



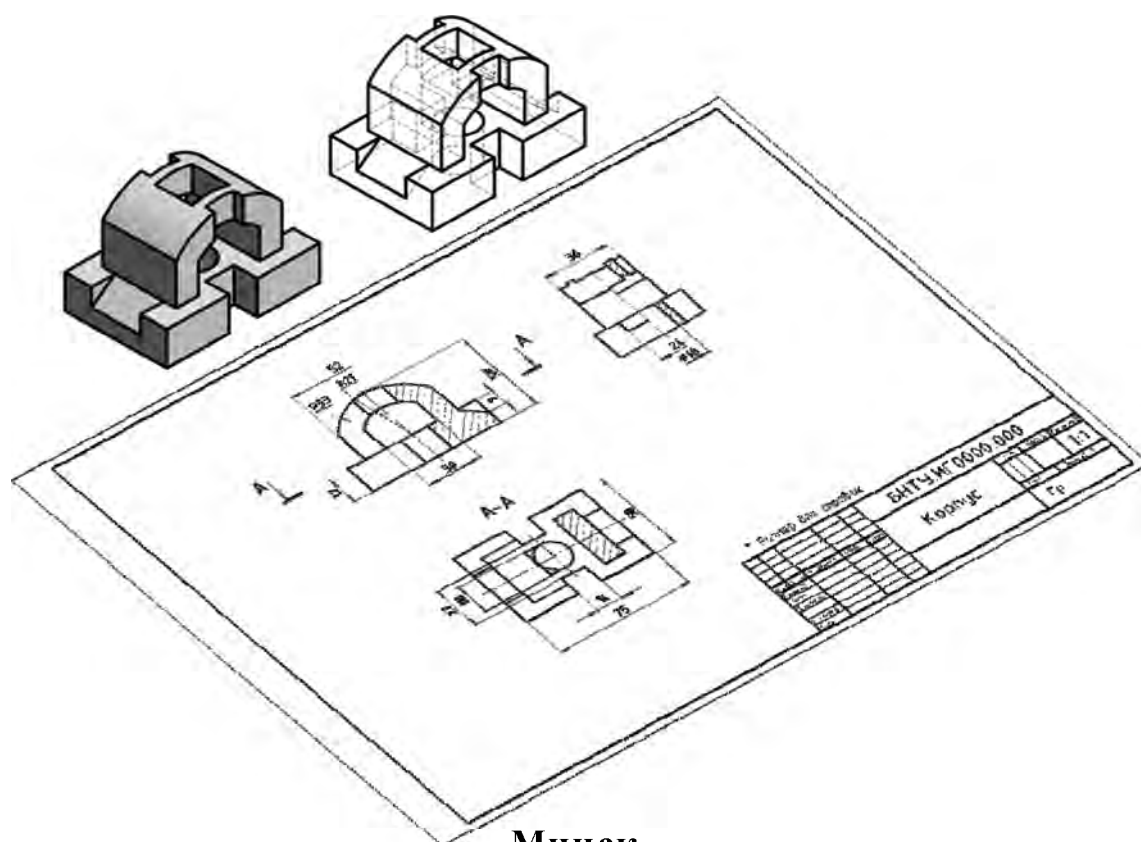
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Белорусский национальный
технический университет

Кафедра «Инженерная графика машиностроительного профиля»

П. В. Зелёный
И. А. Коноплицкая

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА. ПРАКТИКУМ ПО ЧЕРЧЕНИЮ



Минск
БНТУ
2017

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Инженерная графика машиностроительного профиля»

П. В. Зелёный
И. А. Коноплицкая

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА. ПРАКТИКУМ ПО ЧЕРЧЕНИЮ

Под редакцией П. В. Зелёного

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов
учреждений высшего образования по техническим специальностям*

Минск
БНТУ
2017

УДК 744.4:621(076.5)(075.8)
ББК 30.11я73
3-48

Рецензенты:

кафедра «Инженерная графика»
Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники
(зав. кафедрой – кандидат технических наук, доцент *В. А. Столер*);
доцент кафедры «Инженерная графика»
Белорусского государственного технологического университета,
кандидат технических наук *Н. И. Жарков*

Зелёный, П.В.

3-48 Инженерная графика. Практикум по черчению : учебное пособие / П. В. Зелёный, И. А. Коноплицкая; под ред. П. В. Зелёного. – Минск: БНТУ, 2017. – 163 с.
ISBN 978-985-550-602-8.

Учебное пособие представляет собой сборник графических заданий по основным темам курса инженерной графики – проекционному черчению. Каждая тема содержит вопросы и задания в объёме изучения на начальном этапе, а также графические работы (не менее 30 вариантов по каждой теме). Задания по черчению позволяют изучить основные сведения из общих правил выполнения и оформления чертежей, предусмотренных стандартами Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), в частности, форматы, масштабы, линии, шрифты чертежные, изображения, нанесение размеров и др., а также развить навыки выполнения геометрических построений.

