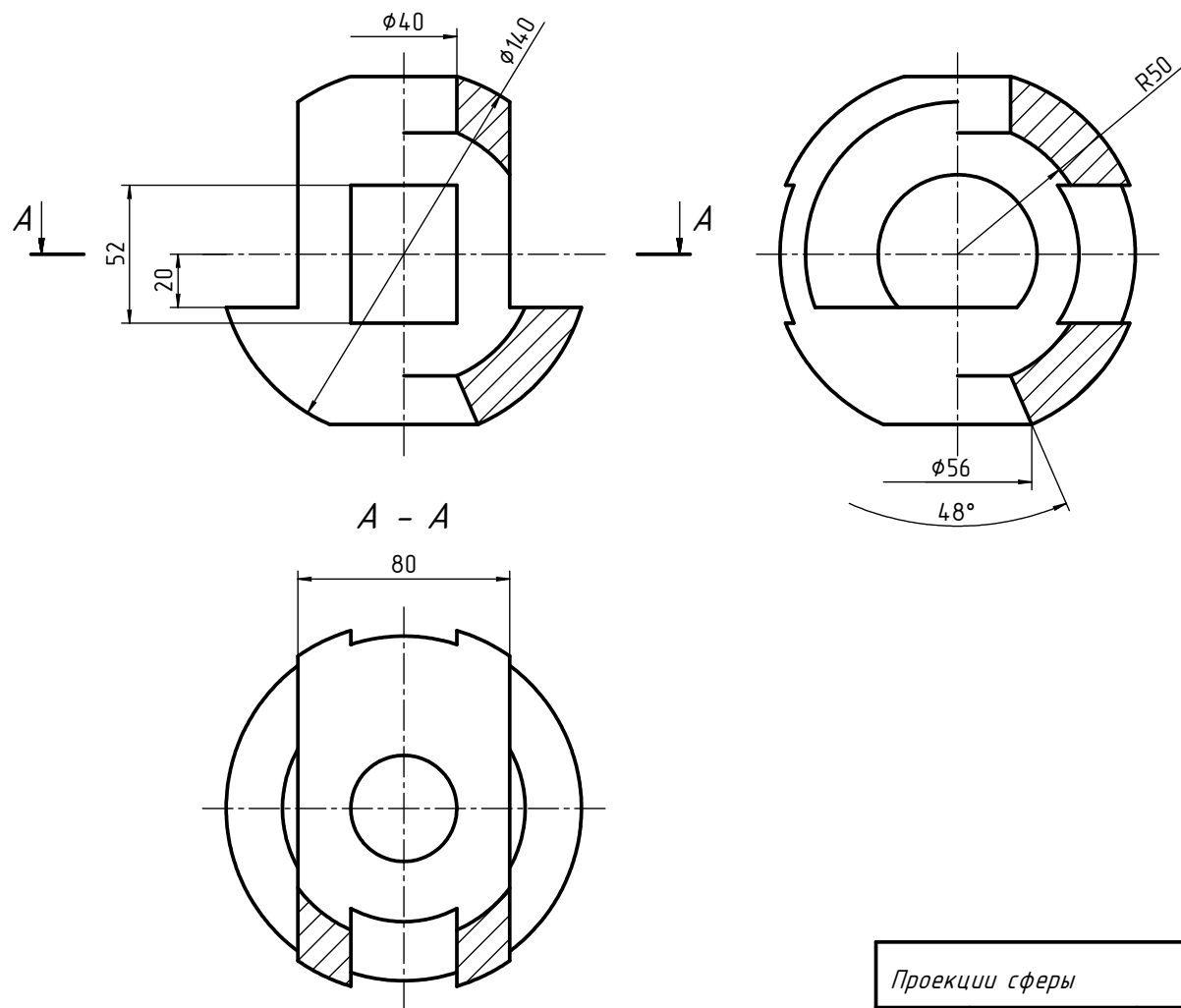


Рис. 69

Наглядное изображение сферы рекомендуется выполнить в прямоугольной изометрии. В прямоугольной изометрии сфера проецируется на аксонометрическую плоскость в окружность диаметром $1,22d$. При построении линий пересечения надо учитывать, что окружности, расположенные в горизонтальной, фронтальной и профильной плоскостях, будут проецироваться в эллипсы, большие оси которых перпендикулярны отсутствующей в этой плоскости оси, а малые будут направлены по этой оси (см. рис. 39).

Штриховка выреза сферы осуществляется в соответствии с ГОСТ 2.317-2011 (см. рис. 18).

Пример выполнения задания приведен на рис. 70, 71. Варианты заданий представлены на рис. 72.



Проекция сферы				12-25-01
Чертит	Петрова		ВЛГУ	С-114
Проверил	Иванов А.Ю.			

Рис. 70

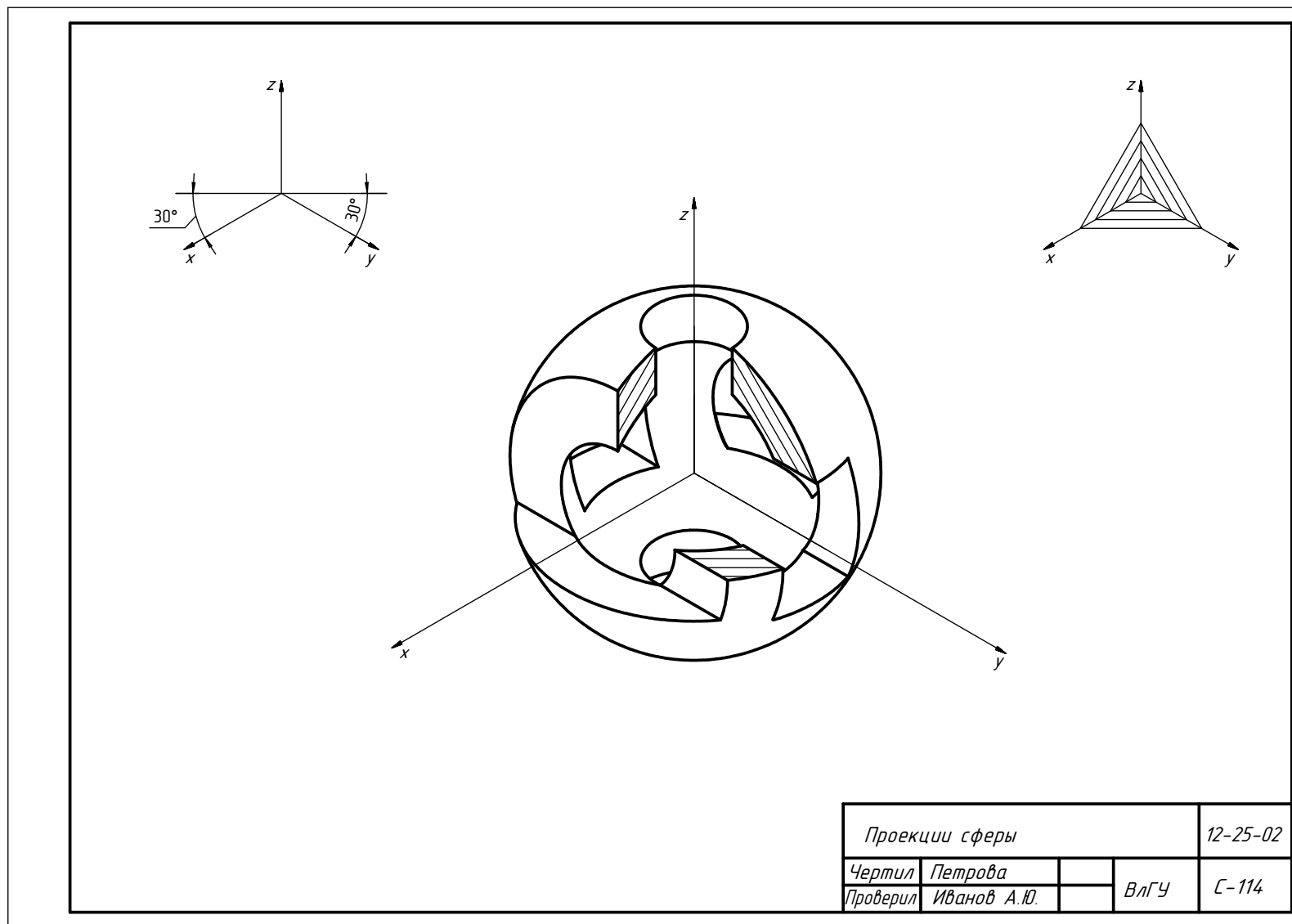


Рис. 71

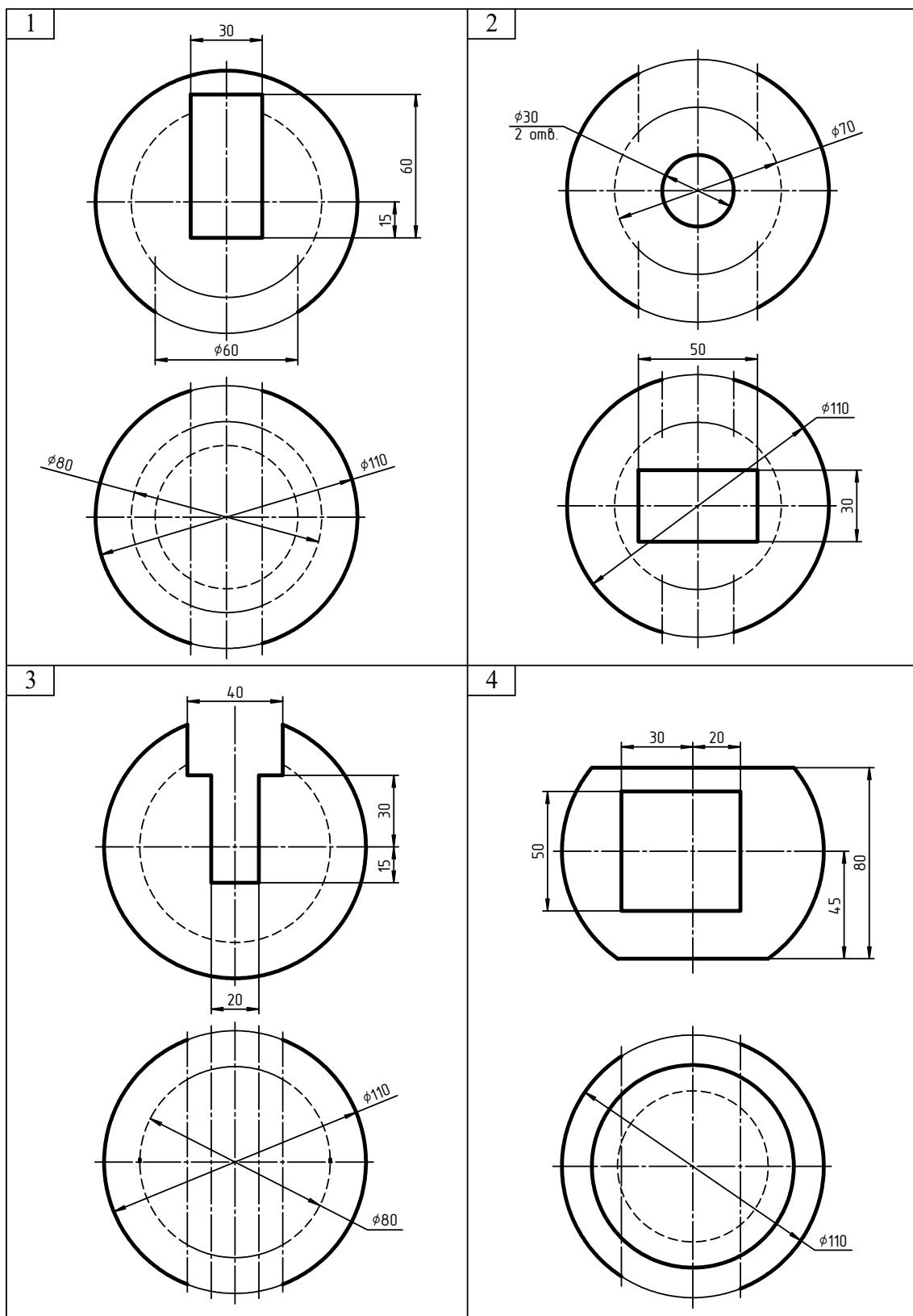


Рис. 72. Данные к заданию № 12

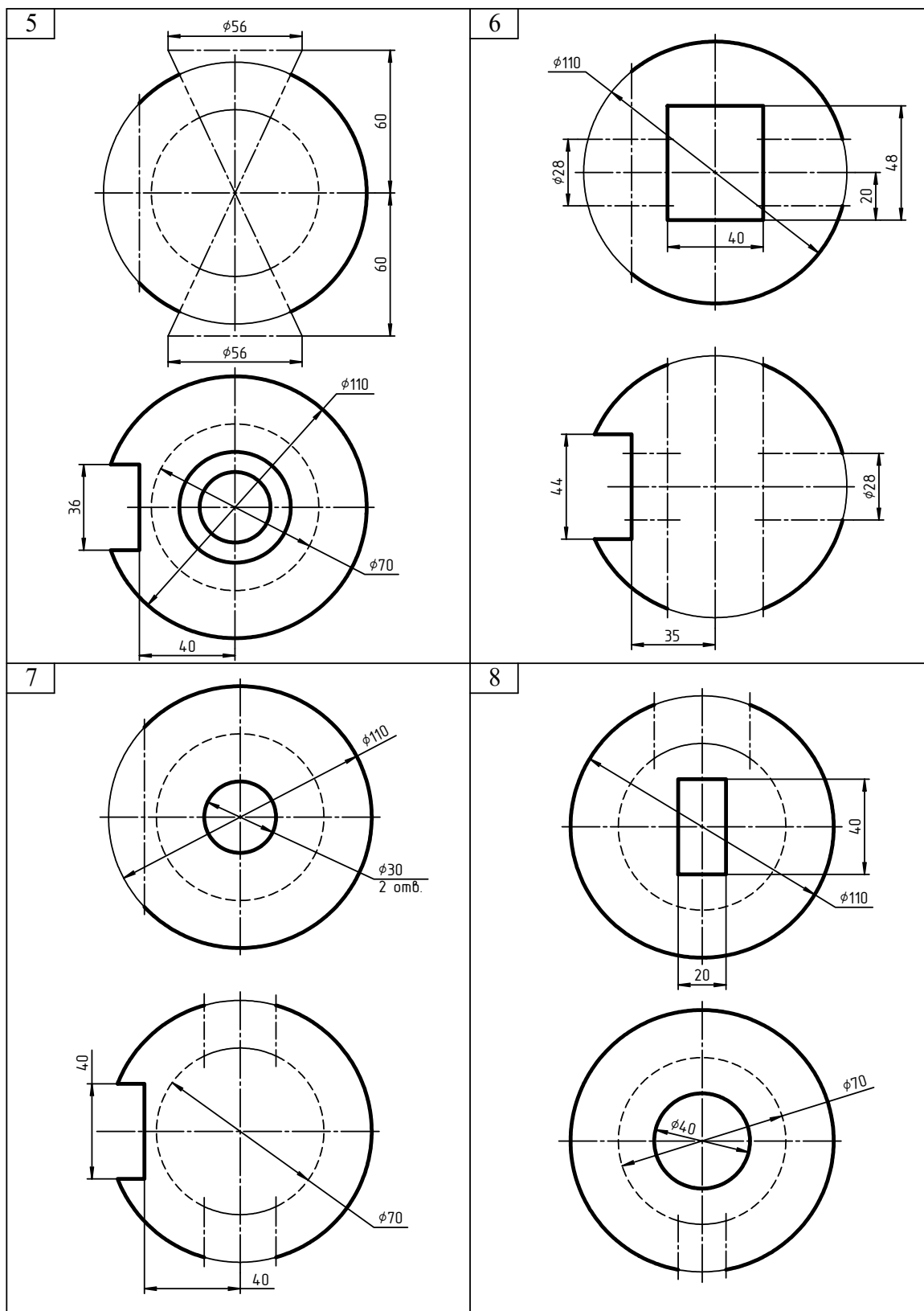


Рис. 72. Данные к заданию № 12 (продолжение)

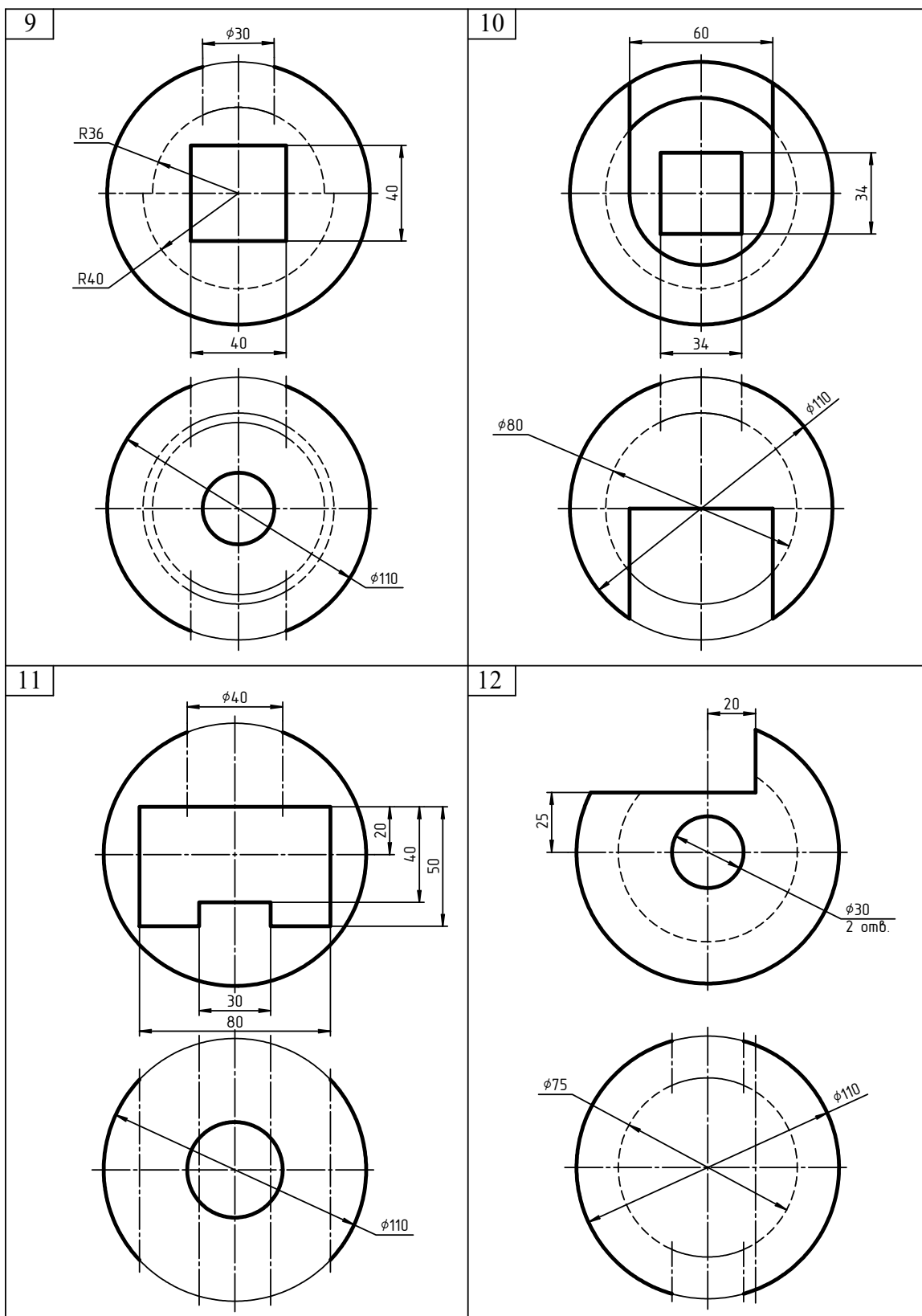


Рис. 72. Данные к заданию № 12 (продолжение)

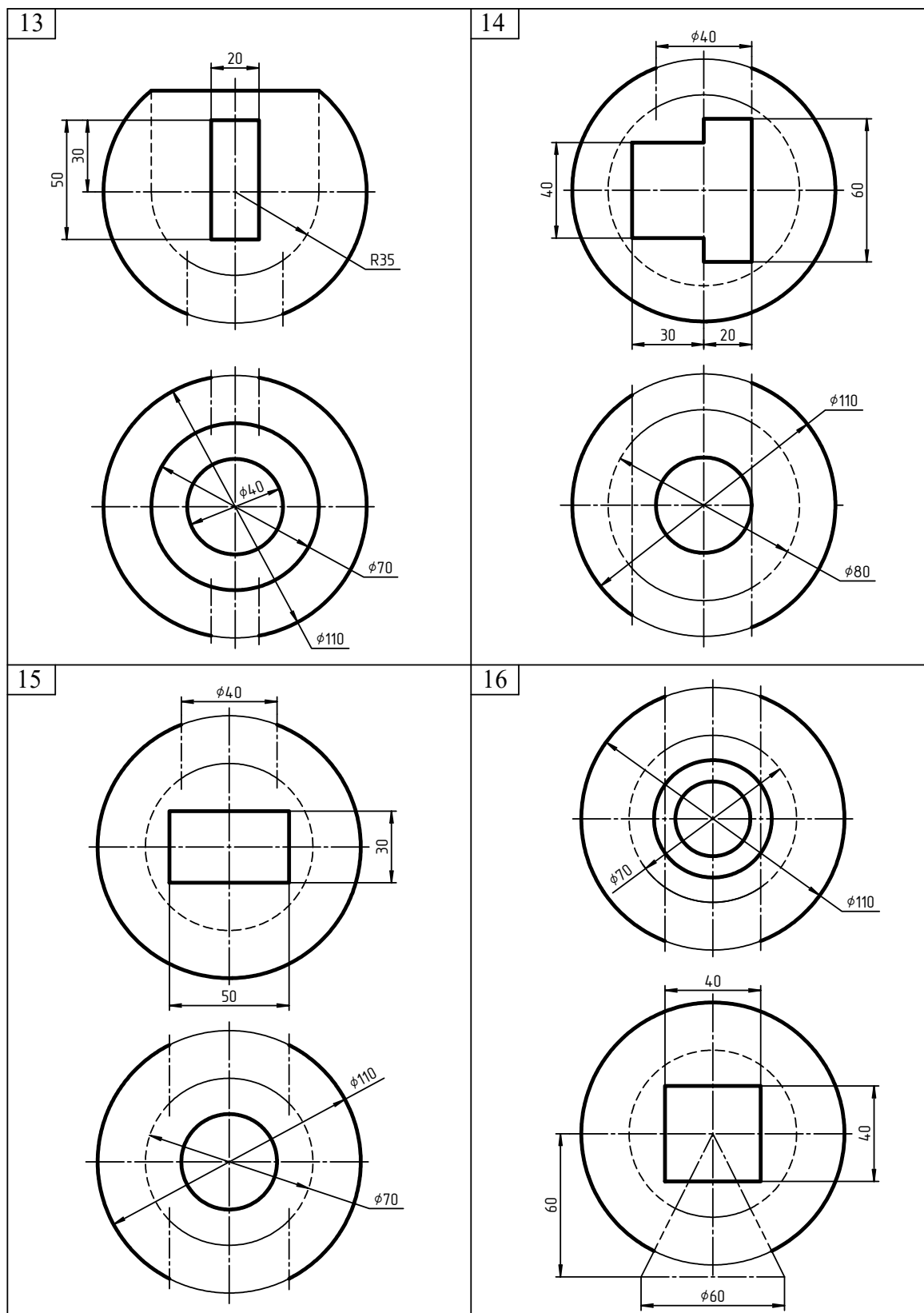


Рис. 72. Данные к заданию № 12 (продолжение)