В приложениях приводятся образец выполнения зачетного задания, краткое описание общих правил оформления чертежей в соответствии со стандартами ЕСКД, перечень изучаемых технических нормативных правовых актов.

Для студентов технических специальностей высших учебных заведений.

УДК 744.4:621(076.5)(075.8)
ББК 30.11я73

ISBN 978-985-550-602-8

© Зелёный П.В.,
Коноплицкая И.А., 2017
© Белорусский национальный
технический университет, 2017

ПРЕДИСЛОВИЕ

«Инженерная графика» – учебная дисциплина, входящая в цикл общенаучных и общепрофессиональных дисциплин подготовки специалистов с высшим образованием по техническим специальностям и являющаяся объединительным курсом, согласно образовательным стандартам, предусматривающим углублённое изучение следующих разделов: «Начертательная геометрия», «Проекционное черчение», «Машиностроительное черчение», «Инженерная компьютерная графика и моделирование». Она несет основную нагрузку в графической подготовке инженера, являясь важным компонентом его общепрофессиональной подготовки.

Начертательная геометрия как основополагающий раздел учебной дисциплины «Инженерная графика» изучается вначале. Предметом начертательной геометрии является научная разработка и обоснование, теоретическое и практическое изучение способов построения изображений пространственных форм на плоскости и графических способов решения позиционных и метрических задач.

Способы построения изображений предметов методом проецирования (образование чертежа по методу Г. Монжа), изучаемые в начертательной геометрии, позволяют по чертежу создавать пространственные образы предметов, определять их взаимное расположение и размеры, исследовать и моделировать различные технические формы и конструкции. Начертательная геометрия развивает пространственное мышление геометрическими образами, необходимое для профессиональной деятельности инженера при решении различных технических задач, выполнении и чтении чертежей. Особое значение начертательная геометрия приобретает при переходе на компьютерное моделирование и автоматизированное выполнение чертежей, поскольку программное обеспечение основано на теоретических положениях, понятиях и способах решения различных задач, изучаемых исключительно в начертательной геометрии.

Последующие разделы «Проекционное черчение», «Машиностроительное черчение», «Инженерная компьютерная графика и моделирование» изучаются последовательно, как правило, позже, но могут изучаться и параллельно с начертательной геометрией.

Проекционное черчение, которому посвящено данное учебное пособие, является логическим продолжением курса начертательной геометрии, так как в нем даются конкретные практические навыки построения проекционных изображений в масштабе. Преимущественно оно ориентировано на изучение основных требований действующих государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) по выполнению и оформлению чертежей, выполнению разрезов и сечений, нанесению размеров. В нем отрабатывается техника черчения.

В ходе изучения проекционного черчения необходимо:

- изучить основные сведения из общих правил выполнения и оформления чертежей, предусмотренных стандартами ЕСКД (форматы, масштабы,

линии, шрифты чертежные, изображения – виды, разрезы, сечения, нанесение размеров и др.);

- развить навыки геометрического черчения – выполнение сопряжений различных геометрических элементов, наиболее часто встречающихся в очертаниях изображений деталей на чертежах, выполнение и обозначение уклонов, конусности и др. в соответствии со стандартами ЕСКД;

- научиться представлять изображаемые пространственные объекты (тела) в виде строгих геометрических форм – призм, цилиндров, пирамид, конусов, сфер и т. д. или их комбинаций;

- научиться представлять и строить на чертеже плоские проекционные изображения объемных геометрических форм по методу Г. Монжа (прямая задача – проецирование);

- научиться представлять плоские проекционные изображения геометрических форм объемными (обратная задача – чтение чертежа);

- развить навыки построения недостающих проекций геометрических тел (объектов) и линий пересечения их поверхностей на основе методов начертательной геометрии;

- обучить технике выполнения чертежей геометрических тел с учетом требований стандартов ЕСКД – видов, разрезов, сечений и регламентированных ими условностей и упрощений.

Проекционное черчение предваряет курс «Машиностроительное черчение».

Машиностроительное черчение как раздел инженерной графики ставит своей целью изучение в соответствии со стандартами ЕСКД основных правил выполнения и чтения конструкторской машиностроительной документации, а также навыков изложения технических идей с помощью чертежей, понимания назначения и принципа действия изображаемых технических изделий.

Глубина изучения отдельных тем начертательной геометрии, проекционного и машиностроительного черчения устанавливается учебными программами в зависимости от направления пропорционально количеству часов, выделяемых на изучение дисциплины, ее позиции в учебном плане.

Традиционное изучение рассмотренных разделов инженерной графики и раздела компьютерной графики и моделирования должно быть согласовано с изучением предшествующего им, или изучаемого параллельно раздела начертательной геометрии.