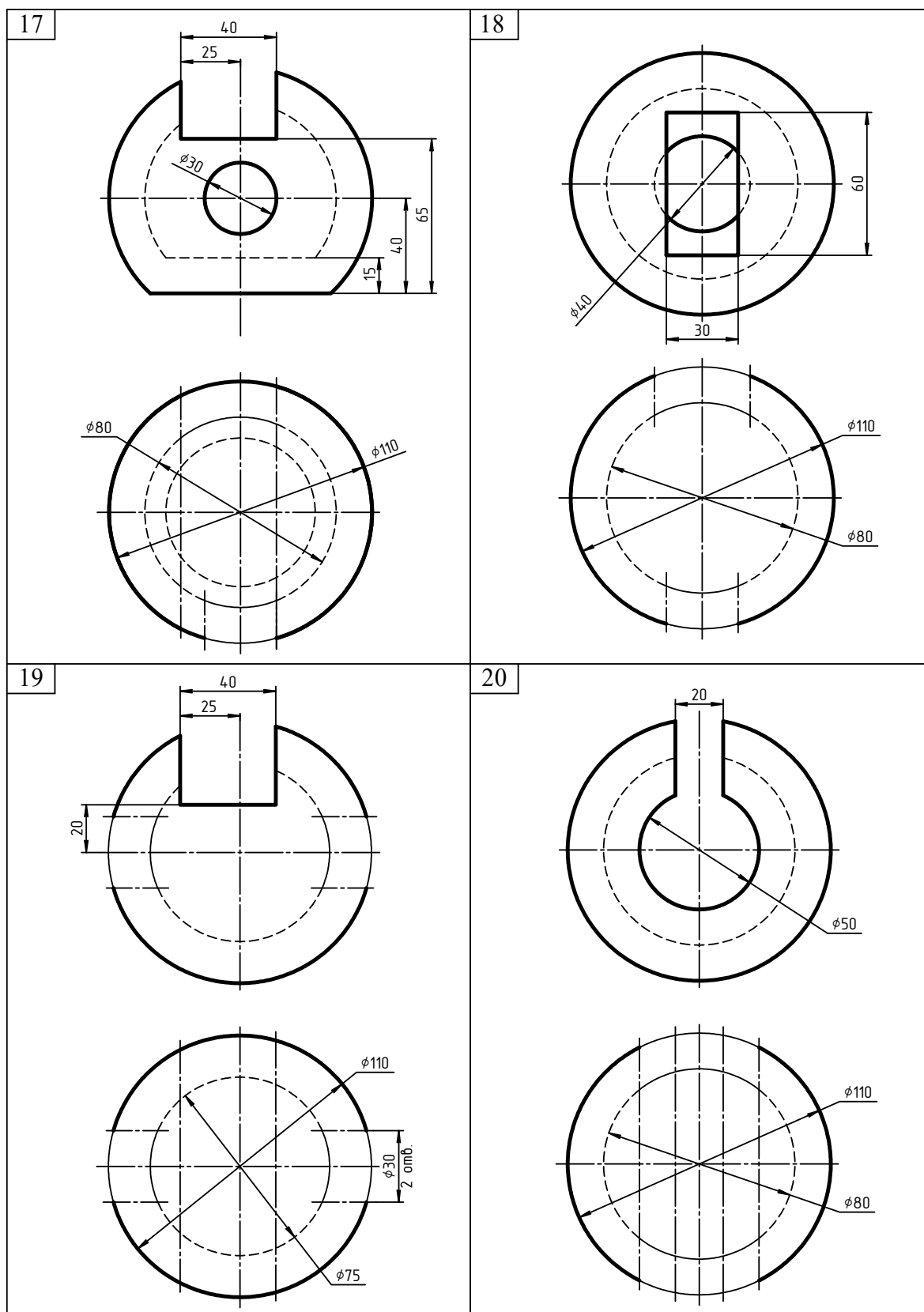


Рис. 72. Данные к заданию № 12 (продолжение)

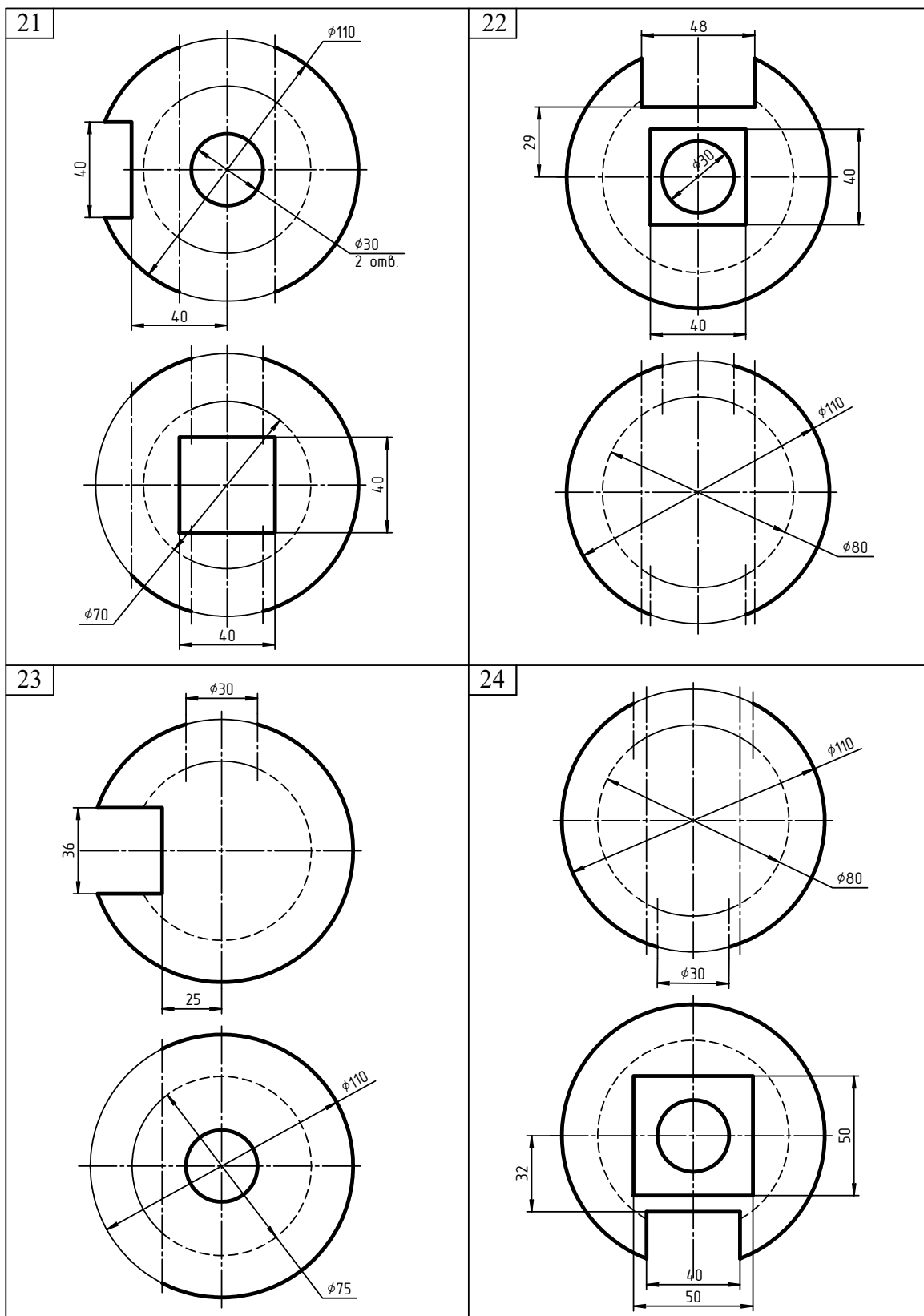


Рис. 72. Данные к заданию № 12 (продолжение)

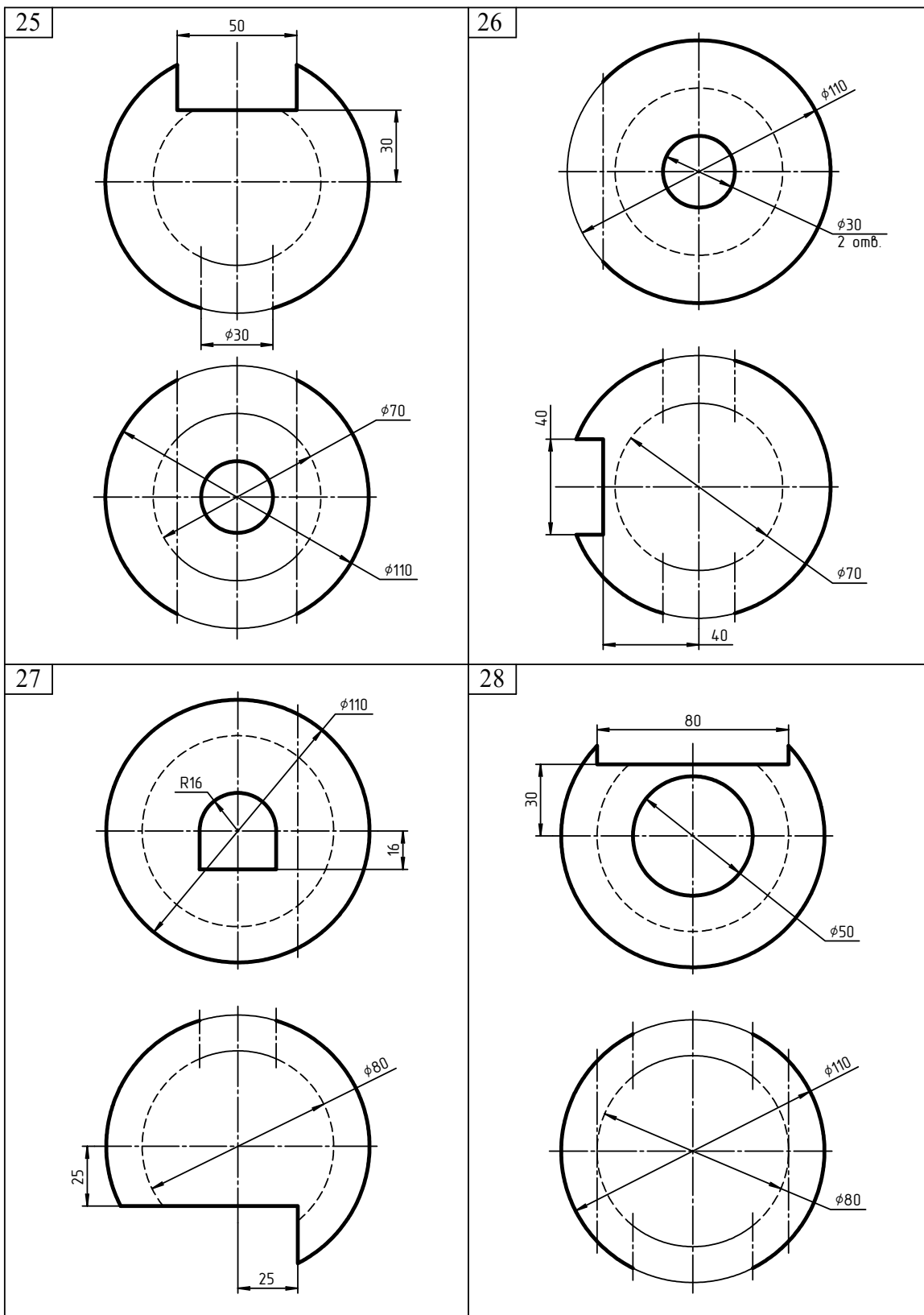


Рис. 72. Данные к заданию № 12 (окончание)

Задание № 13. ПРОЕКЦИИ ДЕТАЛИ

Содержание задания

Дано: главный вид и вид сверху технической детали.

Требуется: перерисовать главный вид и вид сверху; построить вид слева технической детали, а также ее аксонометрическую проекцию.

Методические указания

Задание выполняется на двух листах формата А3, расположенных горизонтально, в масштабе 1:1.

Сначала необходимо начертить заданные виды детали. Расстояние между видами выбираем исходя из условий расположения видов на чертеже, величины изображений, нанесения размеров и пр. Высоту детали на виде слева определяем на главном виде, а ширину – на виде сверху. Отложив габаритные размеры детали, определяем форму и размеры каждого элемента детали. Невидимые элементы детали изображаем штриховыми линиями.

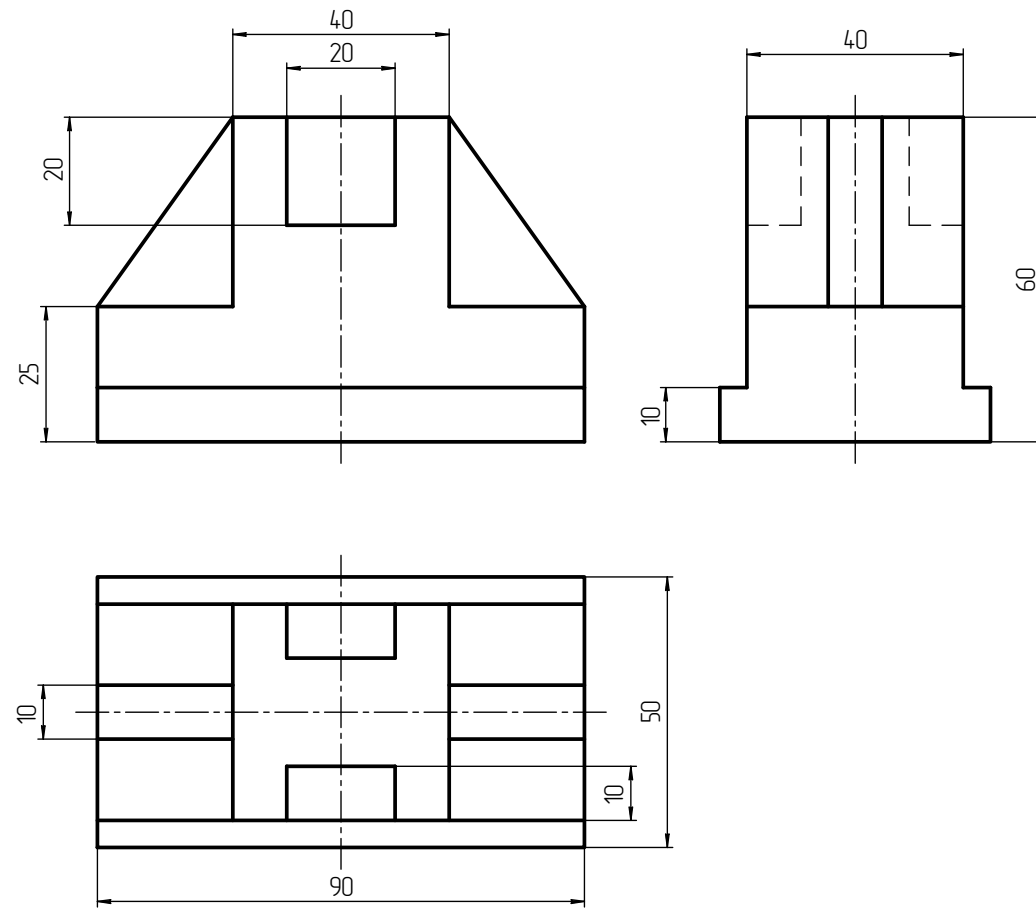
Таким образом, используя заданные изображения и размеры детали, можно построить чертеж детали любой сложности.

Размеры наносим равномерно на трех изображениях, причем размеры элементов деталей желательно показывать на тех видах, на которых элементы наиболее ярко выражены. От невидимых линий размеры наносить не рекомендуется.

Размеры подразделяют на размеры формы поверхностей и размеры их положения. Простановку размеров на техническую деталь следует связать с технологией ее изготовления.

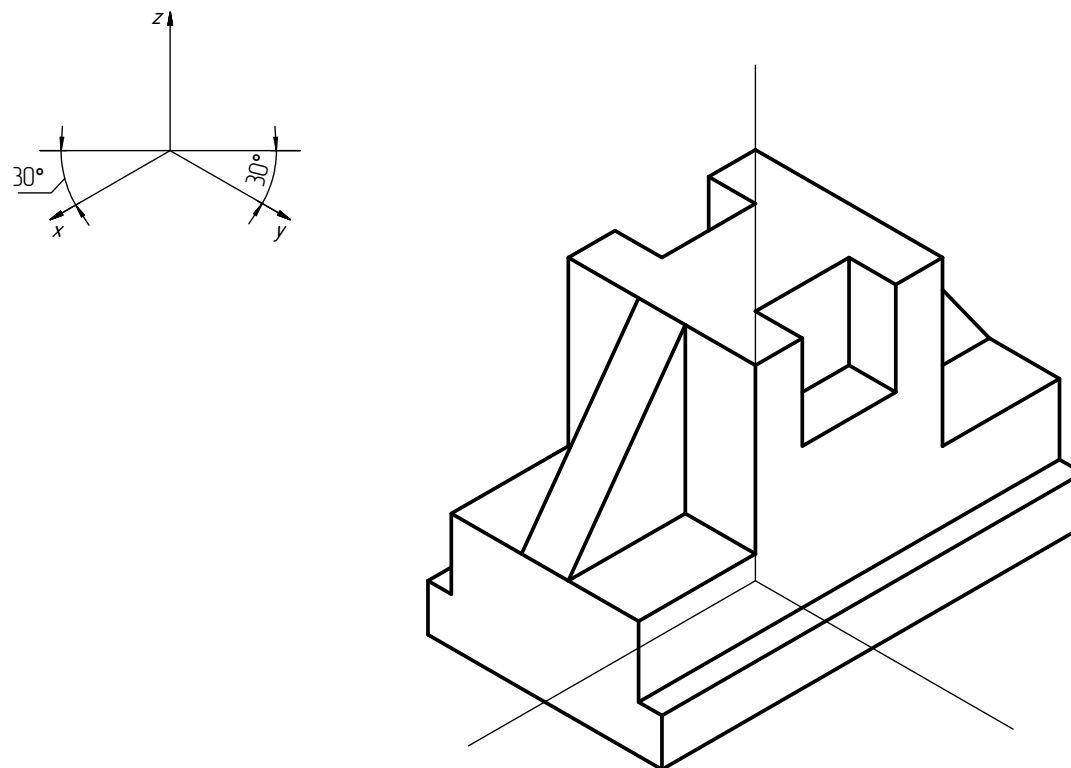
Для построения наглядного изображения детали рекомендуется выбирать прямоугольную изометрию или диметрию. Деталь в аксонометрии следует располагать так, чтобы получить наиболее полную информацию о детали, выявить ее основные элементы. За начало координат можно выбрать точку пересечения осей для симметричных деталей и любую точку, принадлежащую детали, – для несимметричных.

Пример выполнения задания представлен на рис. 73, 74. Варианты заданий представлены на рис. 75.



Проекция детали				13-25-01
Чертит	Степанова		ВЛГУ	С-114
Проверил	Иванов А.Ю.			

Рис. 73



Проекция детали				13-25-02
Чертил	Степанова		ВЛГУ	С-114
Проверил	Иванов А.Ю.			

Рис. 74

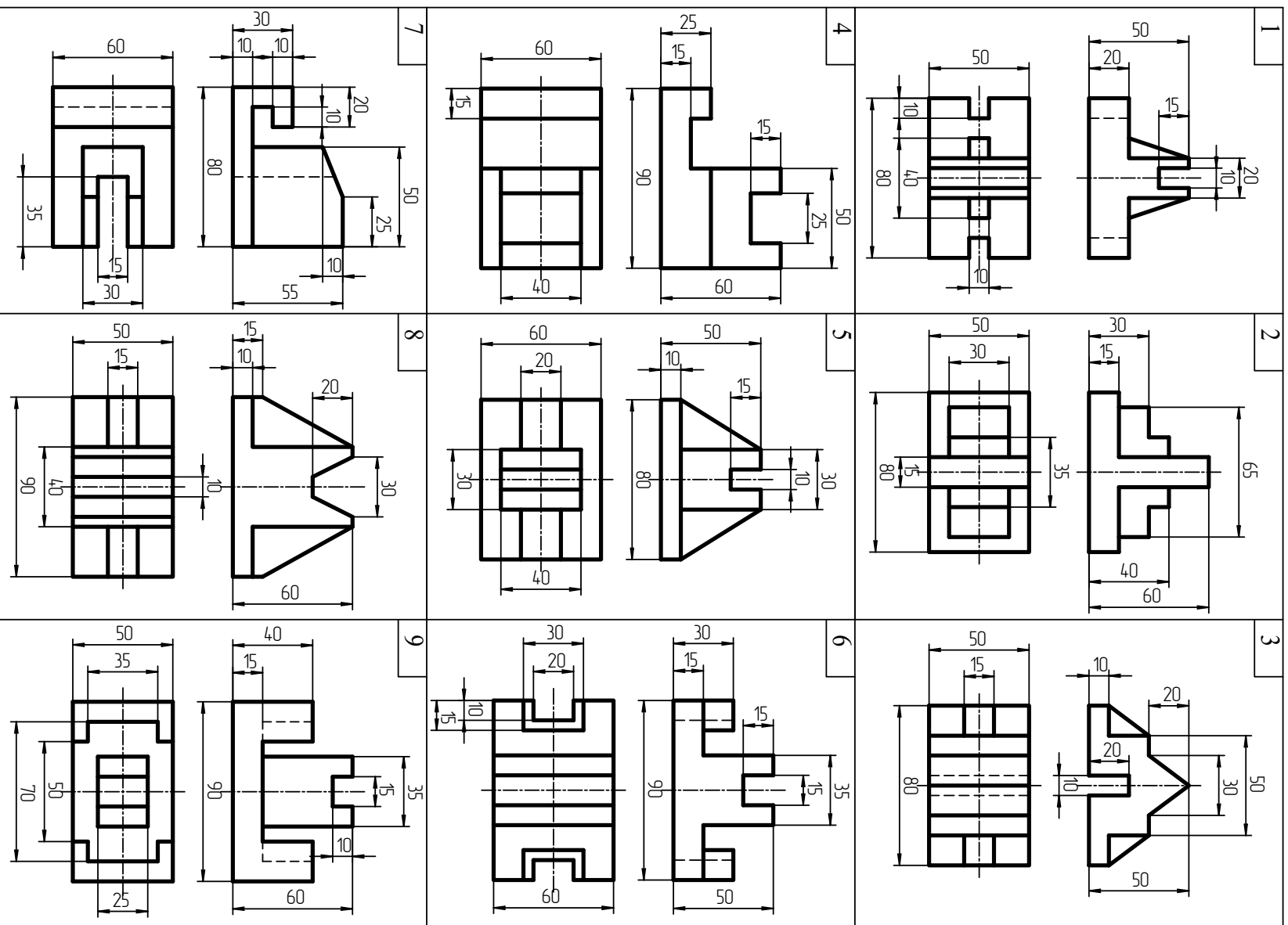


Рис. 75. Данные к заданию № 13

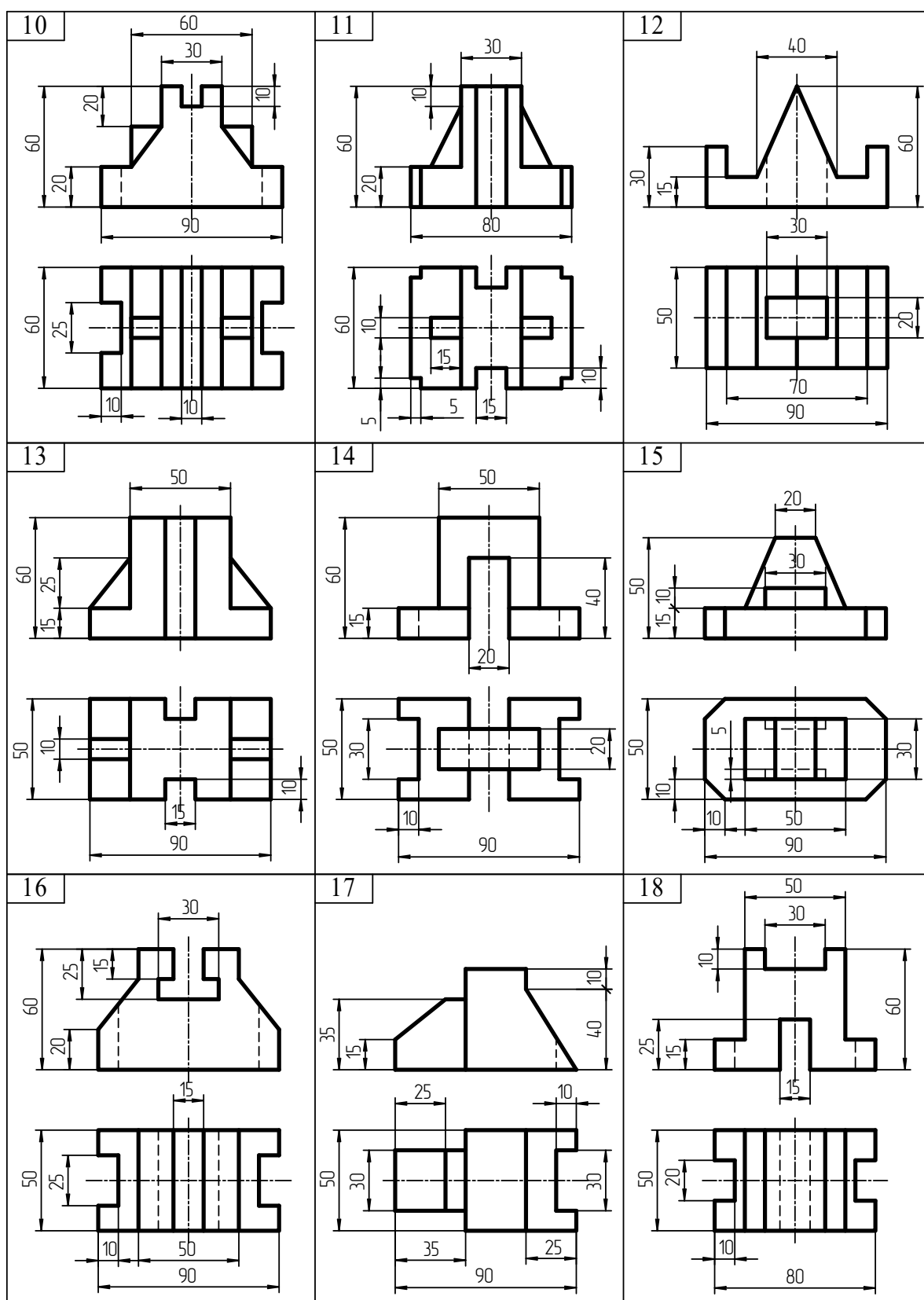


Рис. 75. Данные к заданию № 13 (продолжение)

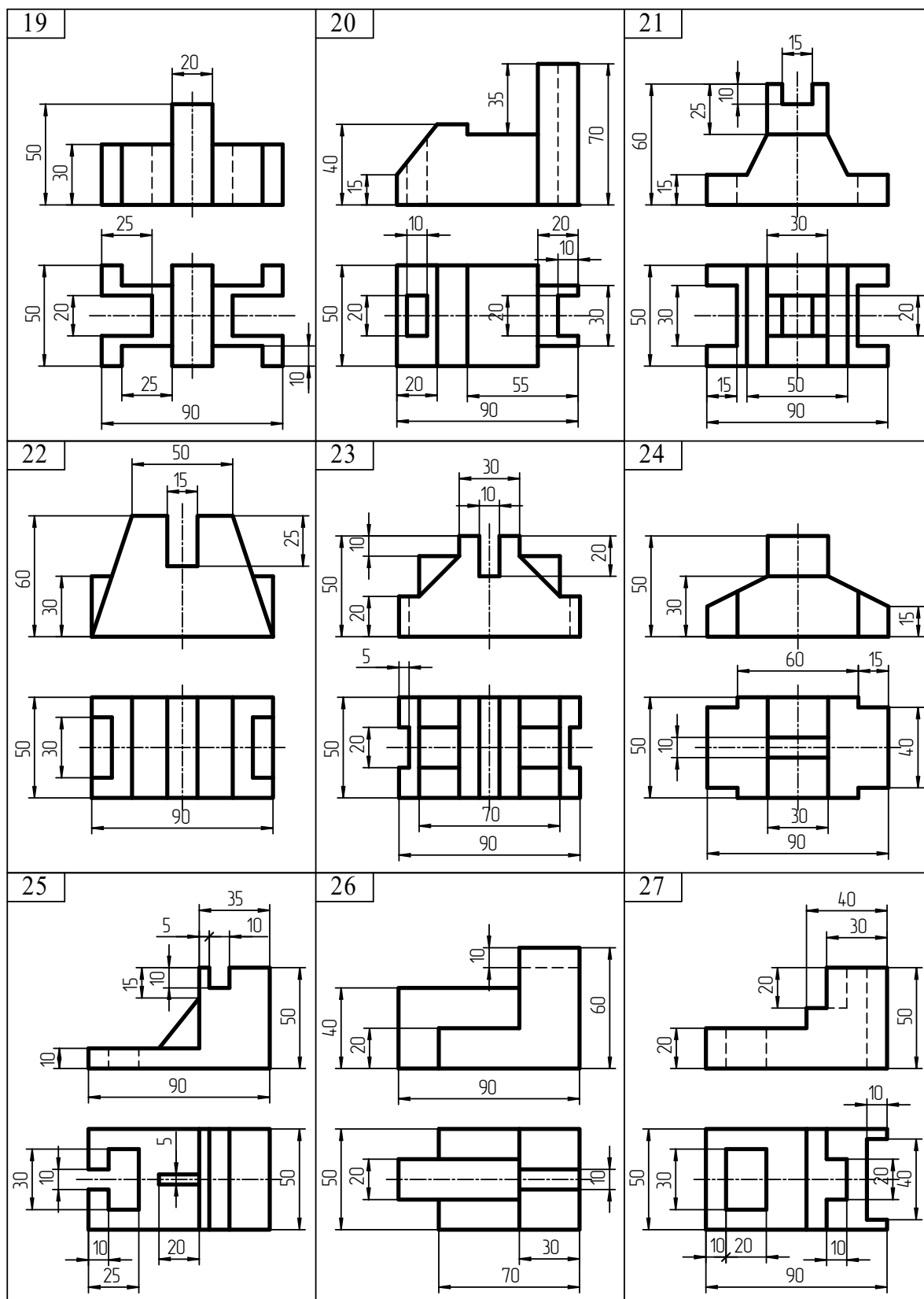


Рис. 75. Данные к заданию № 13 (окончание)

Задание № 14. ПРОСТЫЕ РАЗРЕЗЫ ДЕТАЛИ

Содержание задания

Дано: главный вид и вид сверху двух деталей (тип *а* и тип *б*).

Требуется: на месте главного вида совместить половину главного вида с половиной фронтального разреза, а на месте вида слева – половину вида слева с половиной профильного разреза, а также аксонометрическую проекцию детали с вырезом $\frac{1}{4}$ части детали.

Методические указания

Задание выполняется на двух листах формата А3 для детали типа *а* и на двух листах формата А3 для детали типа *б*, расположенных горизонтально, в масштабе 1:1.

Для сокращения количества изображений симметричных деталей допускается совмещать половину вида детали с половиной разреза, секущая плоскость которого совпадает с плоскостью симметрии детали; при этом половина разреза не обозначается, если изображение выполнено в проекционной связи. Половина разреза размещается справа от вертикальной оси симметрии на главном виде и виде слева и под горизонтальной осью на виде сверху. Половину вида от половины разреза отделяет осевая линия (рис. 76, *а*). Если на ось симметрии проецируется прямая толстая линия, относящаяся к виду детали, то волнистую линию проводим правее осевой, увеличивая часть вида для того, чтобы изобразить толстую линию (рис. 76, *б*). Если ребро, совпадающее с осью симметрии, относится к внутренней части детали, то увеличиваем часть разреза, размещая волнистую линию слева от осевой (рис. 76, *в*).

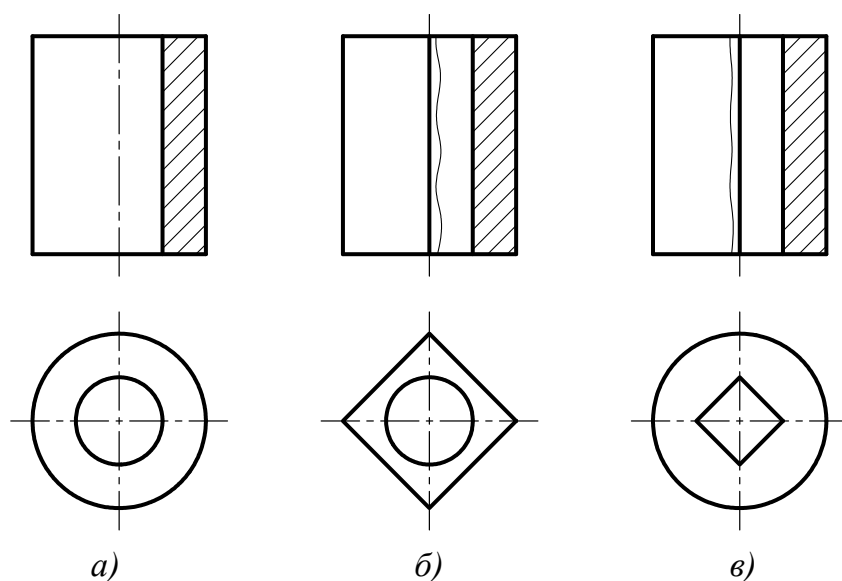


Рис. 76

При построении разрезов необходимо соблюдать следующие условности и упрощения. Тонкие стенки, ребра жесткости и тому подобное показывают незаштрихованными, если секущая плоскость проходит вдоль ребра или стенки (рис. 77, а). В поперечном сечении и в аксонометрии ребра жесткости тонкие стенки штрихуются (рис. 77, б).

При выборе вида аксонометрической проекции необходимо учитывать, что изометрическая проекция горизонтально расположенного диагонального квадрата совпадает с направлением осей в изометрии, поэтому при наличии такого квадрата рекомендуется использовать прямоугольную диметрию. Начало координат рекомендуется выбирать в точке пересечения осей детали на виде сверху.

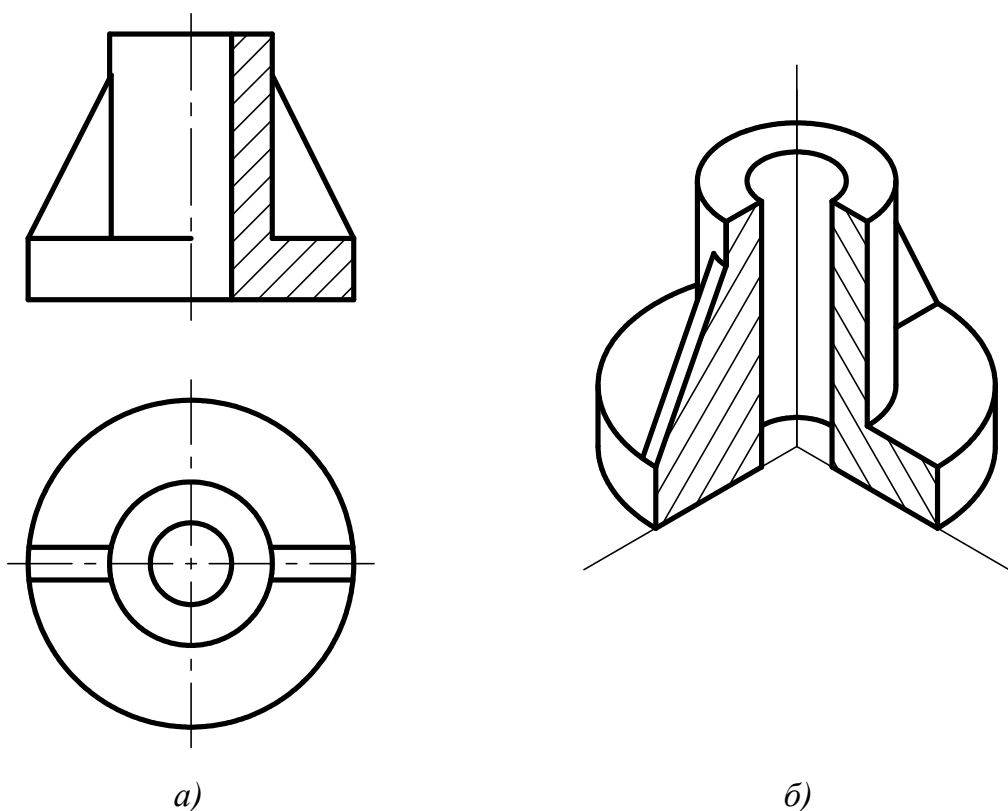
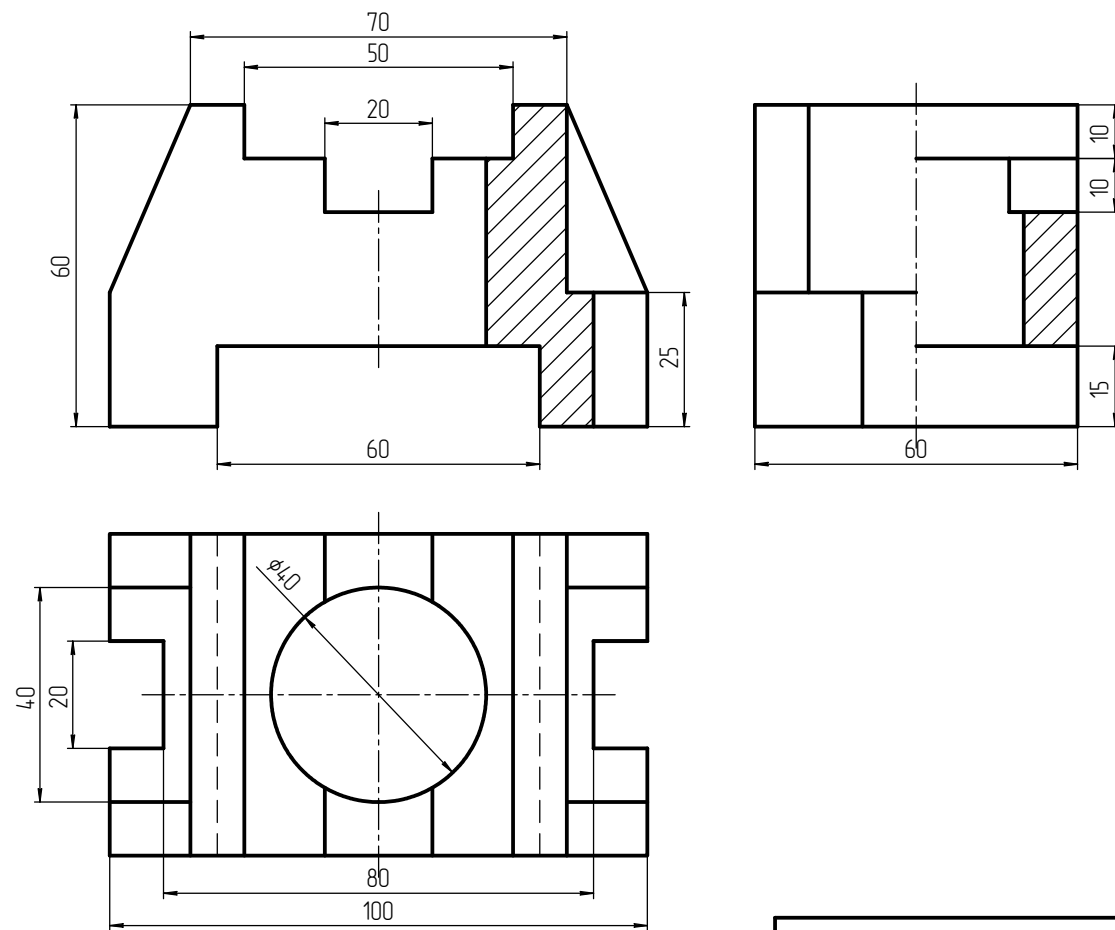


Рис. 77

Пример выполнения задания приведен на рис. 78, 79. Варианты заданий (тип а и тип б) представлены на рис. 80, 81.



Простые разрезы детали				14-25-01
Чертил	Калашникова		ВЛГУ	С-114
Проверил	Иванов А.Ю.			

Рис. 78

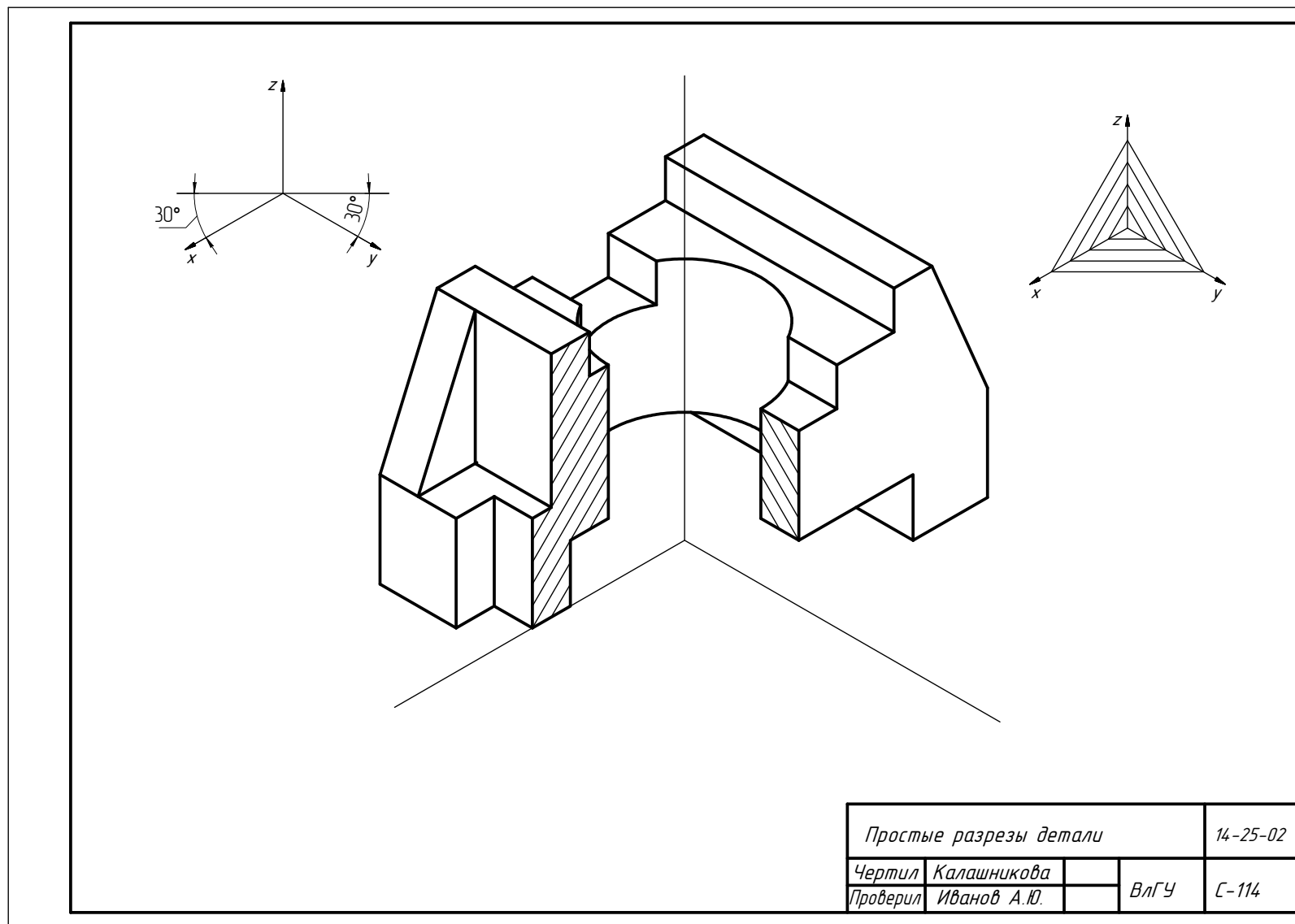


Рис. 79

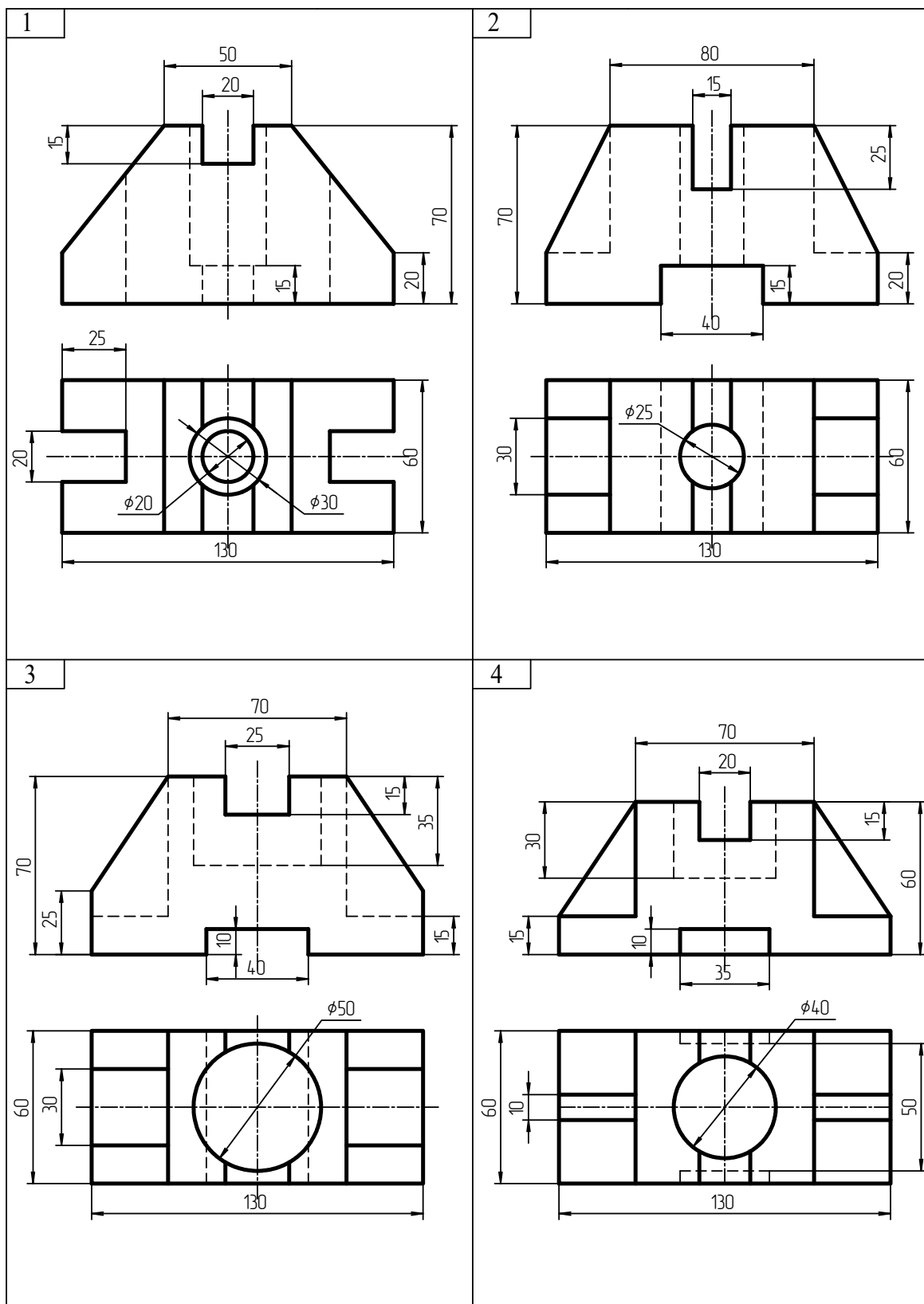


Рис. 80. Данные к заданию № 14 (тип а)