Инженерная графика – это первая ступень обучения студентов основным правилам выполнения, оформления и чтения конструкторской документации и решения на чертежах геометрических и инженерно-технических задач, получения для этого необходимых знаний, умений и навыков, что является конечной целью ее изучения как объединительной дисциплины в соответствии с образовательными стандартами. Полное овладение чертежом как средством выражения технической мысли и производственными документами различного назначения достигается в результате усвоения

всего комплекса технических дисциплин соответствующего профиля, подкреплённого практикой курсового и дипломного проектирования по специальности.

Пособие представляет собой сборник вопросов и заданий к графическим работам, предназначенных для практического закрепления знаний, умений и навыков по основным темам курса проекционного черчения. Порядок следования тем является общепринятым для большинства базовых учебников по проекционному черчению.

При оформлении графических работ необходимо соблюдать требования действующих государственных стандартов ЕСКД (прил. 1). Графические работы выполняются на стандартных листах чертежной бумаги формата А3 (или А4) по вариантам согласно образцам.

Образец оформления зачетной работы, выполняемой при оценке знаний, умений и навыков студентов, приведен в прил. 2 (рис. П2.1). Она выполняется на стандартном листе белой чертежной бумаги формата А3 с вычерченной рамкой чертежа и таблицей под основную подпись (рис. 1 и 2). Ответы на все вопросы билета необходимо поместить на один лист (при нехватке места часть ответов можно перенести на обратную сторону листа).

Для получения допуска к зачету выполненные и защищенные графические работы по изучаемому разделу инженерной графики, объем которых определяется выделяемыми учебными часами, а также учебными программами, скрепляются в альбом с титульным листом (см. рис. 3) и предъявляются на подпись преподавателю.

В пособии приведены методические указания и описание чертежных материалов, принадлежностей и инструментов, необходимых при оформлении графических работ.

В прил. 3 дополнительно приведены образцы выполнения чертежей комбинированных геометрических тел с поэтапным построением.

В прил. 4 приведен перечень действующих технических нормативных правовых актов (ТНПА), изучаемых в процессе выполнения графических работ.

За оказанную помощь при оформлении средствами компьютерной графики графической части условий графических работ и образцов их выполнения авторы выражают благодарность инженерам О.П. Курилёнок и А.В. Курилёнок, старшему преподавателю кафедры «Тракторы» Белорусского национального технического университета (БНТУ) В.Н. Лукьянчик, а также студентам автотракторного факультета БНТУ Гарашко Е., Давидовскому А.Ю., Ждановичу В.В., Жуковскому В.Ю., Кислomu С.Г., Мальцеву А.Н., Монтику И.С., Пицыку О.В., Протасене И.А., Турубарову М.А. и Чугунову Д.

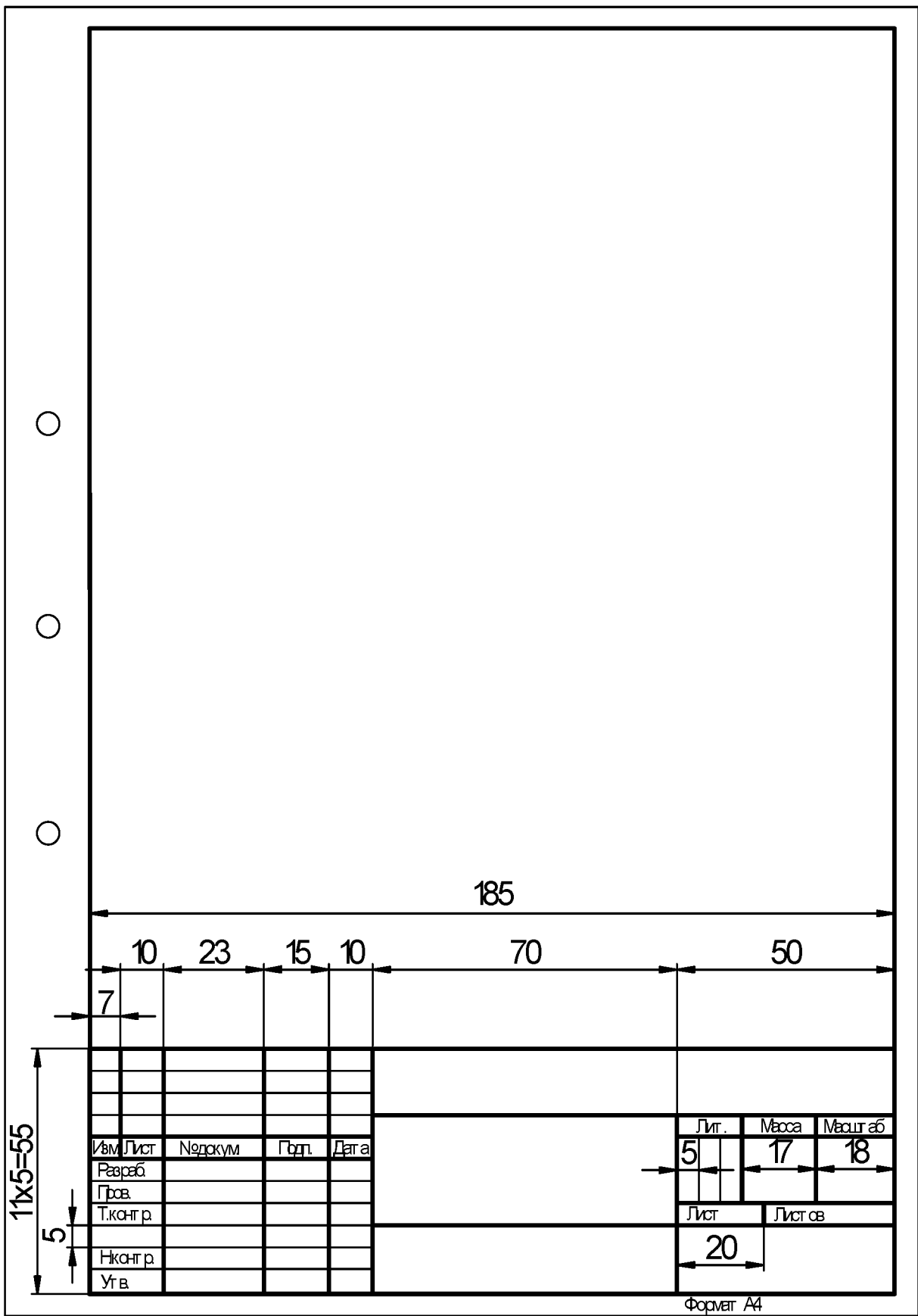


Рис. 1. Оформление формата А4 и размеры основной надписи формы 1

Обозначение документа
 в соответствии с ГОСТ 2.201-80

Наименование изделия
 в соответствии с ГОСТ 2.109-73

Обозначение материала детали
 (заполняют на чертежах деталей)

Наименование или индекс предприятия
 (указывают номер группы)

						Ивр.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	Подпись	Дата					
Разр.						Лист	Листов	
Пров.								
Т. контр.								
Н. контр.								
Угв.								

Формат А3

Рис. 2. Оформление формата А3 при его горизонтальном расположении и назначение граф основной надписи формы 1

Белорусский национальный технический университет

(факультет)

Кафедра

"Инженерная графика машиностроительного профиля"

***Графические работы
по инженерной графике***

Выполнил студент _____
(фамилия, имя, отчество студента)

Группа: _____
(№ группы, шифр)

Проверил: _____
(фамилия, имя, отчество преподавателя)

Минск 2017

Шрифт №5

Шрифт №10

Шрифт №5

Рис. 3. Титульный лист комплекта графических работ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ*

Перед тем как выполнить первые чертежи, необходимо изучить требования стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД, см. прил. 1), научиться выполнять надписи стандартным чертежным шрифтом согласно образцу (см. рис. 1.1) и выполнять графические построения (см. рис. 2.1).

Каждую графическую работу необходимо выполнять на стандартных листах формата А3 или А4 (ГОСТ 2.301–68 «Форматы») с размерами сторон 420 × 297 или 297 × 210 мм. Оформление форматов А4 и А3 показано на рис. 1 и 2 соответственно. Если размеры листа бумаги не соответствуют необходимому для выполнения чертежа формату по ГОСТ 2.301–68 (превышают его), вычертить сплошной тонкой линией внешнюю рамку чертежа (рамку формата). По ней формат должен быть вырезан из листа желательно после завершения работы над чертежом. Внутренняя рамка чертежа выполняется сплошными толстыми основными линиями.

На чертежах по проекционному черчению следует выполнять стандартную по ЕСКД основную надпись формы 1 в соответствии с ГОСТ 2.104–2006 «Основные надписи» (см. рис. 1 и 2).

Чертежи формата А4 располагают только вертикально, поэтому основную надпись на них выполняют вдоль короткой стороны (см. рис. 1).

Чертежи, начиная с формата А3, можно располагать и горизонтально, как показано на рис. 2, и вертикально. При этом основная надпись на них всегда выполняется в правом нижнем углу чертежа.

Внешняя рамка основной надписи выполняется сплошными толстыми линиями и примыкает к линиям внутренней рамки формата – рамки чертежа. Внутри таблицы, согласно ГОСТ 2.104–2006 «Основные надписи», применяют сплошные толстые и тонкие линии (см. рис. 1 и 2).

На учебных чертежах допускается использовать стандартные форматы с уже готовой типографской рамкой чертежа и таблицей под основную надпись.

Для выполнения текста основной надписи рекомендуется использовать стандартный чертежный шрифт № 7 и 5 типа Б (ГОСТ 2.304–81 «Шрифты чертежные»).