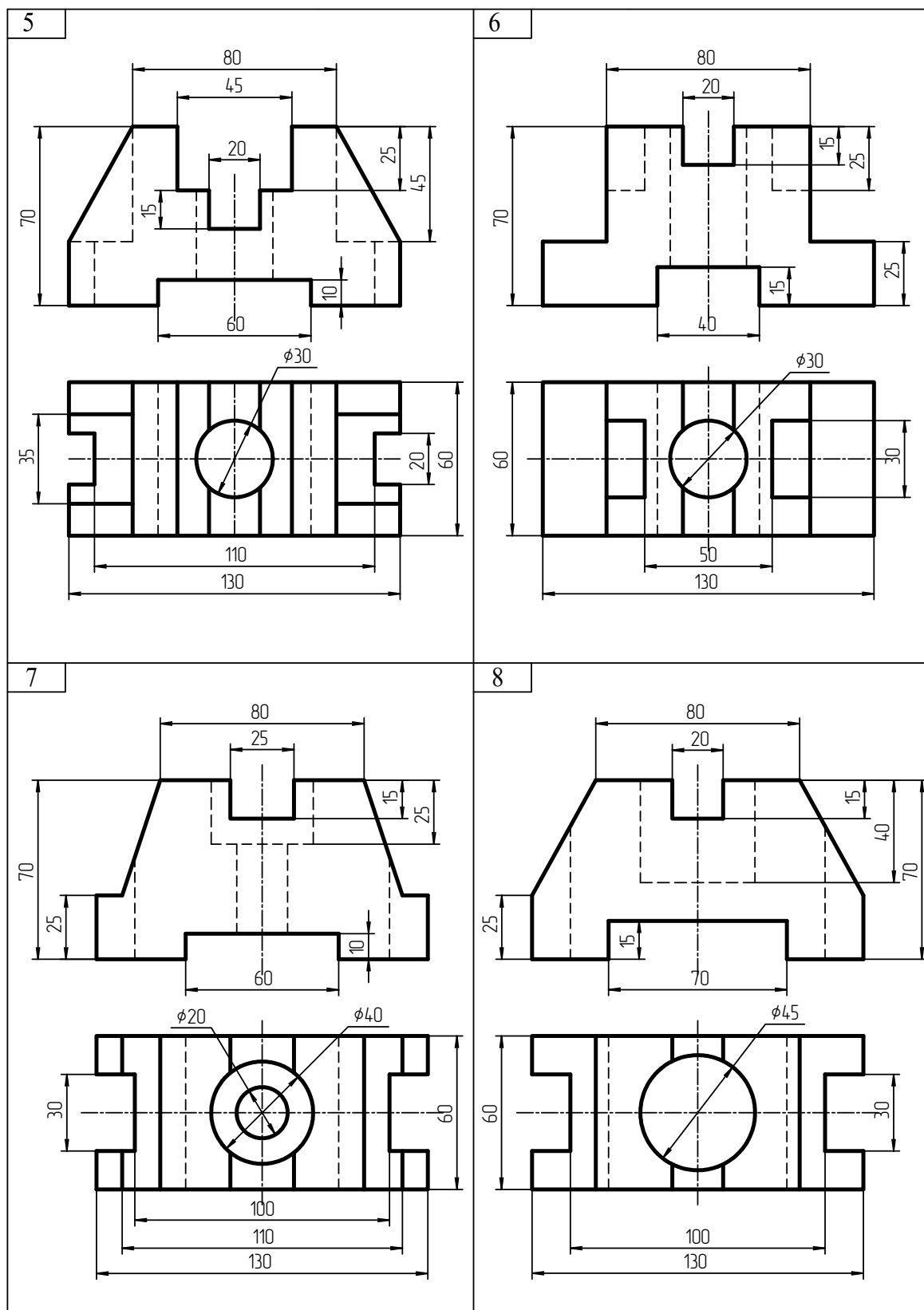


Рис. 80. Данные к заданию № 14 (тип а) (продолжение)

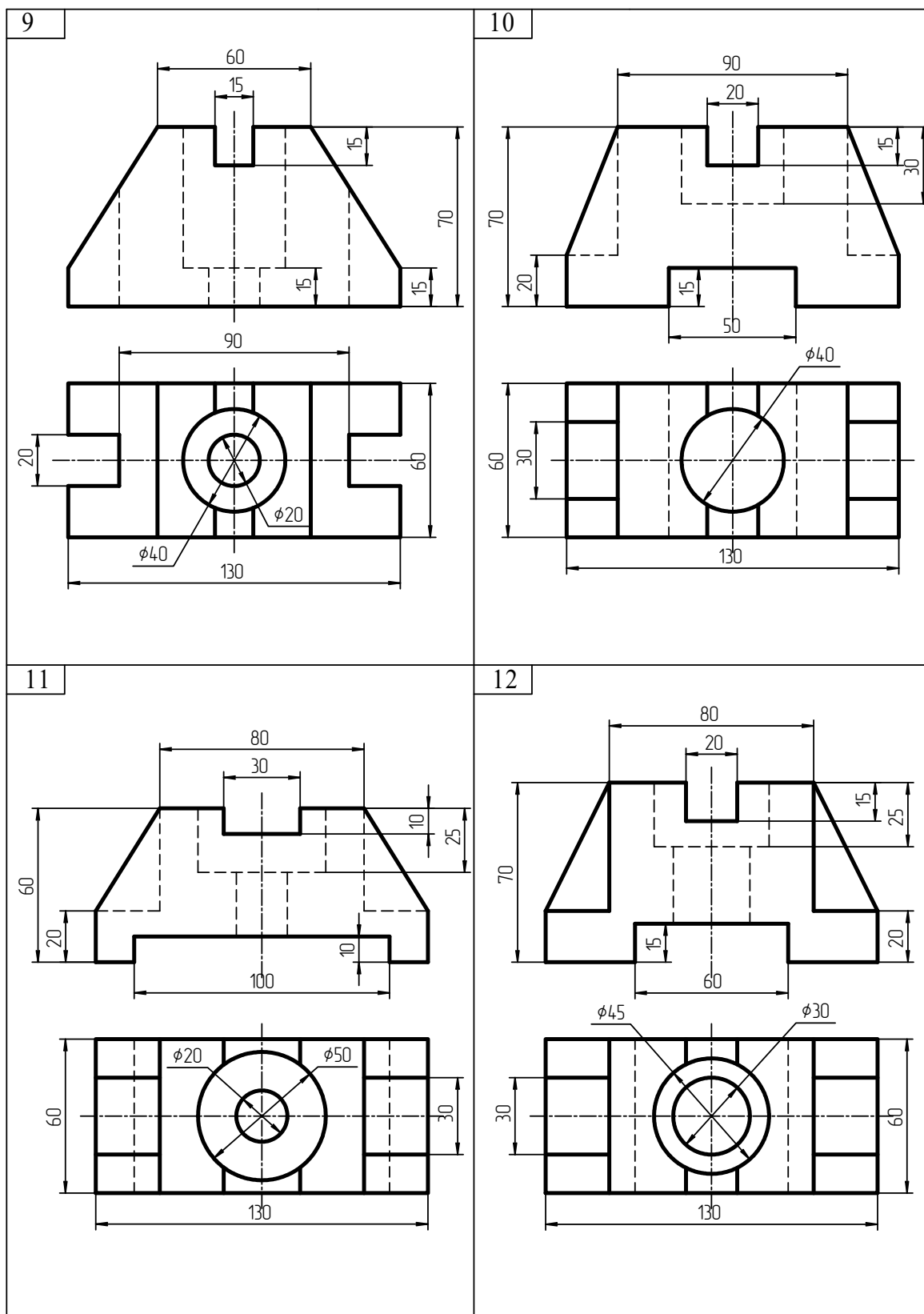


Рис. 80. Данные к заданию № 14 (тип а) (продолжение)

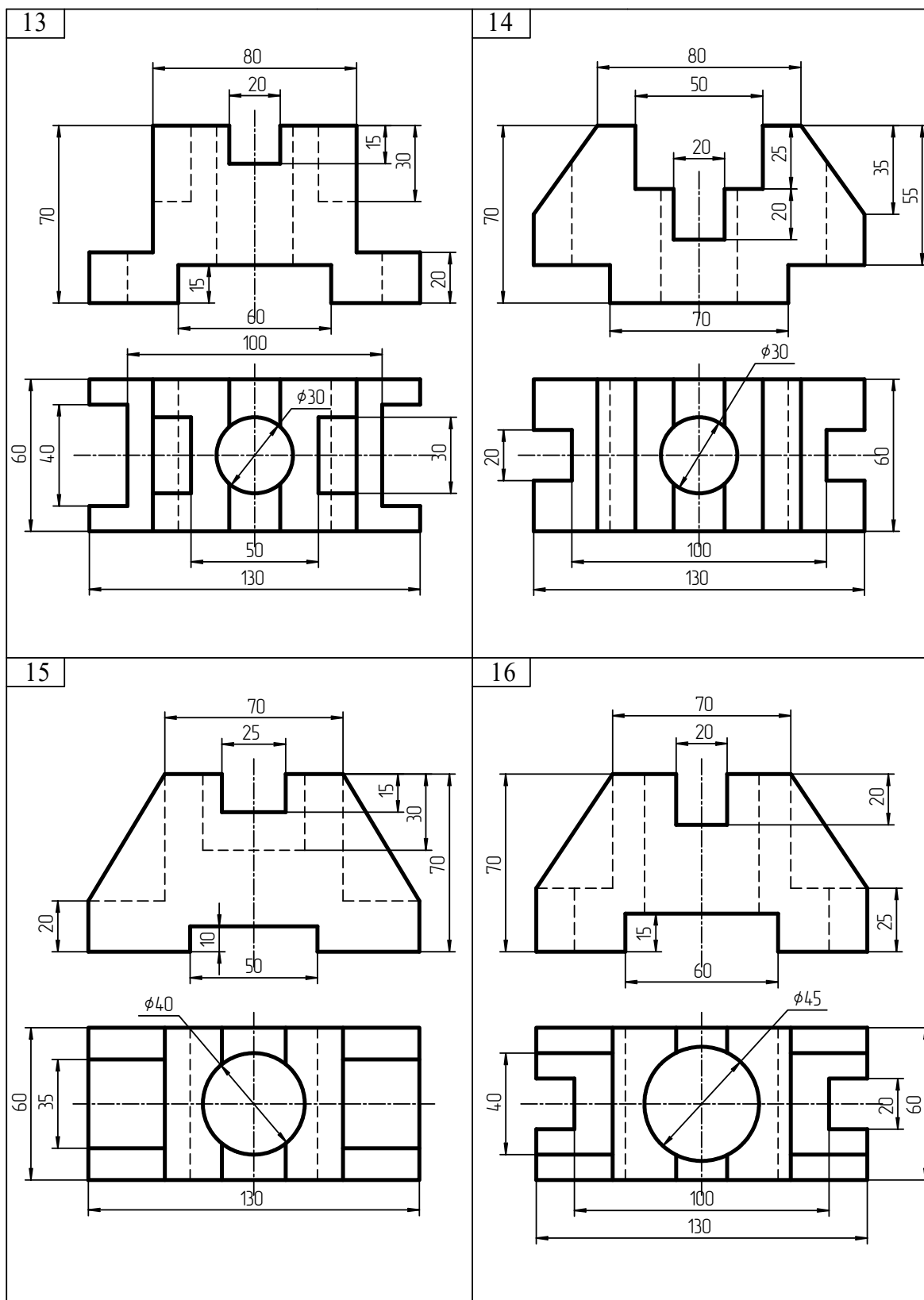


Рис. 80. Данные к заданию № 14 (тип а) (продолжение)

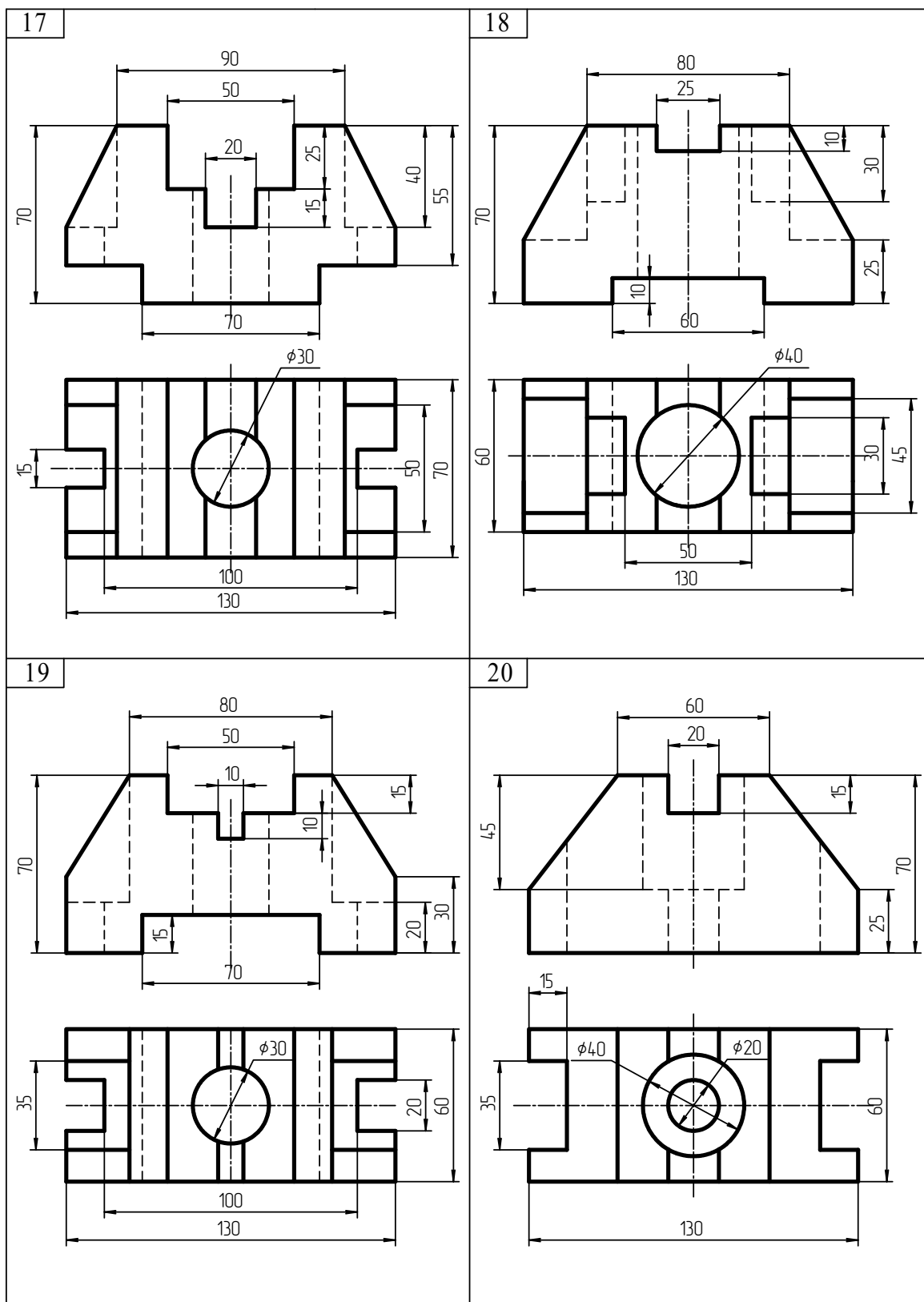


Рис. 80. Данные к заданию № 14 (тип а) (продолжение)

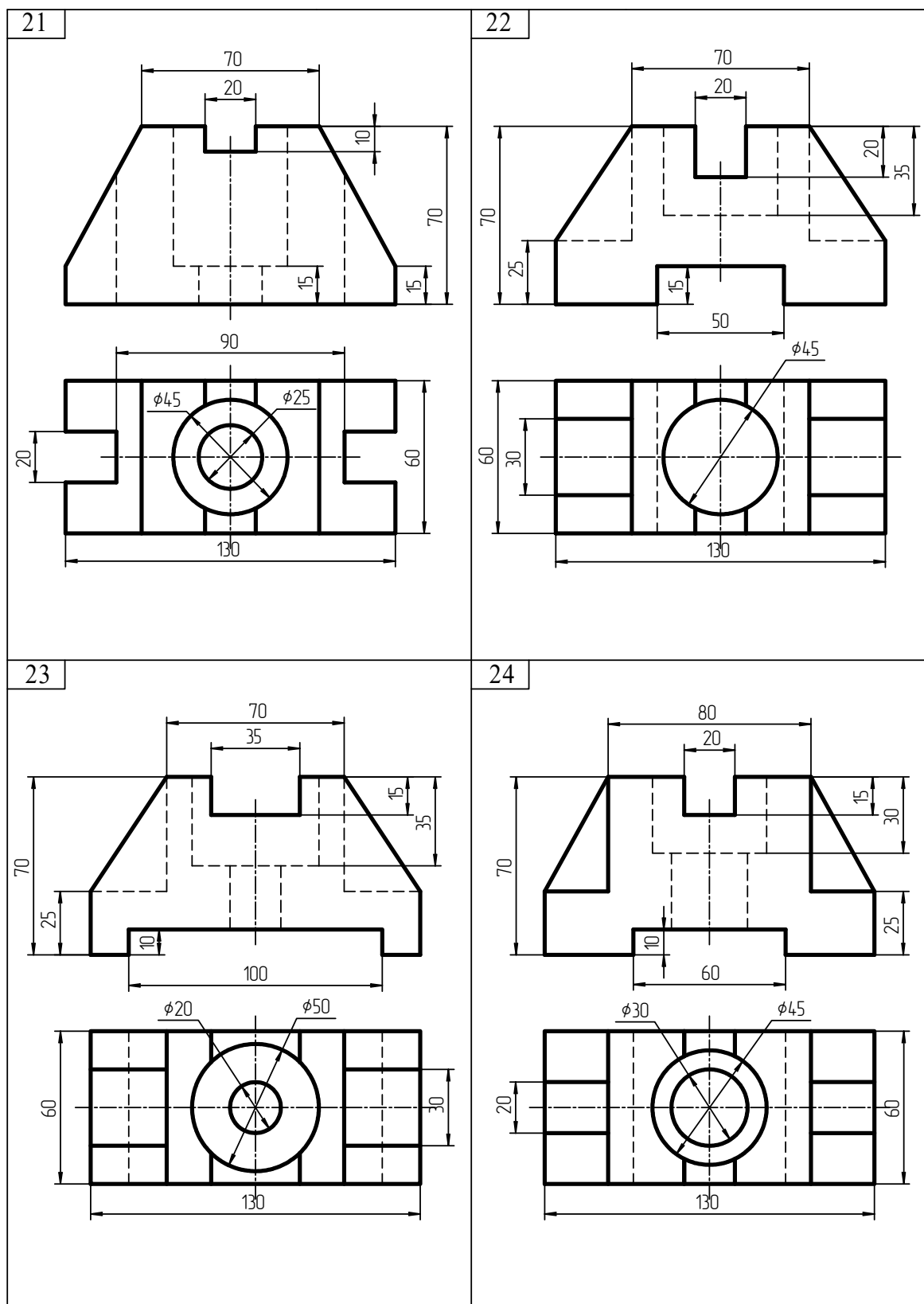


Рис. 80. Данные к заданию № 14 (тип а) (продолжение)

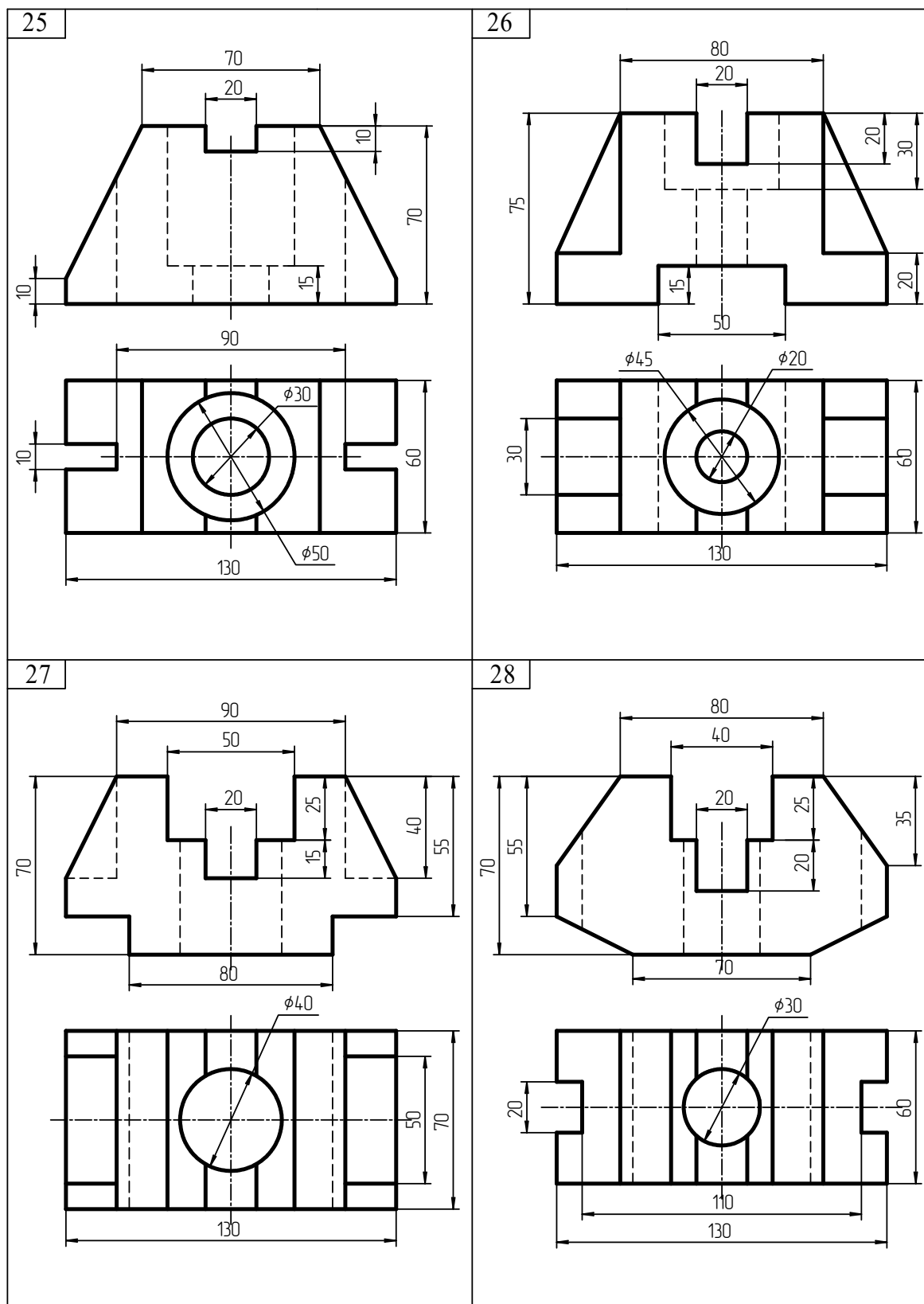


Рис. 80. Данные к заданию № 14 (тип а) (окончание)