На выполненные графические работы оформляют титульный лист и сшивают в альбом папкой формата А4 с прозрачной передней обложкой или белым шнурком. В последнем случае на полях для подшивки чертежей выполняют по три отверстия для шнурка (см. рис. 1 и 2).

Титульный лист выполняют на формате А4 с размерами сторон 297 × 210 мм и оформляют по образцу (см. рис. 3). Титульный лист допускается выполнять средствами компьютерной графики на листе формата А4 писчей бумаги, при этом обязательно использовать стандартный чертеж-

* Приведенные методические указания заимствованы из учебного пособия по инженерной графике, разработанного Зелёным П.В. совместно с Беляковой Е.И. [5].

ный шрифт по ГОСТ 2.304–81 «Шрифты чертежные». Для надписей на титульном листе используются прямой или наклонный чертежный шрифты № 5, 7 и 10 типа Б (широкий).

Чертежные материалы, принадлежности и инструменты для выполнения графической части индивидуальных заданий существенно влияют на качество и трудоемкость выполнения чертежей.

Для качественного оформления чертежей необходимо приобрести:

1. Чертежную белую бумагу – ватман формата А3 – хорошего качества, без типографской рамки чертежа и основной надписи.

2. Чертежные линейки и угольники – желательно деревянные или из качественной прозрачной пластмассы (с выступающими опорными элементами во избежание размазывания вычерченных линий):

– линейка должна быть длиной не менее 400 мм (для вычерчивания рамки чертежа и нанесения горизонтальных линий связи);

– для вычерчивания параллельных линий можно использовать роликовые линейки-рейсшины хорошего качества (длина 220–300 мм);

– один прямоугольный треугольник (деревянный или пластмассовый с выступающими опорными элементами) должен иметь равные острые углы в 45°, а второй – острые углы в 30 и 60°.

При покупке рекомендуется обращать внимание на качество изготовления линеек и треугольников, в частности, линейки должны иметь прямолинейные гладкие кромки, а у треугольников должен быть выдержан прямой угол.

3. Учебный набор чертежных инструментов (готовальня) с циркулем и измерителем. Можно приобрести циркуль отдельно – хорошего качества, удобный в пользовании, с возможностью легкой замены грифеля. Рекомендуется приобретать циркули, в которых есть возможность для удобства пользования взамен грифеля закреплять карандаш целиком.

4. Карандаши:

– рекомендуются карандаши чешской фирмы «KOH-I-NOOR» HARD-VUTH твердости грифеля «НВ» (твёрдо-мягкий), «ВН» (мягко-твёрдый), «В» (мягкий) и «F» (более мягкий); грифель из карандаша твердостью «В» или «F» нужно вставлять в головку циркуля; при использовании обычных карандашей должна быть приобретена точилка с контейнером для сбора срезаемой при заточке части карандаша;

– рекомендуются автоматические цанговые карандаши с грифелями 0,9; 0,7 и 0,5 мм для выполнения толстых и тонких линий на чертежах (карандаши и грифели к ним приобретать качественные).

5. Немаловажное значение для качества выполнения графических работ имеет и ластик: он должен вытирать линию, а не размазывать ее и не должен протирать бумагу (без абразивных включений – как правило белого цвета).

Качественными также являются чертежные принадлежности (карандаши, ластик, циркули, линейки и др.) других известных фирм: Pentel, Rotring, Maped, Staedtler, Pelikan и др.

Тема 1.
ОБЗОР СТАНДАРТОВ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ
КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ (ЕСКД)

а. ГОСТ 2.301–68 «Форматы»

Краткое содержание:

- основные и дополнительные форматы;
- образование основных и дополнительных форматов;
- оформление форматов и расположение основной надписи на поле формата.

Вопросы и задания

1. Какие форматы принимают за *основные* и как они получаются?
2. Приведите *обозначения и размеры* основных форматов.
3. Как образуются *дополнительные форматы*?
4. Какими *линиями* выполняют внешнюю и внутреннюю рамку формата, каково расстояние между этими линиями?
5. Охарактеризуйте назначение широкого *поля* с левой стороны формата.

б. ГОСТ 2.104–2006 «Основные надписи»

Краткое содержание:

- формы, размеры, номенклатура реквизитов, расположение, порядок выполнения и заполнения основной надписи (форма 1).

Вопросы и задания

6. Содержание и размеры граф *основной надписи* (форма 1).
7. Как *располагают* основную надпись на различных форматах?

в. ГОСТ 2.302–68 «Масштабы»

Краткое содержание:

- ряды масштабов уменьшения и увеличения и их значение на чертежах.

Вопросы и задания

8. Приведите *масштабы увеличения и уменьшения* изображений на чертежах.
9. Как *обозначают* масштабы изображений на чертеже?

г. ГОСТ 2.303–68 «Линии»

Краткое содержание:

- ряды линий на чертежах, их начертание, толщина и назначение;
- особенности начертания штриховых и штрихпунктирных линий.

Вопросы и задания

10. Каково *назначение* сплошной толстой основной линии, сплошной тонкой, сплошной волнистой, штриховой, штрихпунктирной тонкой, штрихпунктирной утолщённой, разомкнутой и штрихпунктирной с двумя точками?

11. В каких пределах должна находиться *толщина* сплошной основной линии, из каких соображений выбирают её конкретное значение?

12. Приведите *соотношения* линий на чертеже – тонких и разомкнутой толстой – относительно сплошной толстой основной линии.

13. В каких пределах должны находиться расстояния между штрихами и длина штрихов *штриховой* линии, из каких соображений выбирают их конкретные значения?

14. В каких пределах должны находиться расстояния между штрихами и длина штрихов *штрихпунктирной* линии, из каких соображений выбирают их конкретные значения?

15. Приведите *минимальное значение* толщины линии на чертеже и минимальное значение расстояния между линиями.

16. Как должны *пересекаться и заканчиваться* штрихпунктирные линии?

17. На какое расстояние штрихпунктирная линия может *выступать* за контур изображения?

д. ГОСТ 2.304–81 «Шрифты чертёжные»

Краткое содержание:

- типы и размеры шрифта, начертание букв и цифр;
- начертание знаков диаметра, квадрата, уклона и конусности.

Вопросы и задания

18. Как определяется *размер* шрифта?

19. Приведите *рекомендуемые размеры* шрифта.

20. Чему равна *высота* прописных и строчных букв и высота цифр в номере шрифта?

21. Назовите *типы шрифта*, чем они отличаются?

22. Укажите величину *наклона* шрифта.

23. Приведите *основные знаки*, используемые при нанесении размеров.

Графическая работа № 1

Шрифт

Выполнить начертание прописных и строчных букв, цифр, специальных знаков и надписей по образцу.

Цель работы

1. Изучить: *типы и размеры шрифта*, определяющие высоту прописных букв и цифр в миллиметрах, размеры строчных букв, ширину букв и цифр, толщину линий обводки букв и цифр, расстояния между буквами, цифрами и словами; шрифты прямой и наклонный.

Начертание прописных и строчных букв, цифр и знаков должно соответствовать ГОСТ 2.304–81 «Шрифты чертёжные».

2. Получить навыки выполнения *надписей на чертежах* согласно ГОСТ 2.316–2008 «Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах», ГОСТ 2.109–73 «Основные требования к чертежам» и ГОСТ 2.105–95 «Общие требования к текстовым документам», а также навыки начертания *специальных знаков*, применяемых при нанесении размеров согласно ГОСТ 2.307–2011 «Нанесение размеров и предельных отклонений».

3. Научиться оформлять *основную надпись* на чертежах согласно ГОСТ 2.104–2006 «Основные надписи», соблюдая порядок её выполнения и заполнения, а также основные термины, определения, сокращения и реквизиты.

Графическую работу № 1 выполнить по образцу (рис. 1.1) на листе формата А4, на который предварительно должна быть нанесена *вспомогательная сетка* с шагом 1, 0,7 и 0,5 мм (см. прил. 1, рис. П1.4). Расстояние между параллельными линиями сетки должно соответствовать толщине линий шрифта типа «Б» наиболее применяемых размеров – 10, 7 и 5 мм. Также сетка позволяет легко определять расстояния между буквами в словах, ширину букв и цифр, минимальное расстояние между словами и расстояние между основаниями строк, регламентируемые ГОСТ 2.304–81 «Шрифты чертёжные».

Желательно, чтобы сетка была нанесена на лист белой плотной чертёжной бумаги *типографским способом* (такую заготовку, помимо вспомогательной сетки содержащую и образец шрифта, можно приобрести в книжном магазине или выполнить самостоятельно остро заточенным карандашом твердостью 2H).

При выполнении этой и последующих графических работ необходимо соблюдать следующее:

- размер бумаги согласно указываемому в каждой выполняемой графической работе обозначению формата должен соответствовать ГОСТ 2.301–68 «Форматы» (см. рис. 1 и 2);
- размеры основной надписи должны соответствовать ГОСТ 2.104–2006 «Основные надписи» (см. рис. 1).



Рис. 1.1. Образец выполнения графической работы № 1

Тема 2

ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ

а. Построения

Краткое содержание:

- построение параллельных и перпендикулярных прямых;
- деление отрезка прямой;
- деление углов.

Вопросы и задания

1. Построение прямой, *параллельной заданной прямой*, через точку, лежащую вне неё.
2. Построение *перпендикуляра к прямой* в заданной на ней точке.
3. Построение перпендикуляра к прямой *через точку, лежащую вне неё*.
4. *Деление отрезка* прямой пополам и на пропорциональные части.
5. *Деление углов* на равные части.

б. Уклон и конусность

Краткое содержание:

- определения;
- построение уклона и конусности и их обозначение на чертеже.