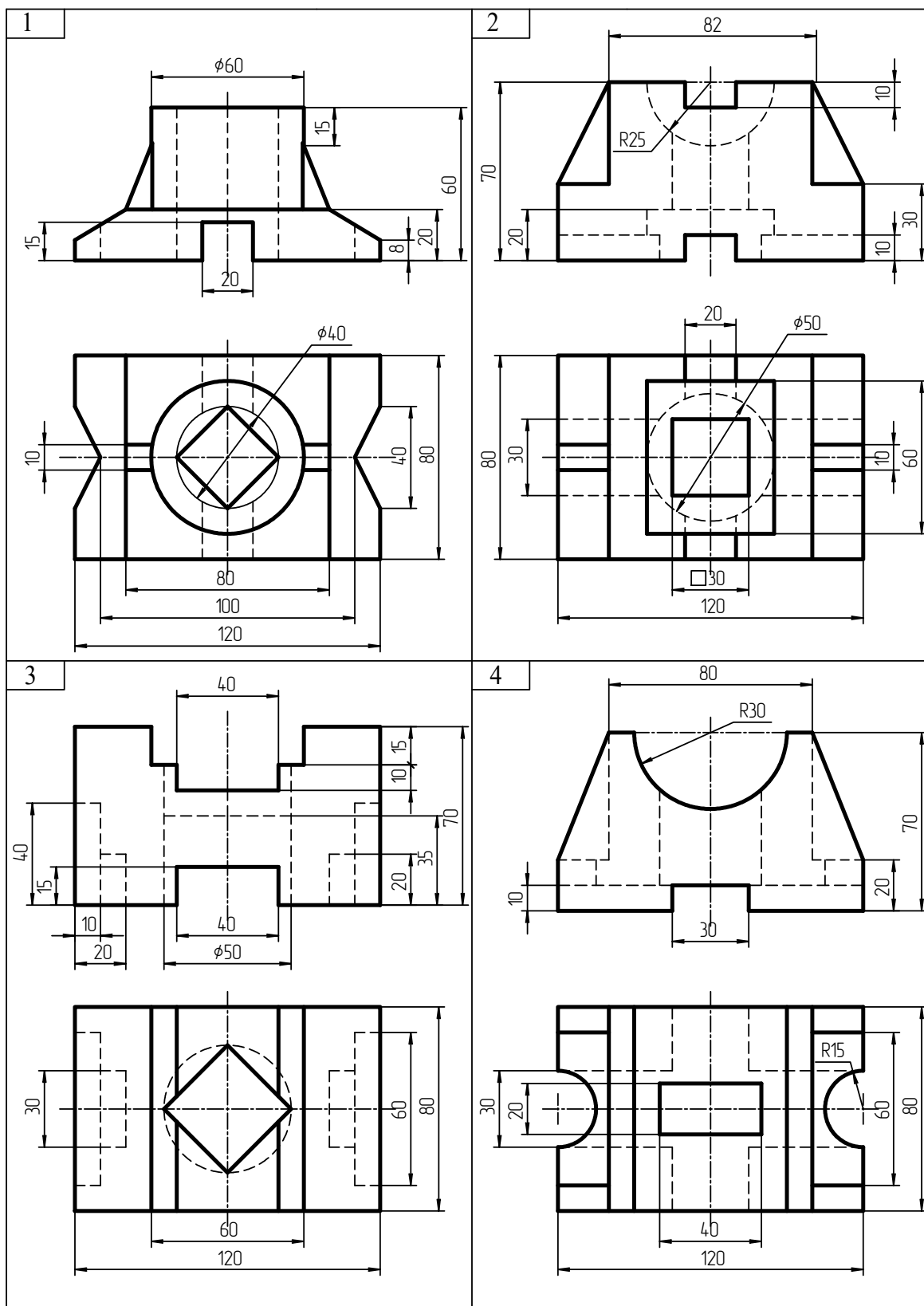


Рис. 81. Данные к заданию № 14 (тип б)

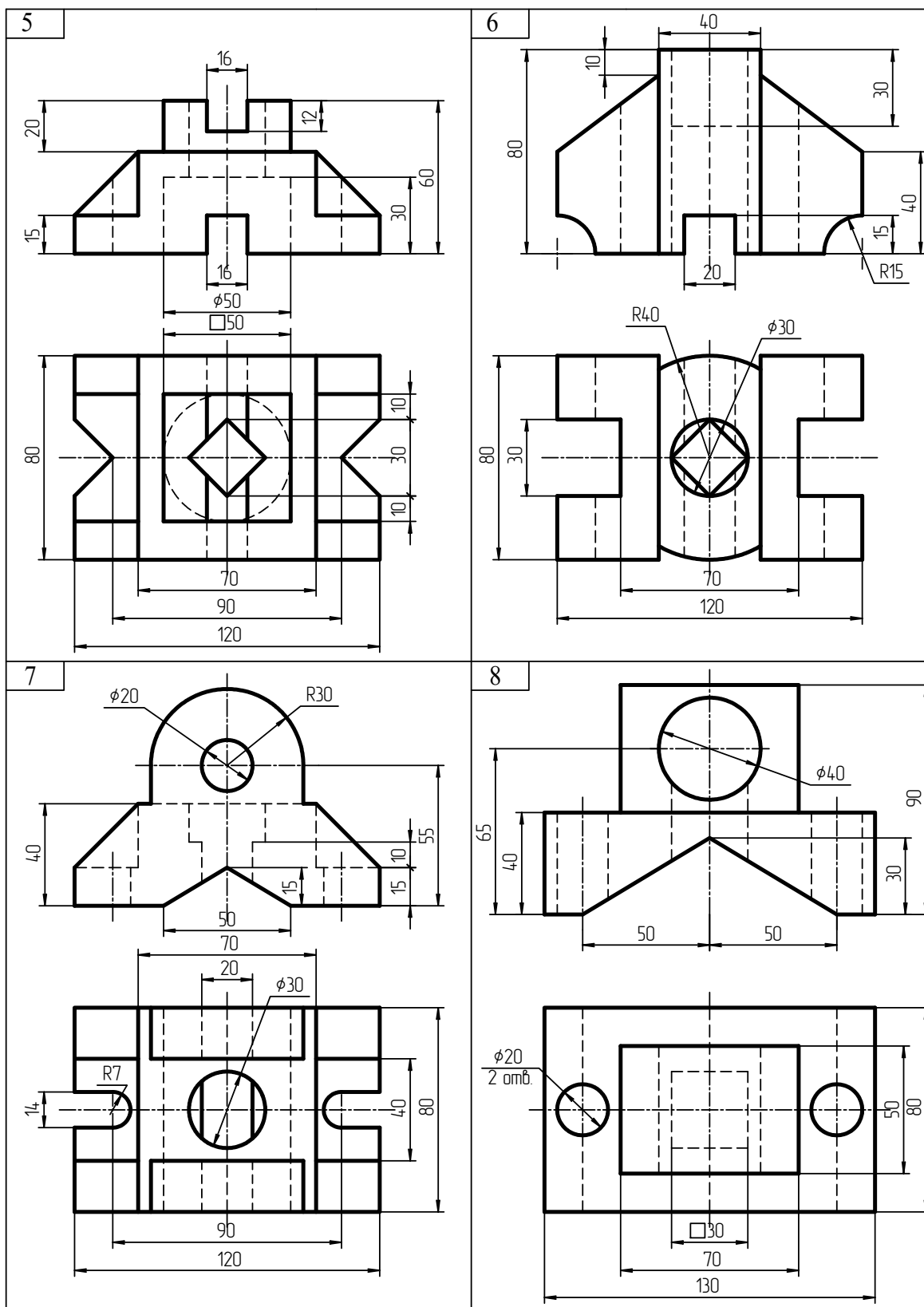


Рис. 81. Данные к заданию № 14 (тип б) (продолжение)

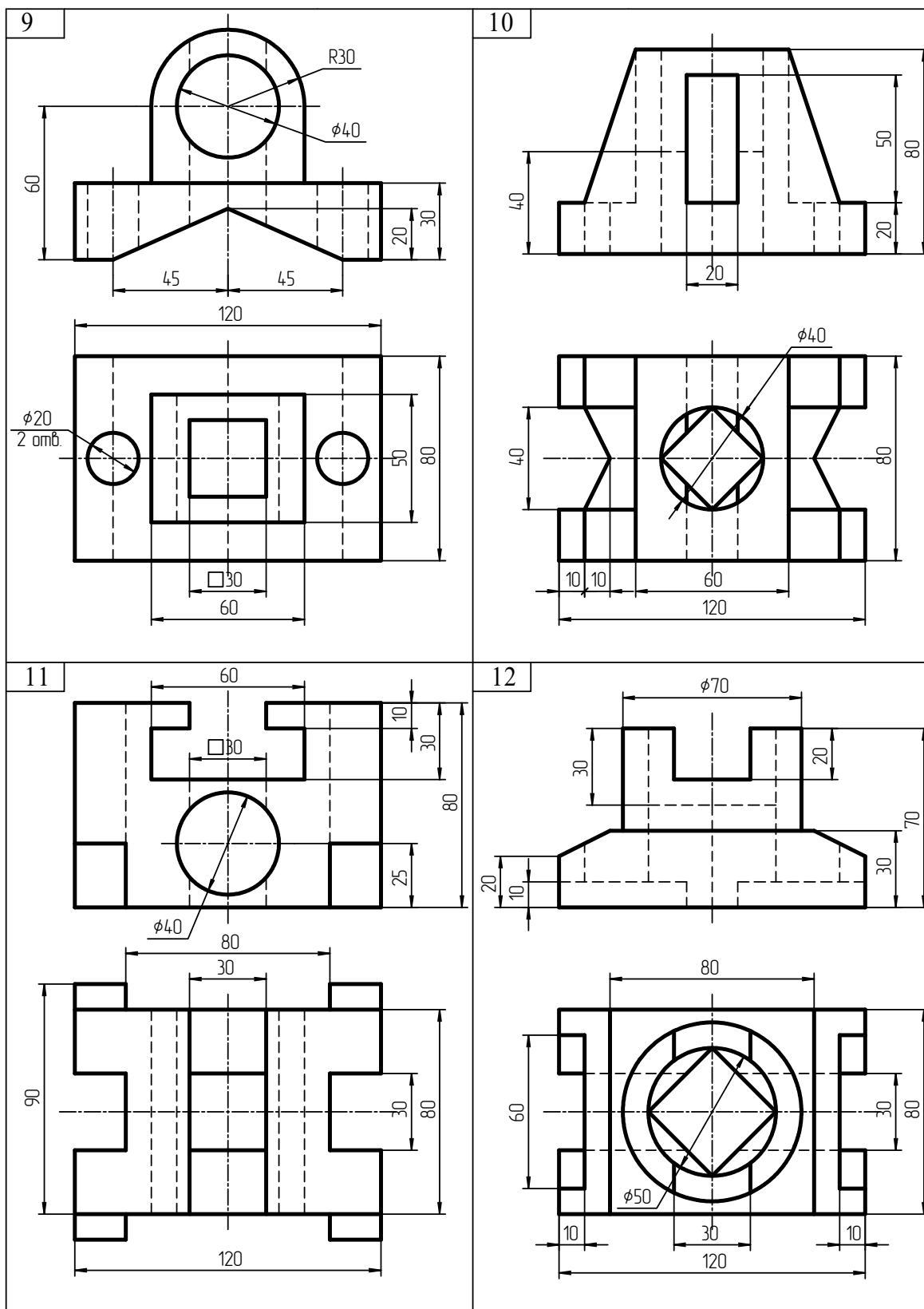


Рис. 81. Данные к заданию № 14 (тип б) (продолжение)

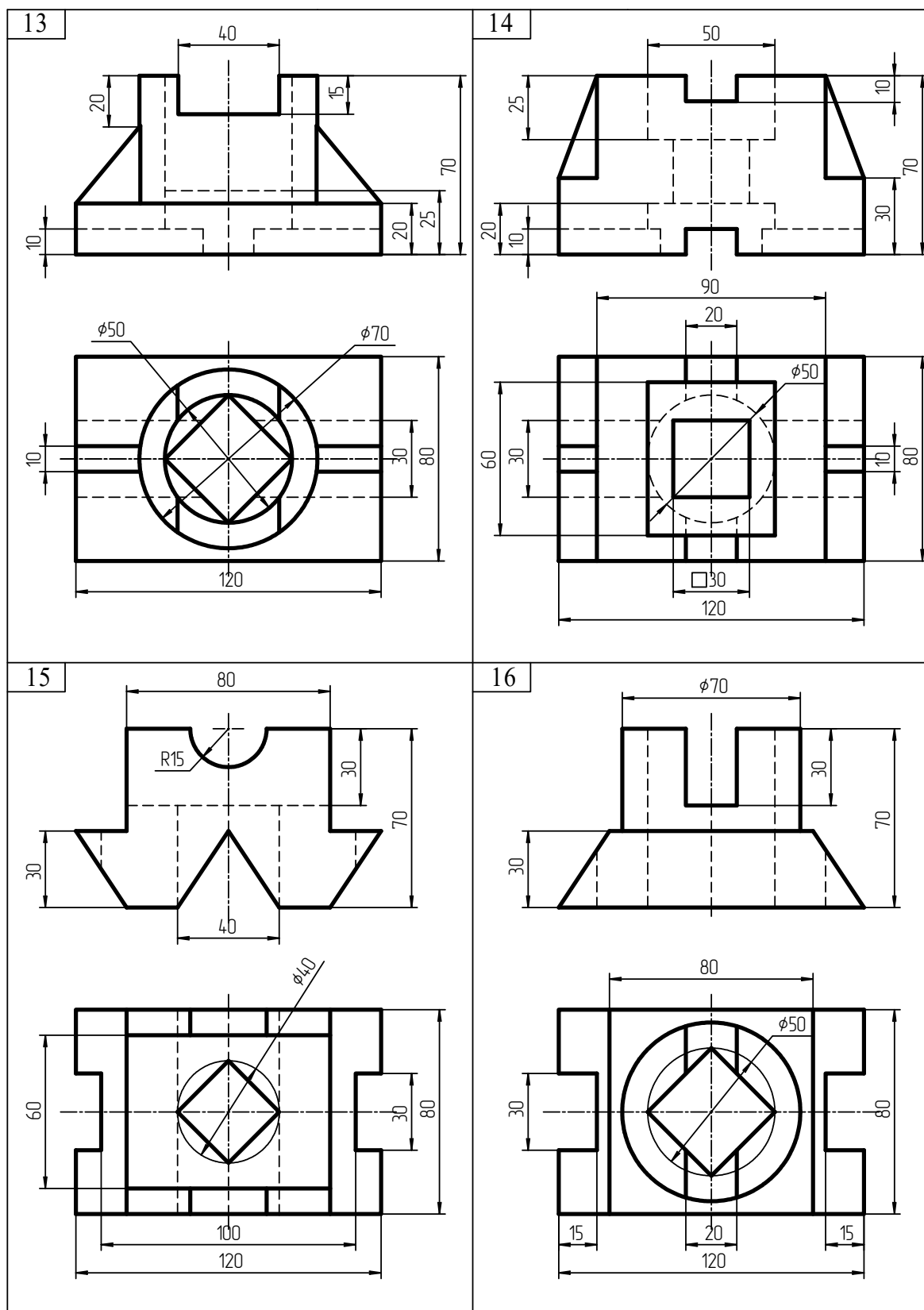


Рис. 81. Данные к заданию № 14 (тип б) (продолжение)

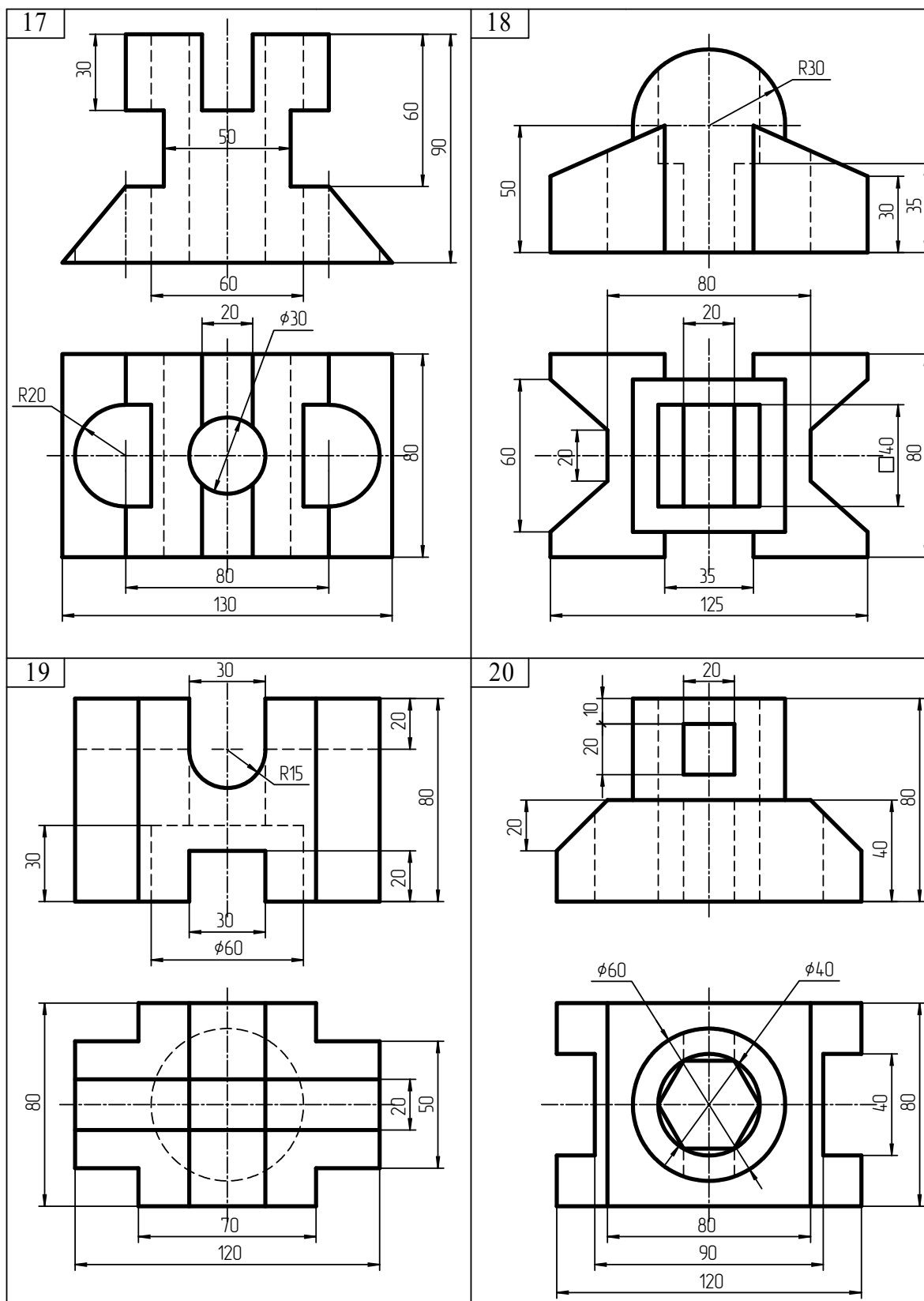


Рис. 81. Данные к заданию № 14 (тип б) (продолжение)

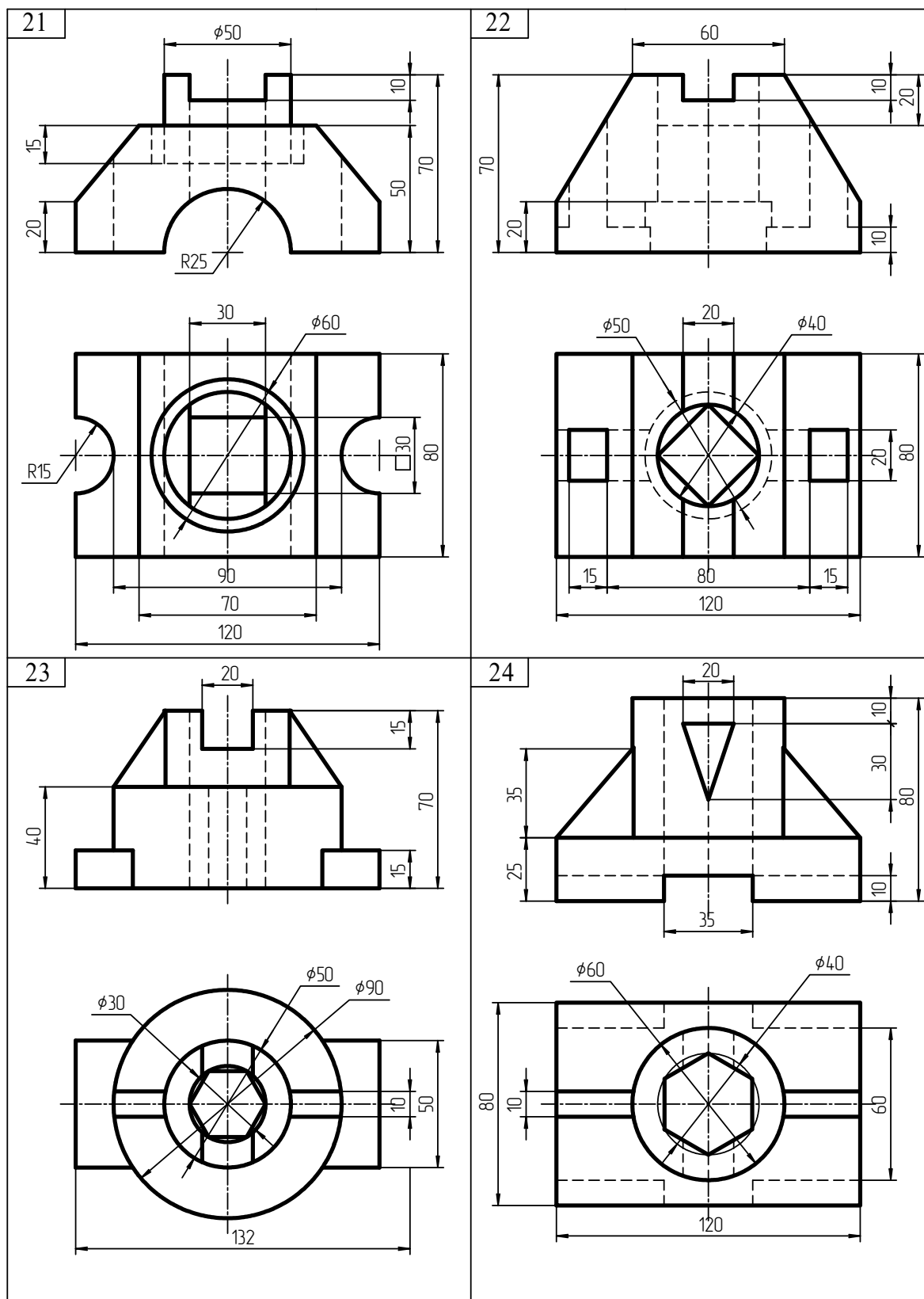


Рис. 81. Данные к заданию № 14 (тип б) (продолжение)

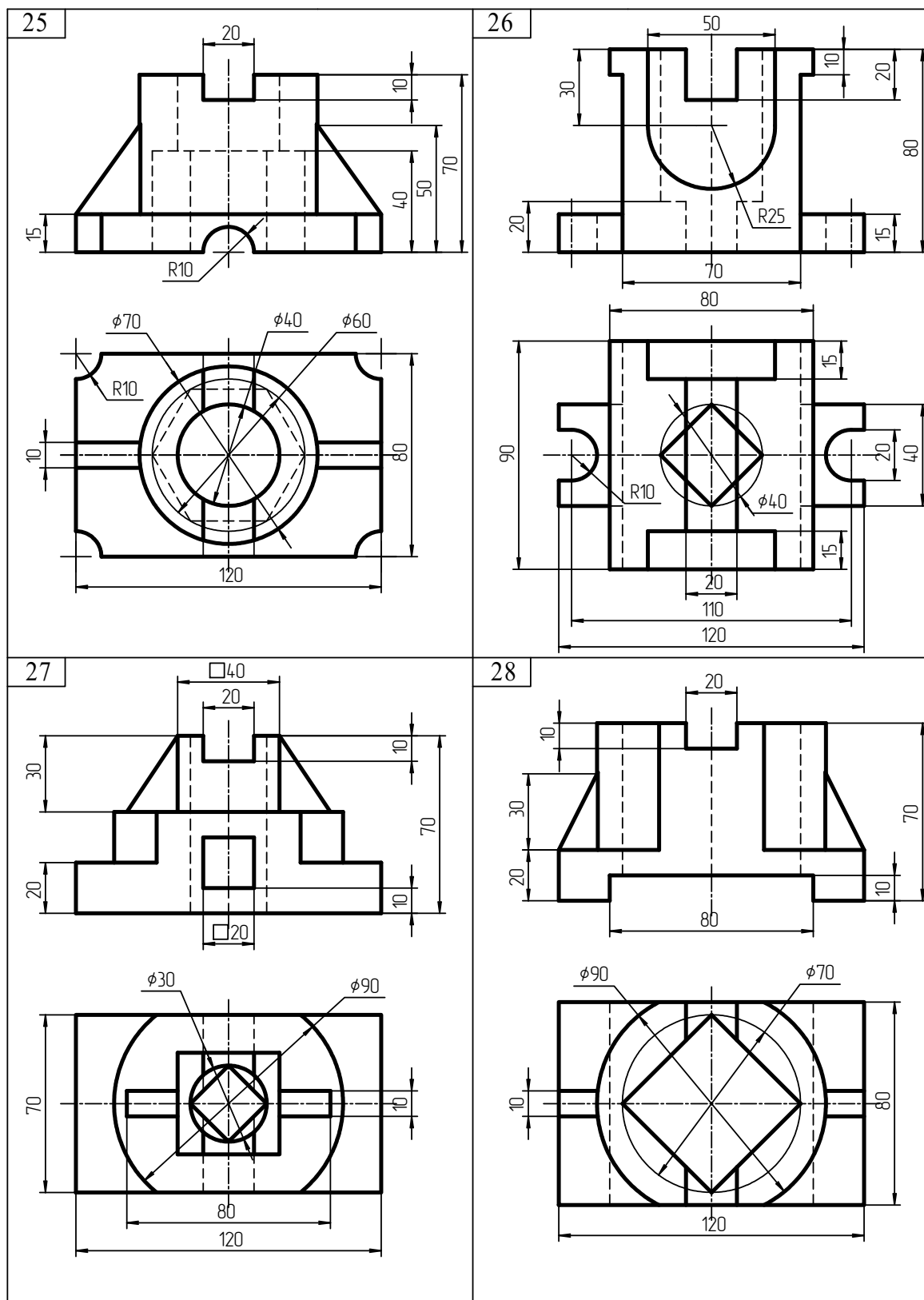


Рис. 81. Данные к заданию № 14 (тип б) (окончание)

Задание № 15. СЛОЖНЫЕ РАЗРЕЗЫ ДЕТАЛИ

Содержание задания

Дано: главный вид и вид сверху двух деталей (тип *а* и тип *б*).