Вопросы и задания

6. Дать определение *уклона*.
7. Как *вычислить* уклон?
8. Как уклон *обозначается* на чертеже?
9. Дать определение *конусности*.
10. Как *вычислить* конусность?
11. Как конусность сопрягаемых поверхностей *обозначают* на чертеже?

в. Многоугольники

Краткое содержание:

- способ триангуляции;
- построение правильных многоугольников, вписанных в окружность – деление окружности на равные части.

Вопросы и задания

12. Как *способом триангуляции* построить многоугольник, равный заданному?
13. Построение *правильных многоугольников*.
14. Как разделить *окружность* на пять равных частей?

г. Построение касательных прямых

Краткое содержание:

- построение касательных прямых.

Вопросы и задания

15. Как построить касательную к окружности через заданную точку на окружности и вне неё?

16. Как построить касательную к двум окружностям разного радиуса?

д. Построение овалов, лекальных кривых и эллипсов

Краткое содержание:

- построение овалов;
- построение лекальных кривых;
- построение эллипсов.

Вопросы и задания

17. Построение овалов и эллипсов.

18. Построение лекальных кривых.

е. Сопряжения

Краткое содержание:

- определение и построения.

Вопросы и задания

19. Дать *определение сопряжения*.

20. Что такое *точка сопряжения* (точка перехода)?

21. Условия образования *плавного перехода* прямой линии в дугу окружности, одной дуги окружности в другую.

22. Как построить *сопряжения двух прямых линий*, расположенных под прямым, острым и тупым углами, двух параллельных прямых?

23. Как построить *внешнее и внутреннее сопряжения прямой и дуги окружности*?

24. Как построить *внешнее и внутреннее сопряжения двух дуг окружностей*?

ж. ГОСТ 2.307–2011 «Нанесение размеров и предельных отклонений»

Краткое содержание:

- основные требования к нанесению размеров на чертежах;

• правила нанесения линейных размеров, диаметров поверхностей вращения, размеров радиусов дуг окружностей, угловых размеров, размеров призматических поверхностей с квадратным основанием, размеров фасок на призматических поверхностях.

Вопросы и задания

25. Каким должно быть *общее количество размеров* на чертеже?
26. Какие размеры называют *справочными*, как их отмечают на чертеже?
27. Допускается ли *повторять* на чертеже размеры одного и того же элемента?
28. В каких случаях на чертеже указывают единицы измерения *линейных размеров*?
29. Указывают ли на чертеже единицы измерения *угловых размеров*?
30. В каком случае допускается наносить размеры в виде *замкнутой цепи*?
31. Как наносят размеры, определяющие положение симметрично расположенных поверхностей у *симметричных изделий*?
32. Как располагают *размерную* и *выносные линии* при нанесении линейных и угловых размеров?
33. На какое расстояние должны *выступать* выносные линии за концы стрелок размерной линии?
34. Как предпочтительно наносить размерные линии – *внутри или вне контура* изображения?
35. Какое *минимальное расстояние* допускается между параллельными размерными линиями и между размерной линией и линией контура?
36. Возможно ли допускать *пересечение* размерных и выносных линий?
37. В каких случаях размерные линии изображают *с обрывом*?
38. Форма и размеры *стрелки* на размерной линии.
39. Как поступают при *недостатке места* для размещения стрелок на размерной линии?
40. Как поступают, если стрелка размерной линии *пересекается* основной или выносной линией?
41. Как располагают *размерные числа* относительно размерной линии?
42. В каком случае размерные числа располагают в *шахматном порядке*?
43. В каких случаях размерное число наносят на полке *линии-выноски*?
44. Как поступают, если размерные числа *располагаются на осевых, центровых или линиях штриховки*?
45. На каком изображении располагают размеры, *относящиеся к одному и тому же конструктивному элементу*?
46. Какие знаки наносят перед размерами *радиуса, диаметра, сферы, квадрата, конуса, уклона*?
47. Как наносят *размеры фасок*, выполненных под углом 45° ?

48. Как наносят размеры нескольких *одинаковых отверстий*?

49. Как указывают *толщину* детали, если её соответствующего изображения нет на чертеже (деталь изображена, как правило, в одной проекции)?

Графическая работа № 2

Сопряжения

В соответствии с указанным вариантом выполнить чертеж плоской детали. Каждая деталь выполняется таким образом, что поверхности, образующие её форму, *плавно переходят* одна в другую, что и следует отразить на чертеже. Нанести необходимые размеры.

Исходные условия* для выполнения данной графической работы приведены по вариантам в табл. 2.1. В каждом варианте приведены главный вид** плоской детали и ее размеры. Кроме того, для облегчения формирования представления вычерчиваемой детали как геометрического образа приведено ее трехмерное изображение.

Образец выполнения графической работы, исходное условие которой соответствует варианту 32, приведенному в табл. 2.1, представлен на рис. 2.1.