Требуется: для каждой из деталей на месте главного вида выполнить сложный разрез, на месте вида слева – совмещение половины вида слева с половиной профильного разреза, а также аксонометрическую проекцию детали с вырезом части детали.

Методические указания

Задание выполняется на двух листах формата А3 для детали типа *а* и на двух листах формата А3 для детали типа *б*, расположенных горизонтально, в масштабе 1:1.

Порядок выполнения:

1) построить на месте главного вида сложный ступенчатый (тип *а*) или ломаный (тип *б*) разрез, указанный в задании. Нанести буквенное обозначение разреза;

2) вид сверху изобразить с указанием положения секущей плоскости и направления взгляда;

3) на месте вида слева построить совмещение части вида с частью простого профильного разреза;

4) выполнить прямоугольную изометрию или прямоугольную диметрию детали с вырезом четверти детали для симметричных деталей и с вырезом передней части детали – для несимметричных.

При выполнении сложного ступенчатого разреза (тип *а*), образованного параллельными плоскостями, места пересечения секущих плоскостей на разрезе не отображаются.

При выполнении ломаных разрезов, образованных пересекающимися плоскостями, секущие плоскости разворачивают до совмещения в одну плоскость, причем направление поворота может не совпадать с направлением взгляда. При повороте секущей плоскости элементы детали, расположенные за ней, проецируются без изменений.

Пример выполнения задания приведен на рис. 82, 83 (ступенчатый разрез) и рис. 84, 85 (ломаный разрез). Варианты заданий для ступенчатого разреза представлены на рис. 86, для ломаного – на рис. 87.

Рис. 82

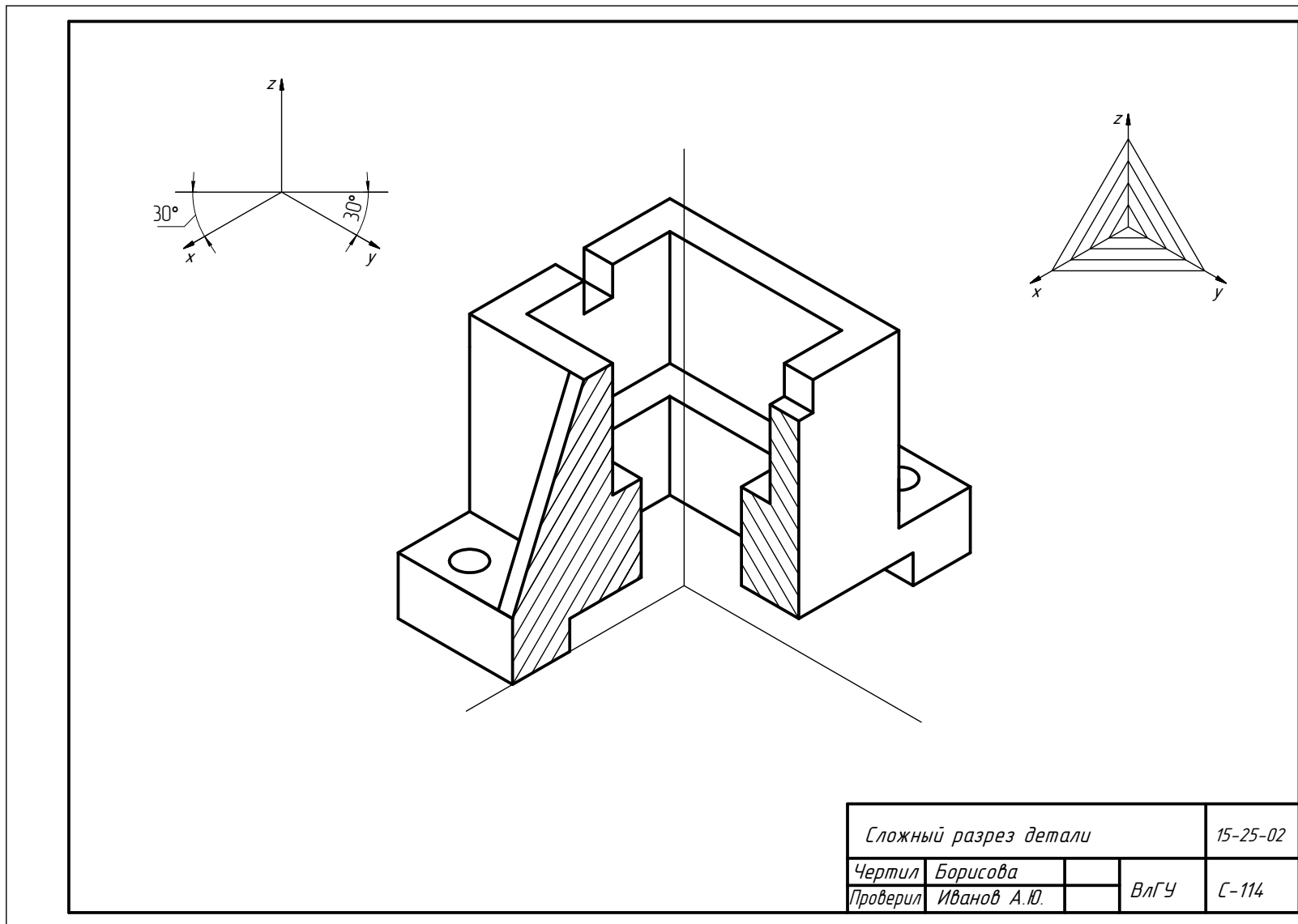


Рис. 83

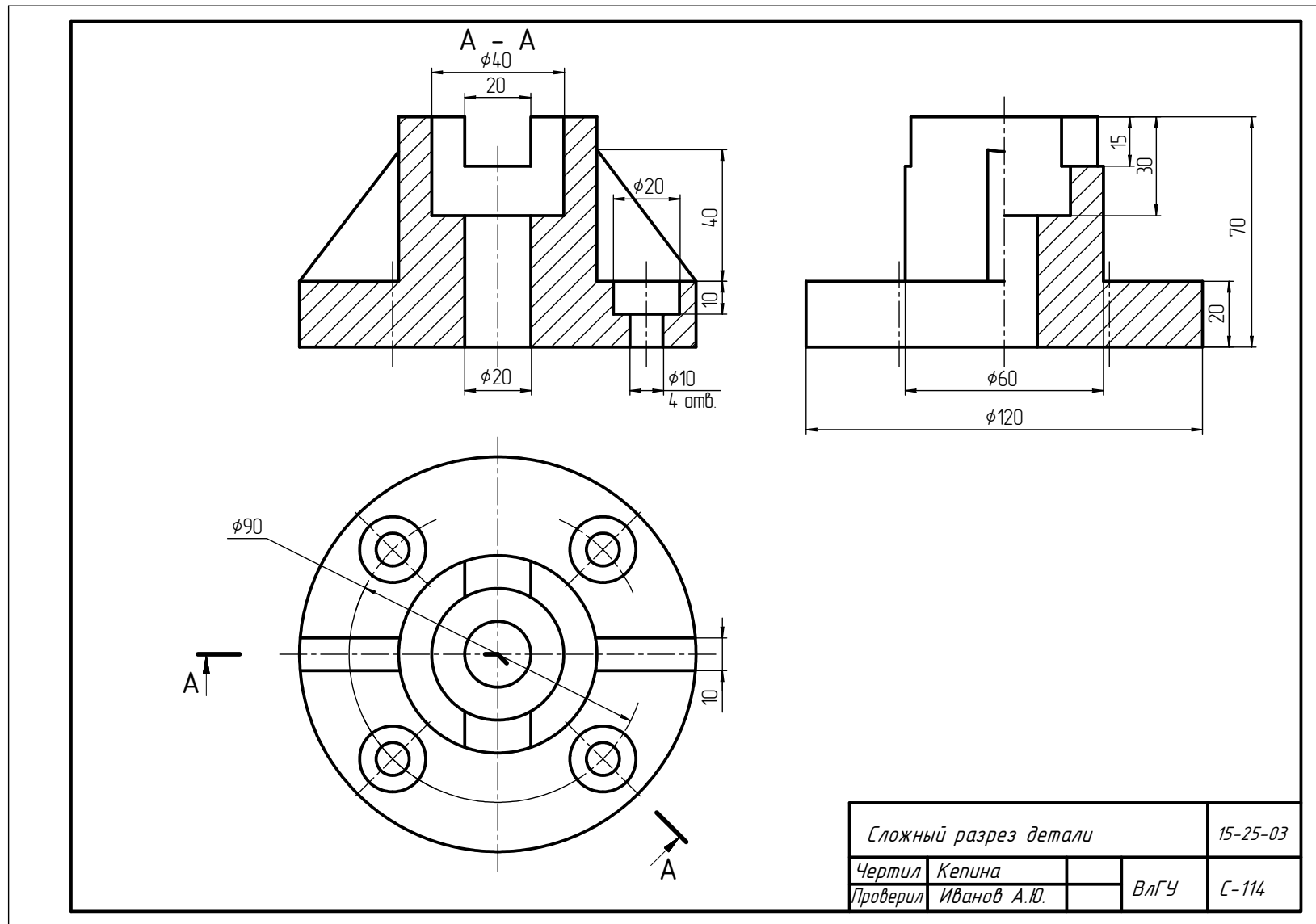


Рис. 84

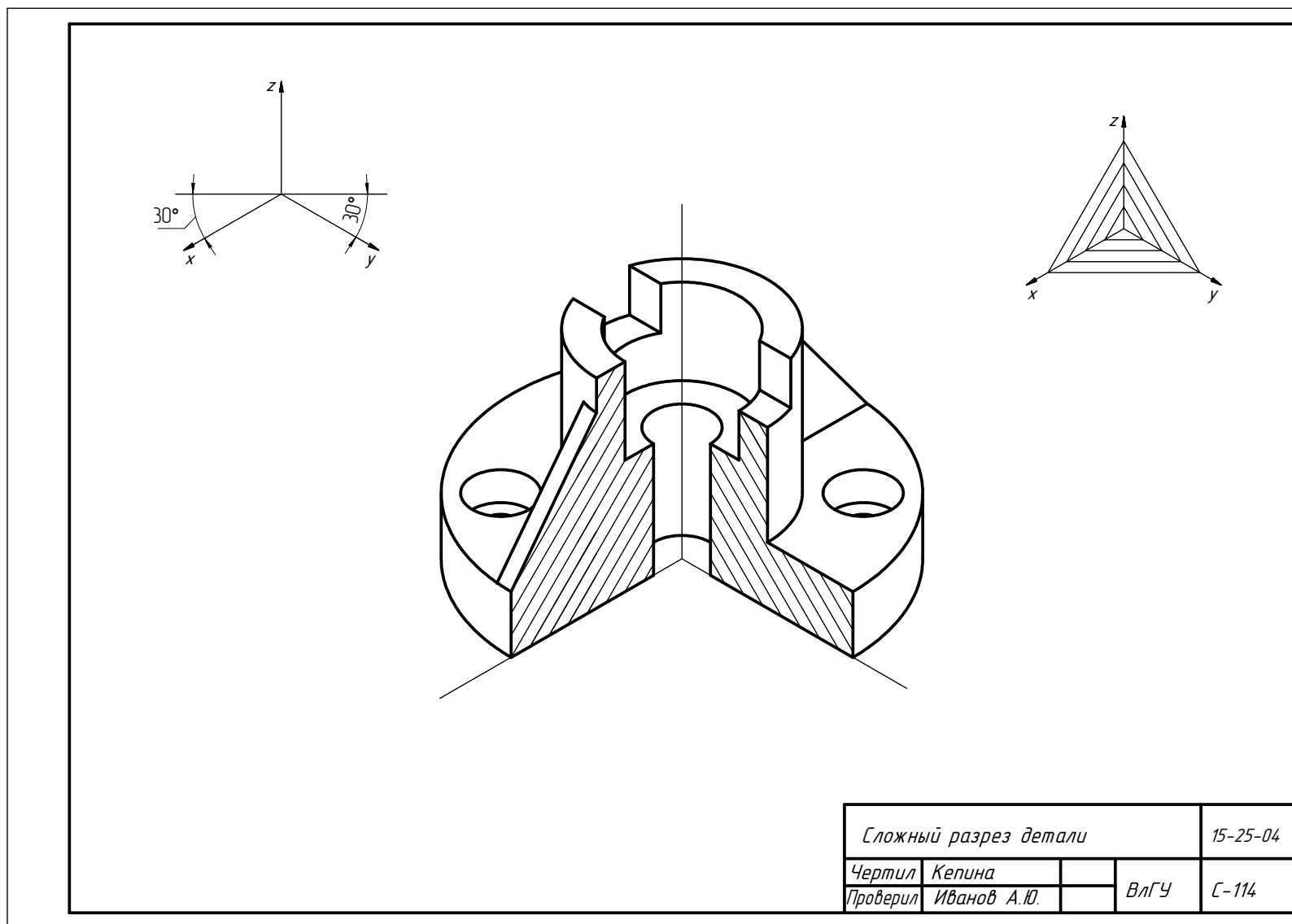


Рис. 85

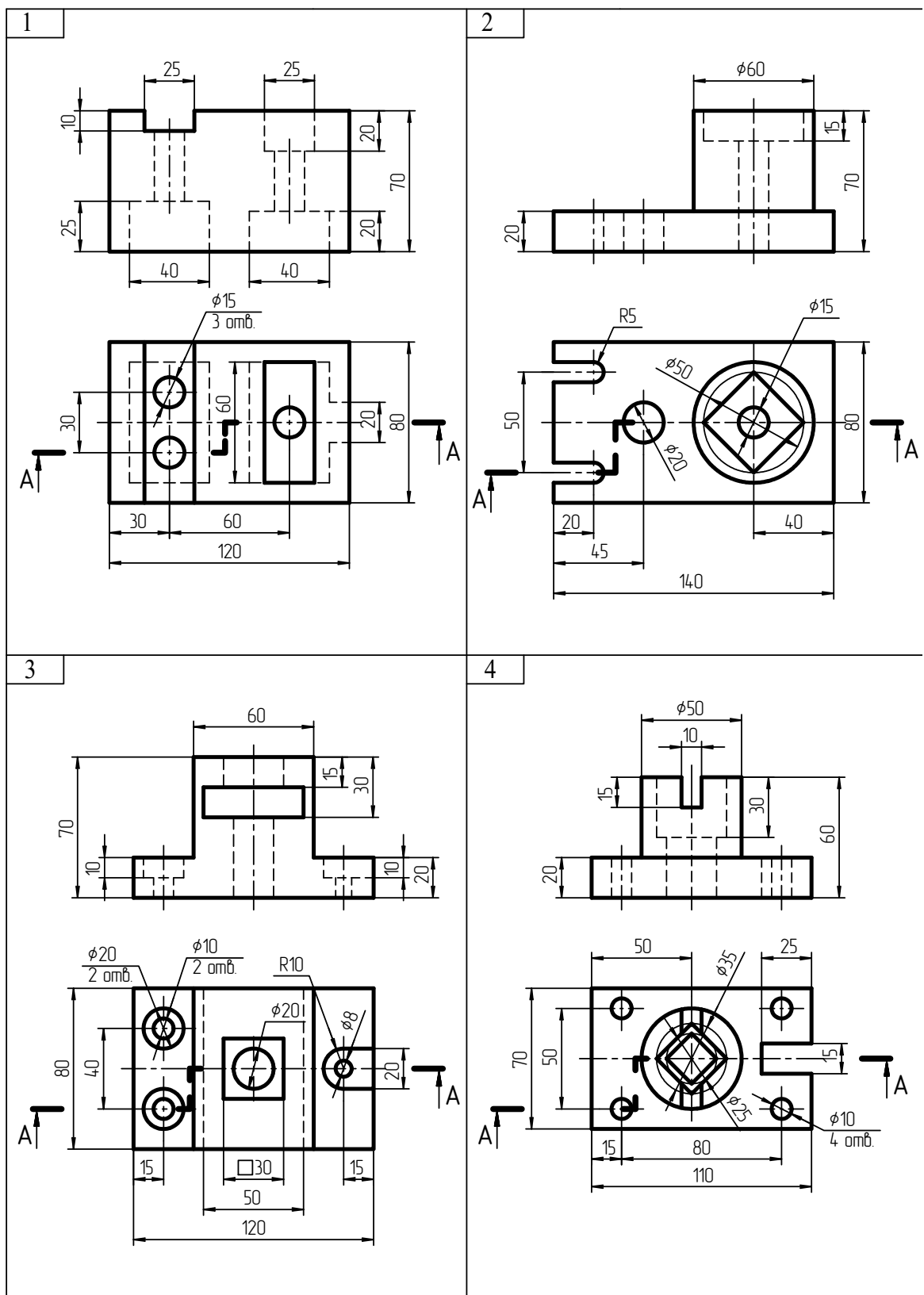


Рис. 86. Данные к заданию № 15 (тип а)

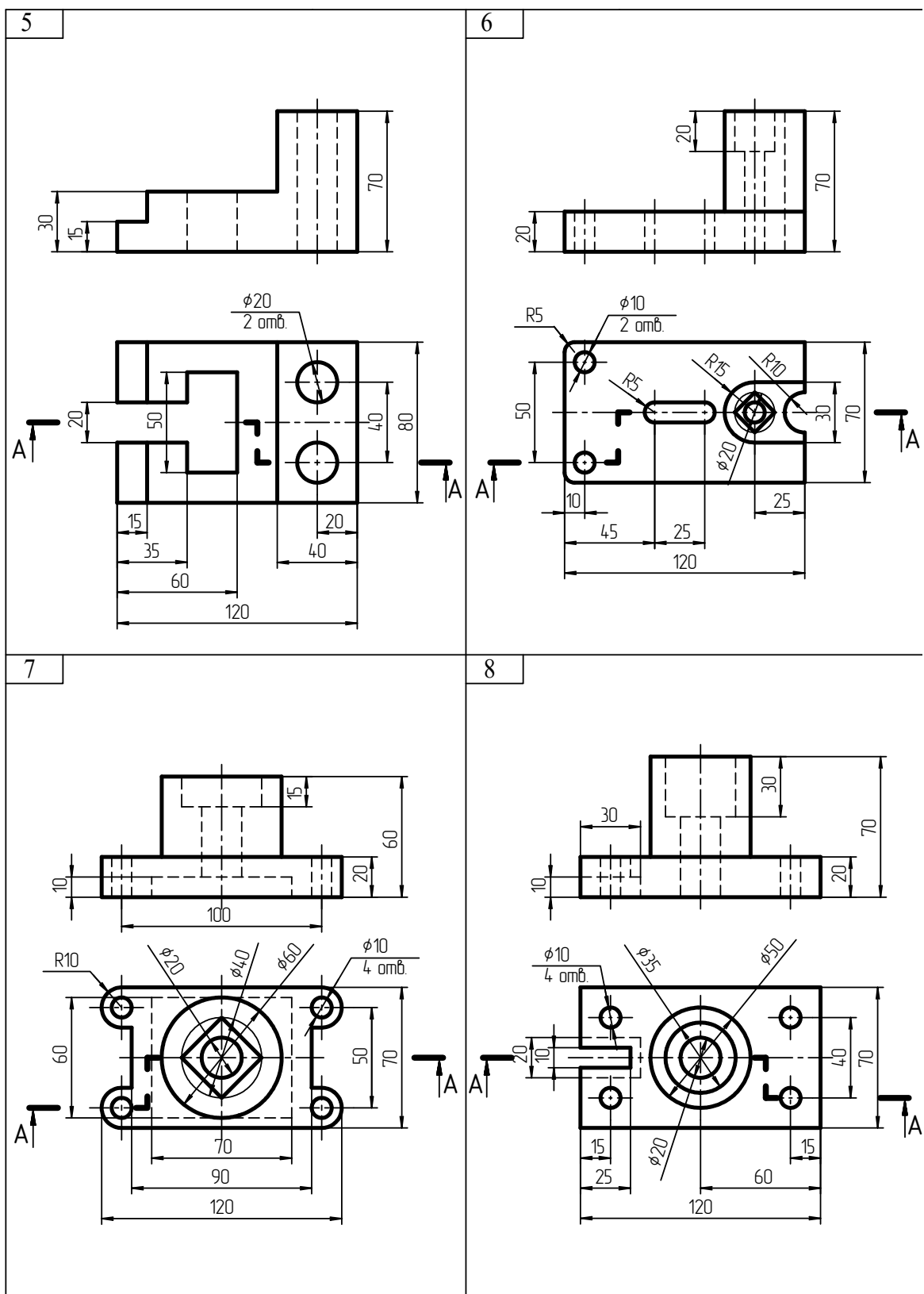


Рис. 86. Данные к заданию № 15 (тип а) (продолжение)

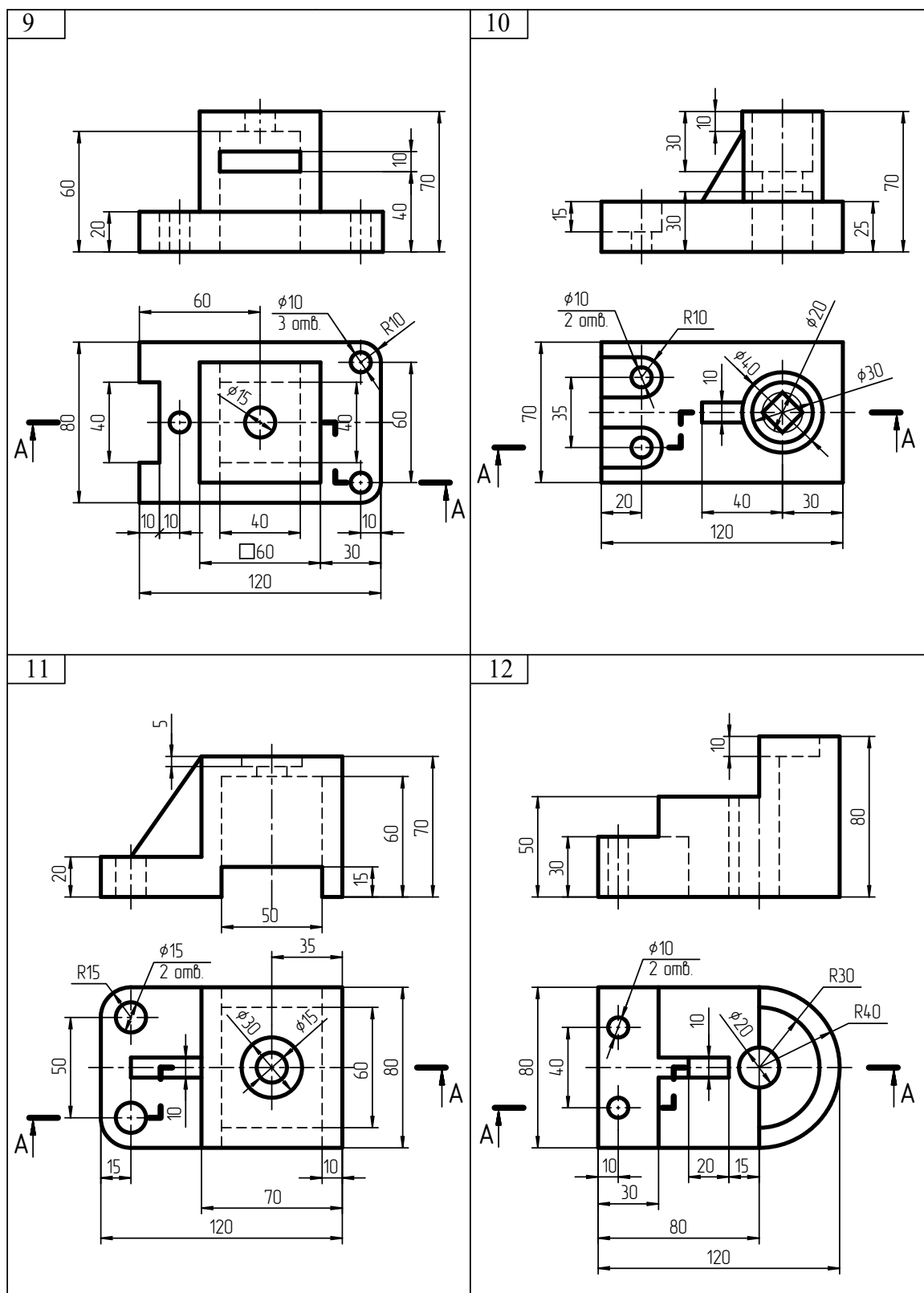


Рис. 86. Данные к заданию № 15 (тип а) (продолжение)

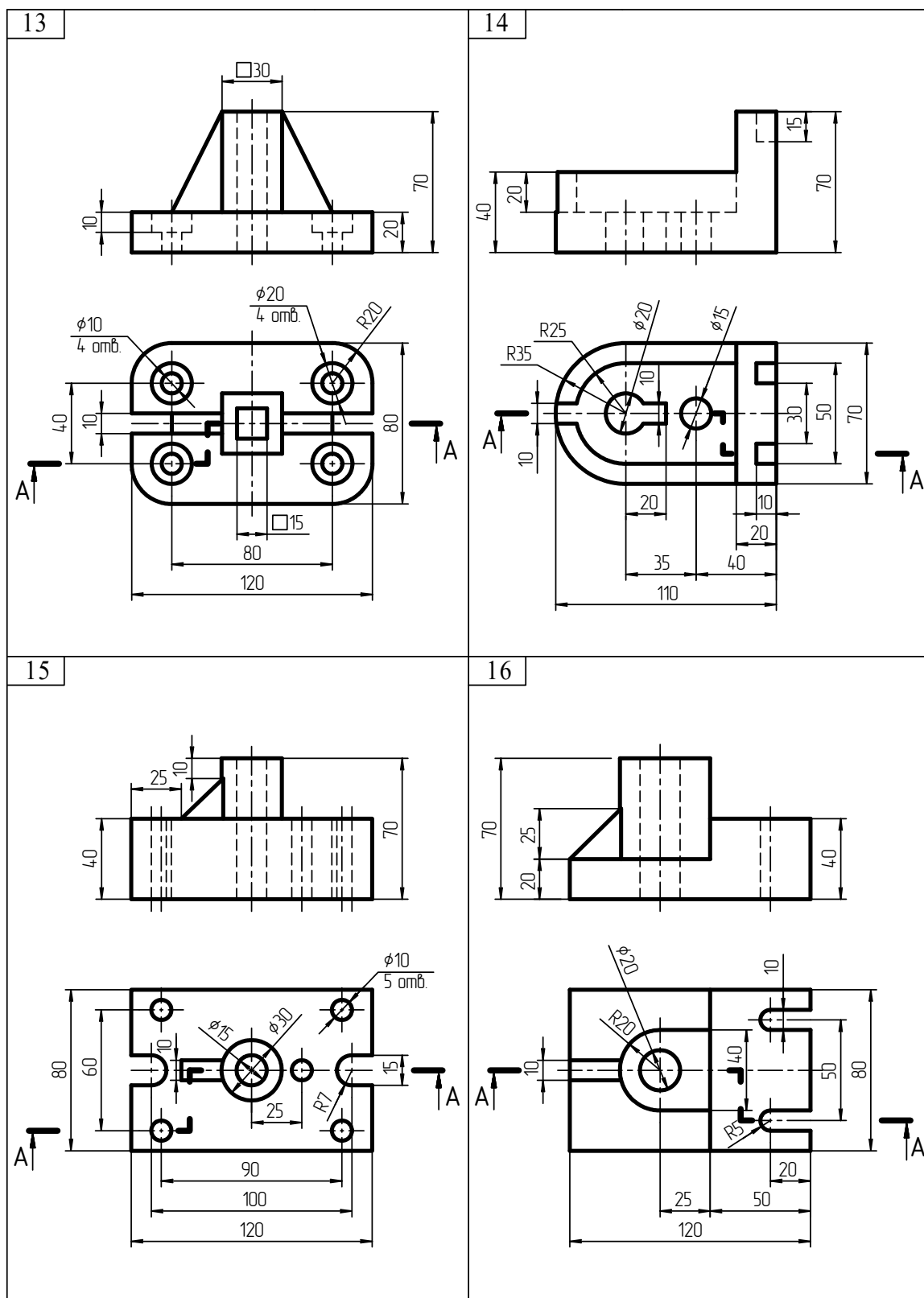


Рис. 86. Данные к заданию № 15 (тип а) (продолжение)

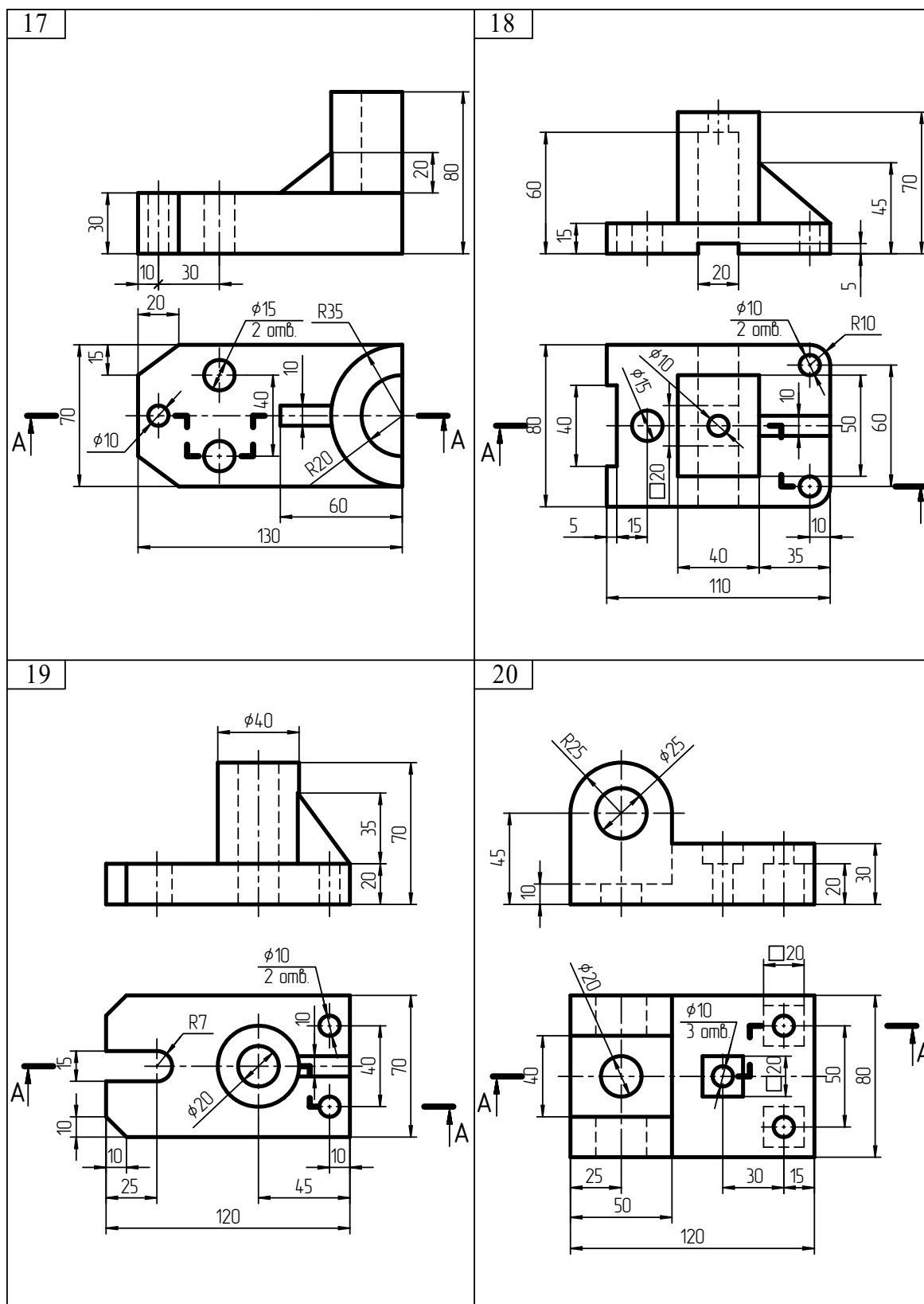


Рис. 86. Данные к заданию № 15 (тип а) (продолжение)

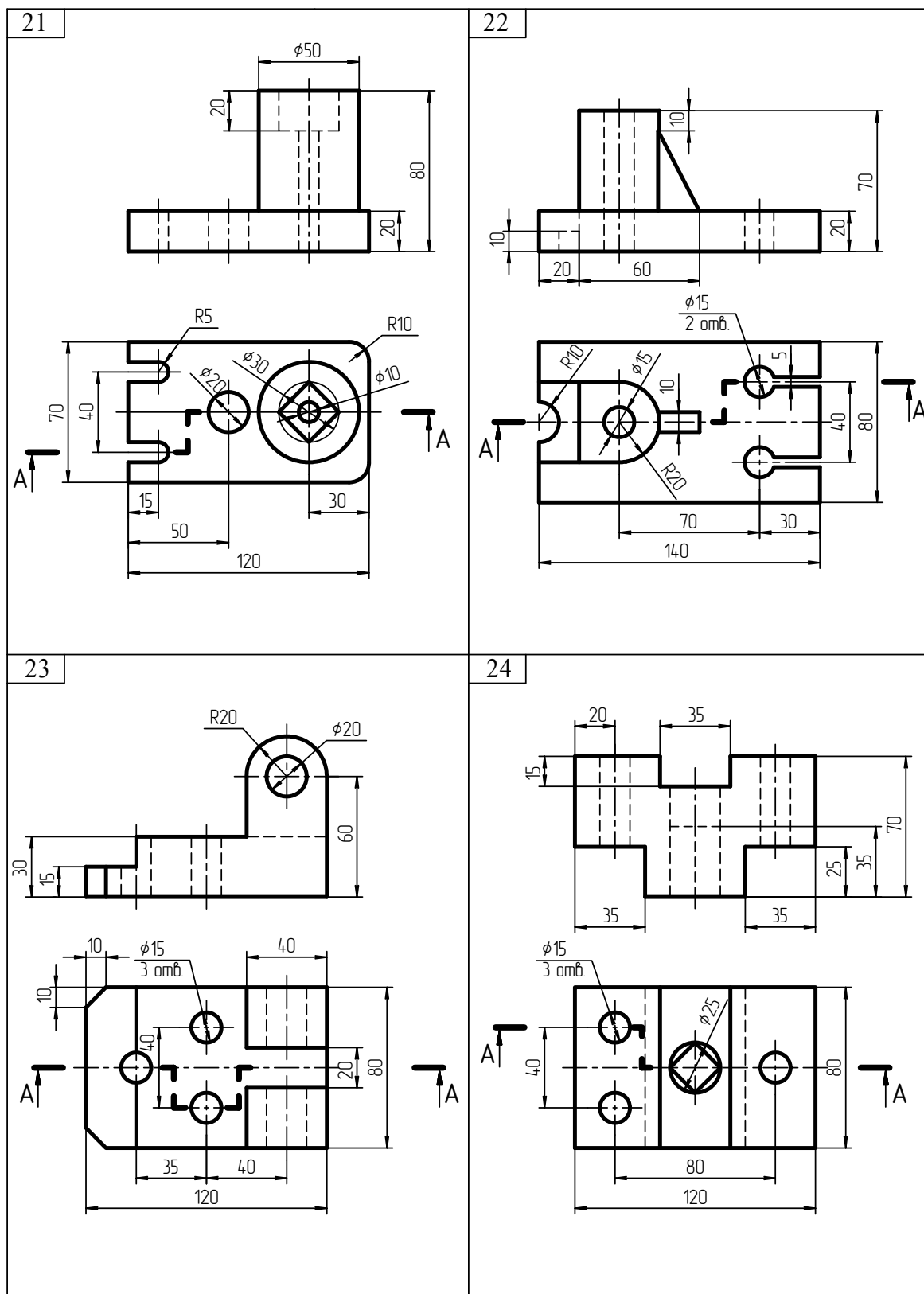


Рис. 86. Данные к заданию № 15 (тип а) (продолжение)

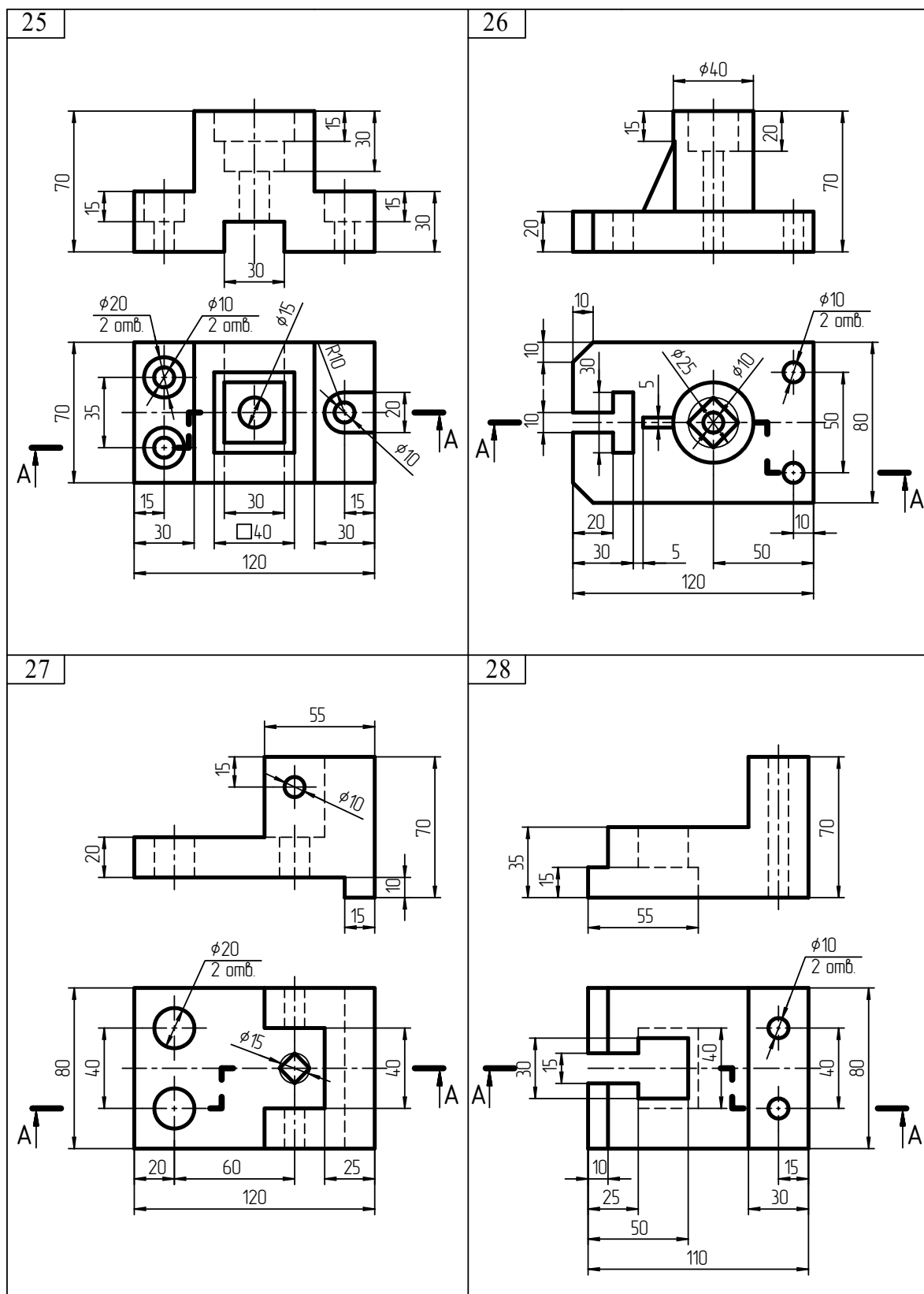


Рис. 86. Данные к заданию № 15 (тип а) (окончание)

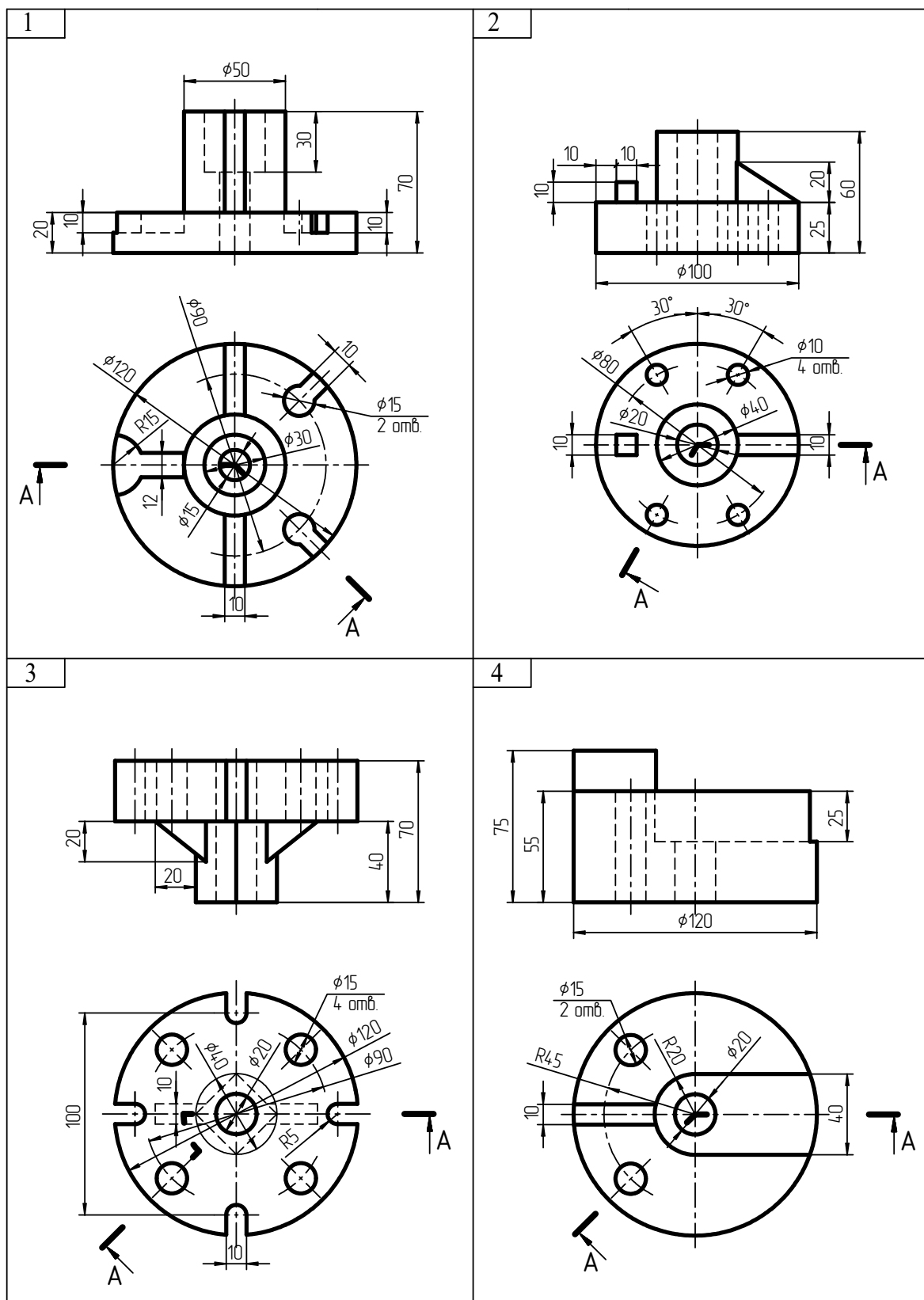


Рис. 87. Данные к заданию № 15 (тип б)

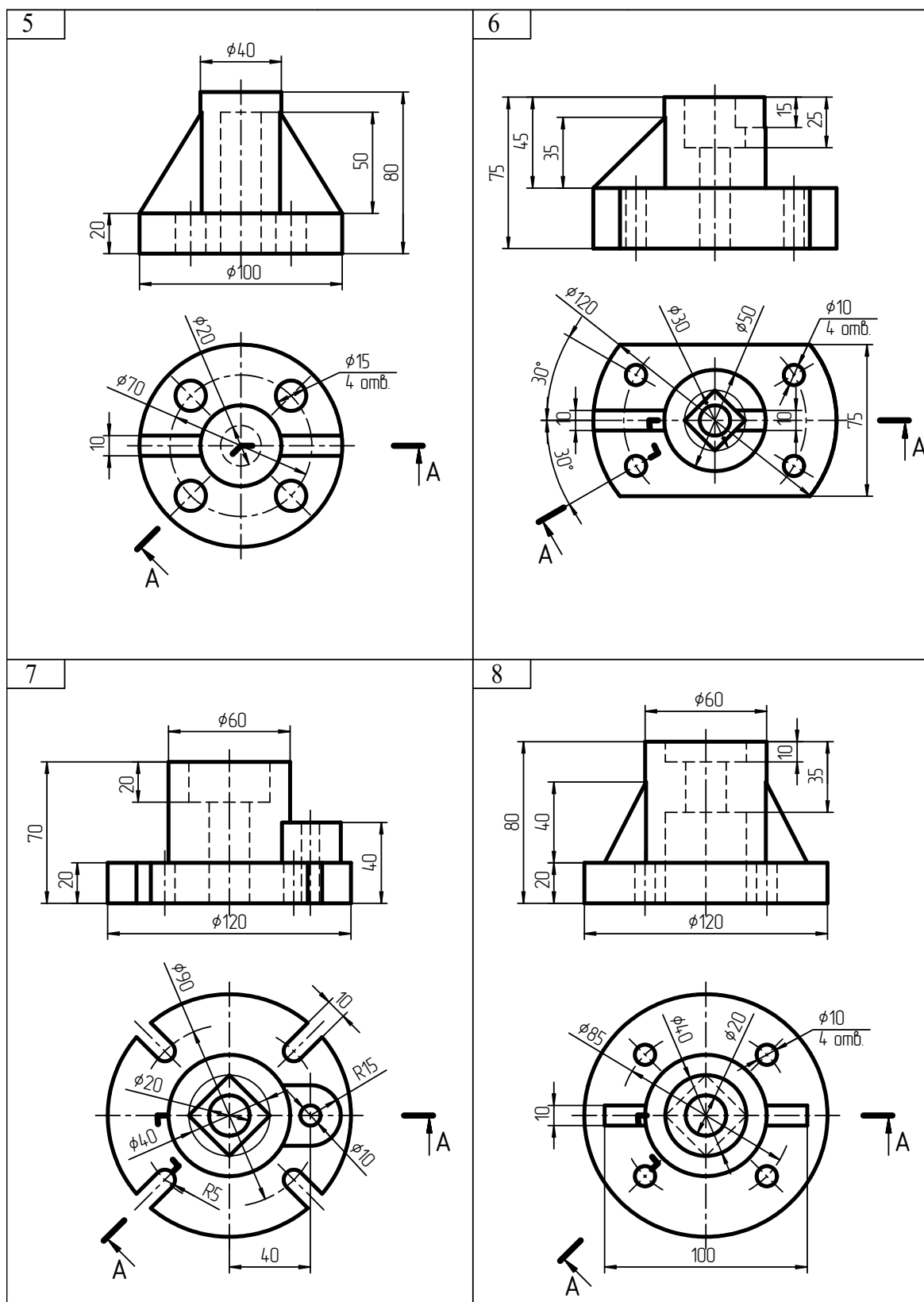


Рис. 87. Данные к заданию № 15 (тип б) (продолжение)

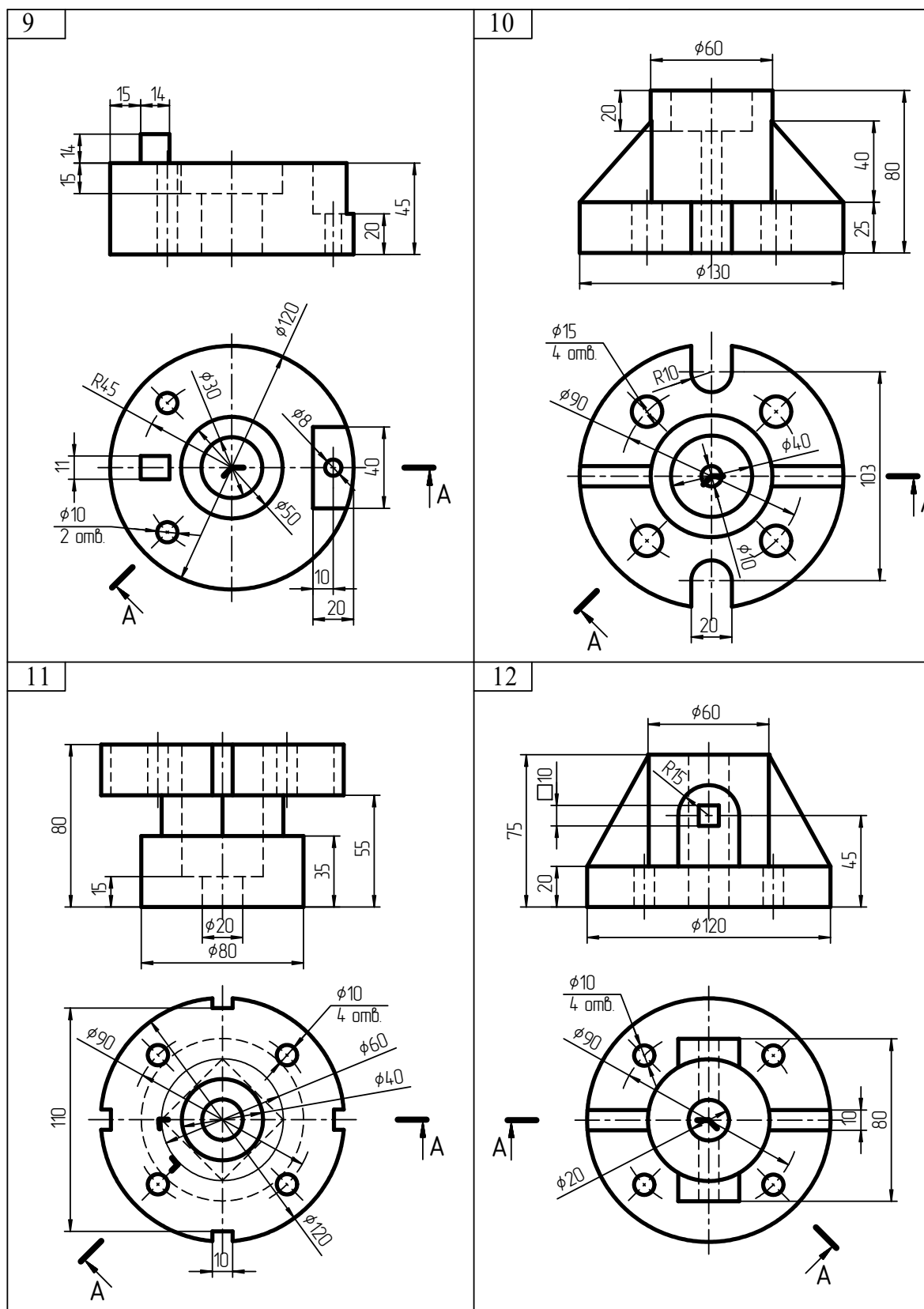


Рис. 87. Данные к заданию № 15 (тип б) (продолжение)

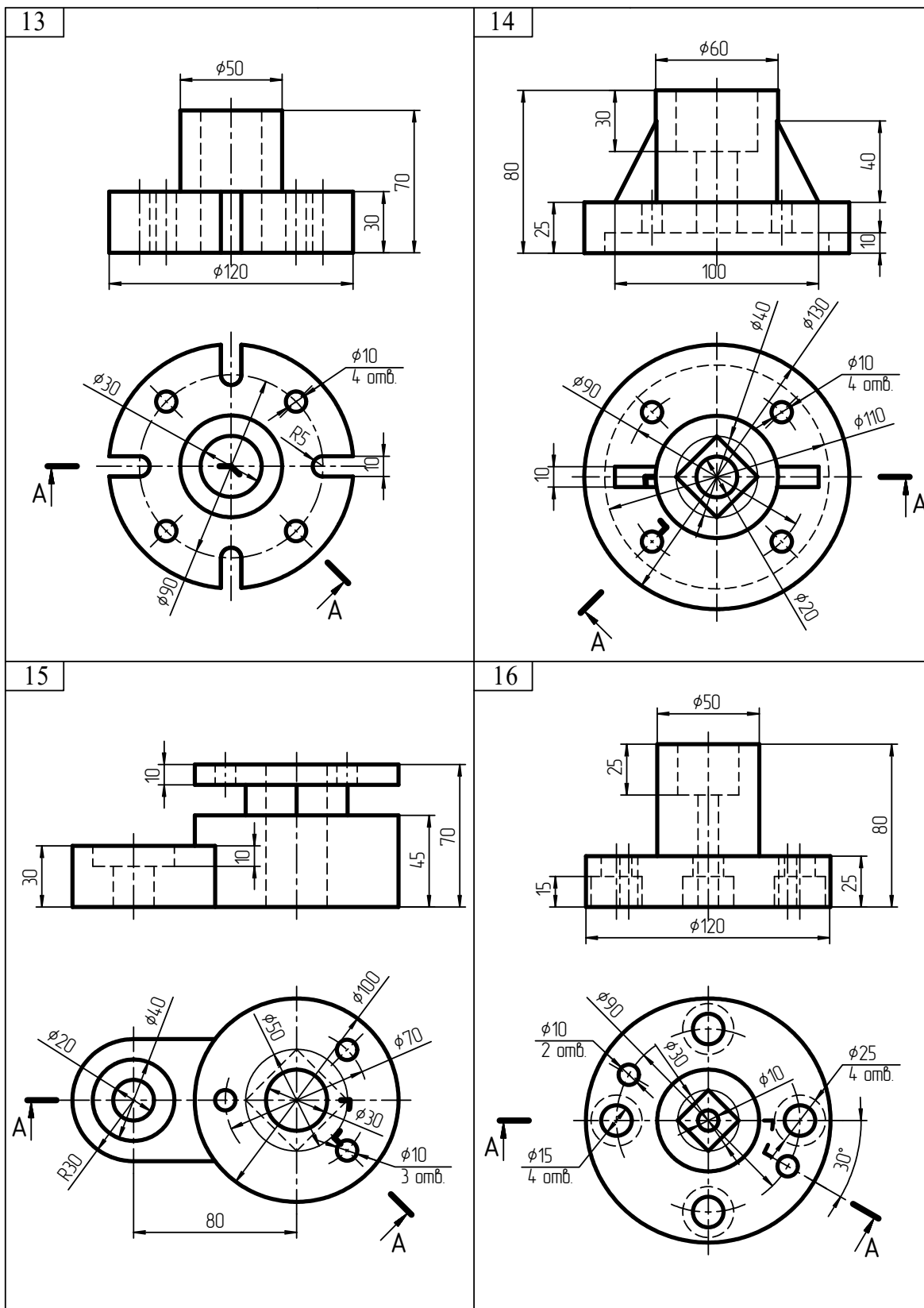


Рис. 87. Данные к заданию № 15 (тип б) (продолжение)

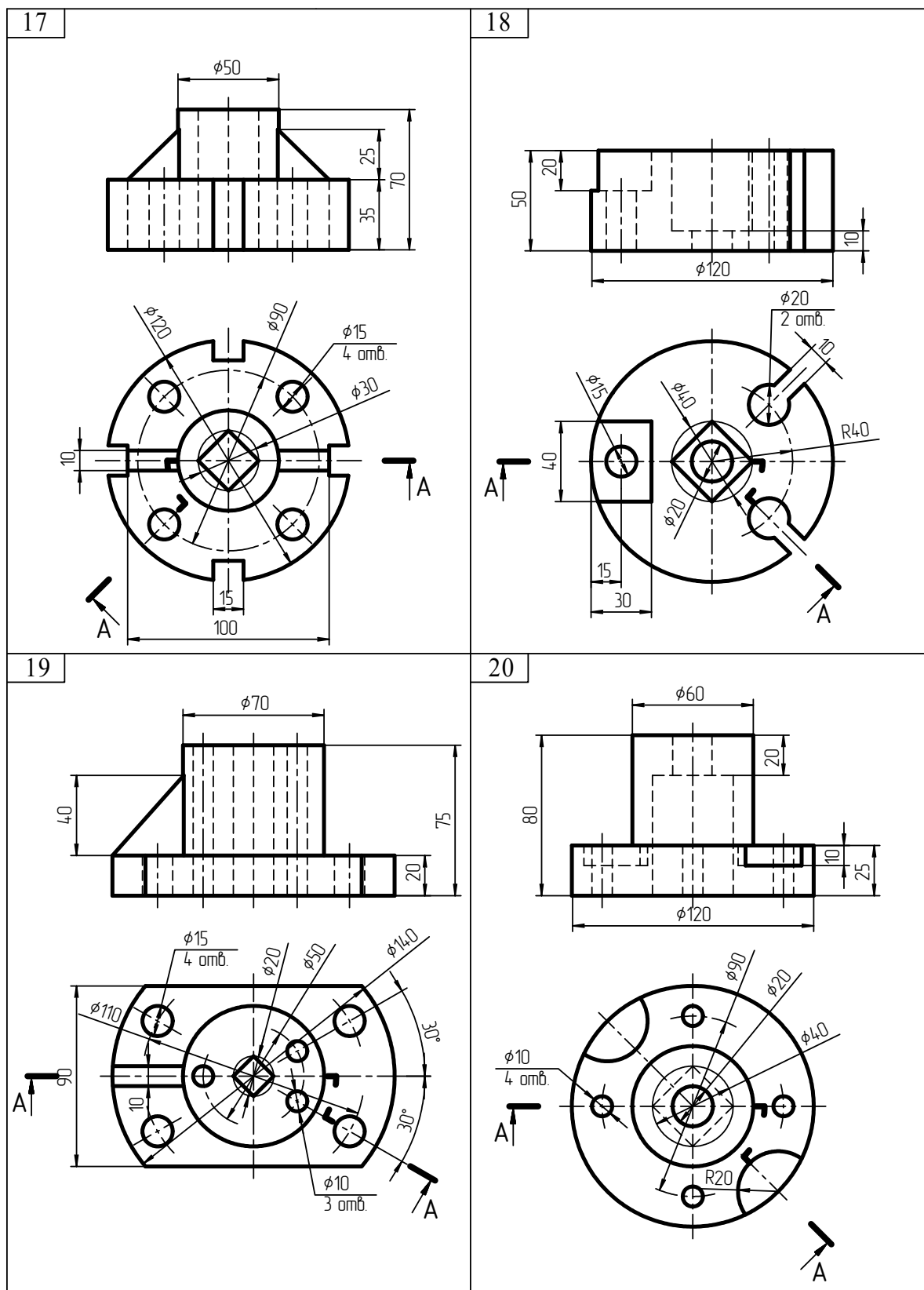


Рис. 87. Данные к заданию № 15 (тип б) (продолжение)

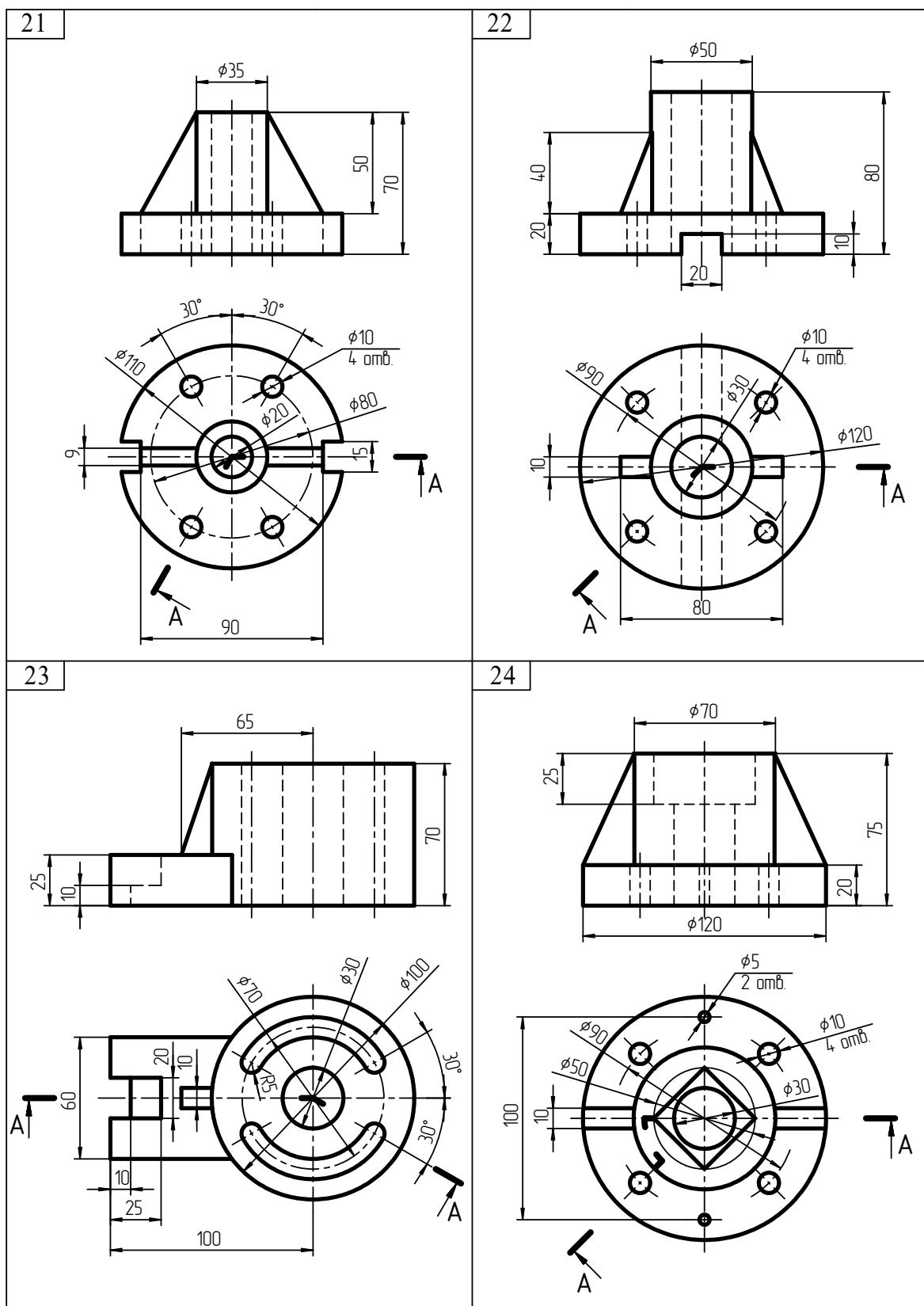


Рис. 87. Данные к заданию № 15 (тип б) (продолжение)

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каковы стандарты оформления чертежей?
2. Какие форматы чертежей устанавливает ГОСТ 2.301-68?
3. Какие стандартные масштабы устанавливает ГОСТ 2.302-68?
4. Какие линии применяют на чертежах по ГОСТ 2.303-68?
5. Какие бывают шрифты чертежные по ГОСТ 2.304-81?
6. Какие бывают виды штриховки в разрезах и сечениях по ГОСТ 2.306-68?
7. Какие виды называют основными?
8. Какой из основных видов называют главным и как его выбирают?
9. Как располагаются основные виды на чертеже?
10. Какой вид называют дополнительным?
11. Какой вид называют местным?
12. В каком случае и как обозначают виды?
13. Какое изображение называют разрезом?
14. Какова классификация разрезов?
15. Какие разрезы называют простыми?
16. Как обозначают простые разрезы?
17. Как выполняют соединение половины вида с половиной разреза?
18. В каких случаях разрезы не обозначают?
19. Какие разрезы называют сложными?
20. Каковы особенности выполнения сложных ступенчатых разрезов?
21. Каковы особенности выполнения сложных ломаных разрезов?
22. Что называют сечением и в чем его отличие от разреза?
23. Какие сечения называют вынесенными и наложенными?
24. Какими линиями обводят контуры наложенного и вынесенного сечений?
25. Как обозначают сечения?
26. В каких случаях сечения не обозначают?
27. Каковы правила нанесения штриховки при выполнении разрезов и сечений?
28. В каких случаях выполняют выносные элементы?
29. Какие бывают виды аксонометрических проекций?
30. Как построить проекции окружности в прямоугольной изометрии и диметрии?
31. Как происходит нанесение штриховки на разрезах в аксонометрии?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Инженерная графика – одна из фундаментальных дисциплин в системе начального профессионального образования будущих инженеров. Широкое распространение автоматизации чертежно-графических работ увеличивает значение инженерной графики среди других инженерных дисциплин, так как инженерная графика дает все специальные знания и понятия, необходимые для проектирования и компьютерного моделирования любых объектов.

Значительную роль в освоении навыка проектирования играют графическая грамотность и культура оформления чертежей. Практикум составлен с учетом требований ЕСКД. Для углубленного изучения курса инженерной графики необходимо использовать источники, указанные в библиографическом списке.

Вопросы построения изображений изложены в издании в простой, доступной форме.

Издание содержит краткий теоретический материал и задания по следующим вопросам инженерной графики: оформление чертежей, геометрические построения, выполнение и чтение чертежей в системе прямоугольных и аксонометрических проекций, выполнение изображений: видов, разрезов и сечений. Вся последовательность графических построений подробно описана в методических указаниях к выполнению задания.

Конечная цель изучения дисциплины «Инженерная графика» заключается в развитии у студентов пространственного воображения, приобретении устойчивого навыка выполнения и чтения различных чертежей.

Знания, приобретенные в процессе освоения курса инженерной графики, необходимы для выполнения курсовых проектов и выпускных квалификационных работ, а также в практической деятельности инженера.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чекмарёв, А. А. Инженерная графика. Машиностроительное черчение : учебник / А. А. Чекмарёв. – М. : ИНФРА-М, 2023. – 396 с. – (Высшее образование: Бакалавриат). – ISBN 978-5-16-013447-5.

2. Серга, Г. В. Инженерная графика для машиностроительных специальностей : учеб. для вузов / Г. В. Серга, И. И. Табачук, Н. Н. Кузнецова ; под ред. Г. В. Серги. – 2-е изд., стер. – СПб. : Лань, 2024. – 276 с. – ISBN 978-5-507-49446-0.

3. Королёв, Ю. И. Инженерная графика : для магистров и бакалавров : учеб. для вузов инженерно-техн. специальностей / Ю. И. Королёв, С. Ю. Устюжанина . – СПб. : Питер, 2013 . – 462 с. – ISBN 978-5-496-00034-5.

4. Иванов, А. Ю. Начертательная геометрия : практикум / А. Ю. Иванов, Г. Н. Бутузова ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2012. – 144 с. – ISBN 978-5-9984-0202-9.

5. Абарихин, Н. П. Основы выполнения и чтения технических чертежей : практикум / Н. П. Абарихин, Е. В. Буравлёва, В. В. Гавшин ; Владим. гос. ун-т им. А. Г. и Н. Г. Столетовых. – Владимир : Изд-во ВлГУ, 2013. – 140 с. – ISBN 978-5-9984-0394-1.

6. Верхотурова, Е. В. Причинно-следственная диаграмма проблем геометрической и графической подготовки студентов технического вуза / Е. В. Верхотурова, Г. А. Иващенко // Геометрия и графика. – 2022. – Т. 10, № 2. – С. 60 – 69.

Учебное электронное издание

ПРАКТИКУМ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Автор-составитель

ИВАНОВ Алексей Юрьевич

Редактор Е. А. Платонова

Технический редактор Ш. Ш. Амирсейидов

Компьютерная верстка Д. В. Лавровой

Корректор Н. В. Пустовойтова

Выпускающий редактор А. А. Амирсейидова

Системные требования: Intel от 1,3 ГГц; Windows XP/7/8/10;
Adobe Reader; дисковод CD-ROM.

Тираж 9 экз.

Издательство Владимирского государственного университета
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых.
600000, Владимир, ул. Горького, 87.