Деталь расположить на чертеже горизонтально и применить масштаб изображения 1:1 в соответствии с ГОСТ 2.302–68 «Масштабы».

Цель работы

1. Научиться выполнять *необходимые построения* для определения элементов сопряжений – плавного перехода линий, отображающих проекции наружного и внутреннего контура детали, одной к другой и их сочетаний. При этом построить необходимые *циркульные сопряжения* этих линий, определив путём дополнительных построений *центр и радиус* каждого сопряжения, а также общие для сопрягаемых линий точки, называемые *точками сопряжения*, в которых одна линия переходит в другую.

2. Приобрести *навыки начертания линий* различного назначения и усвоить их назначение на чертеже в соответствии с ГОСТ 2.303–68 «Линии».

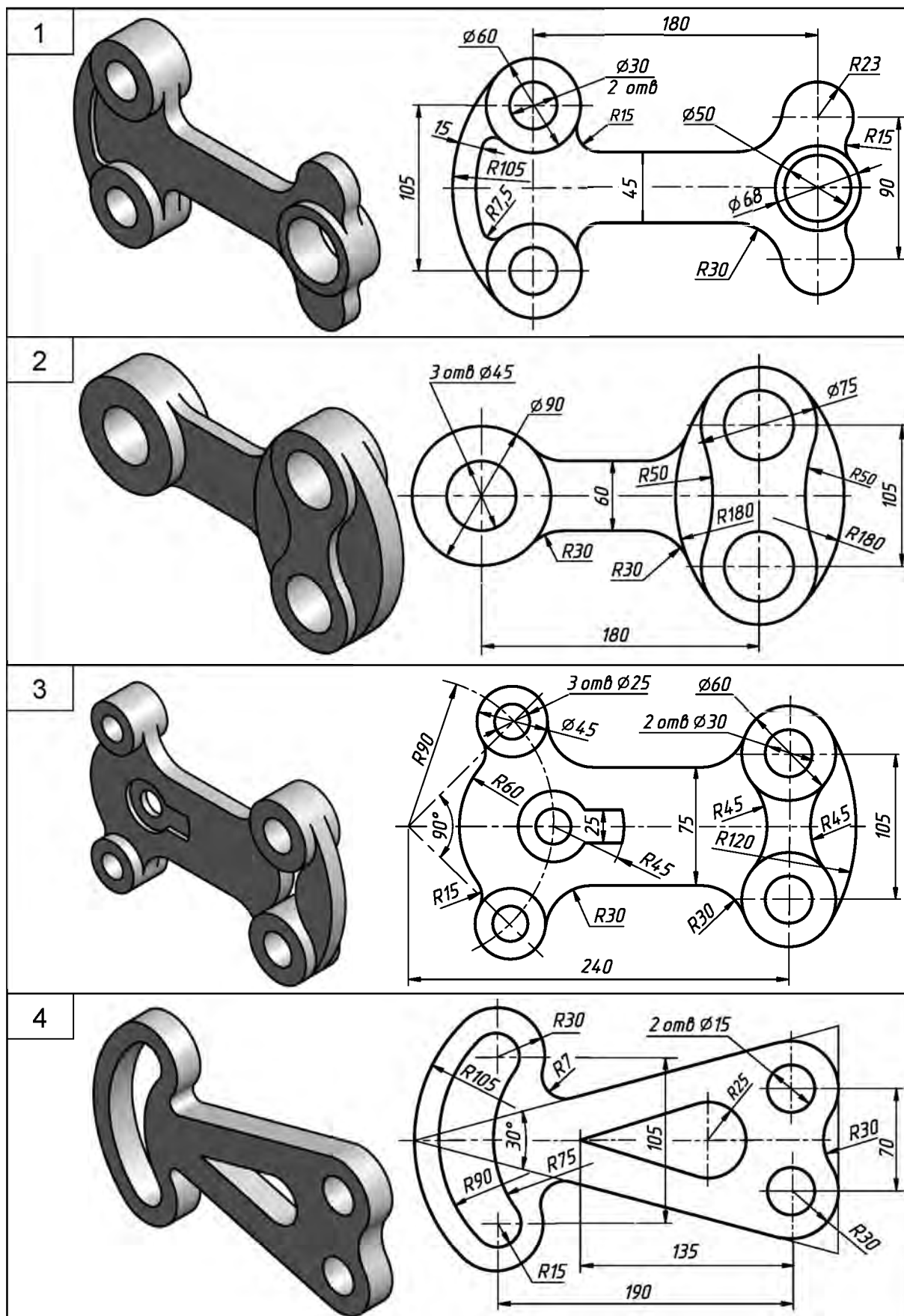
3. Получить первоначальные знания и *навыки нанесения размеров* на чертежах в соответствии с ГОСТ 2.307–2011 «Нанесение размеров» (начертание букв, цифр и знаков должно соответствовать ГОСТ 2.304–81 «Шрифты чертёжные»).

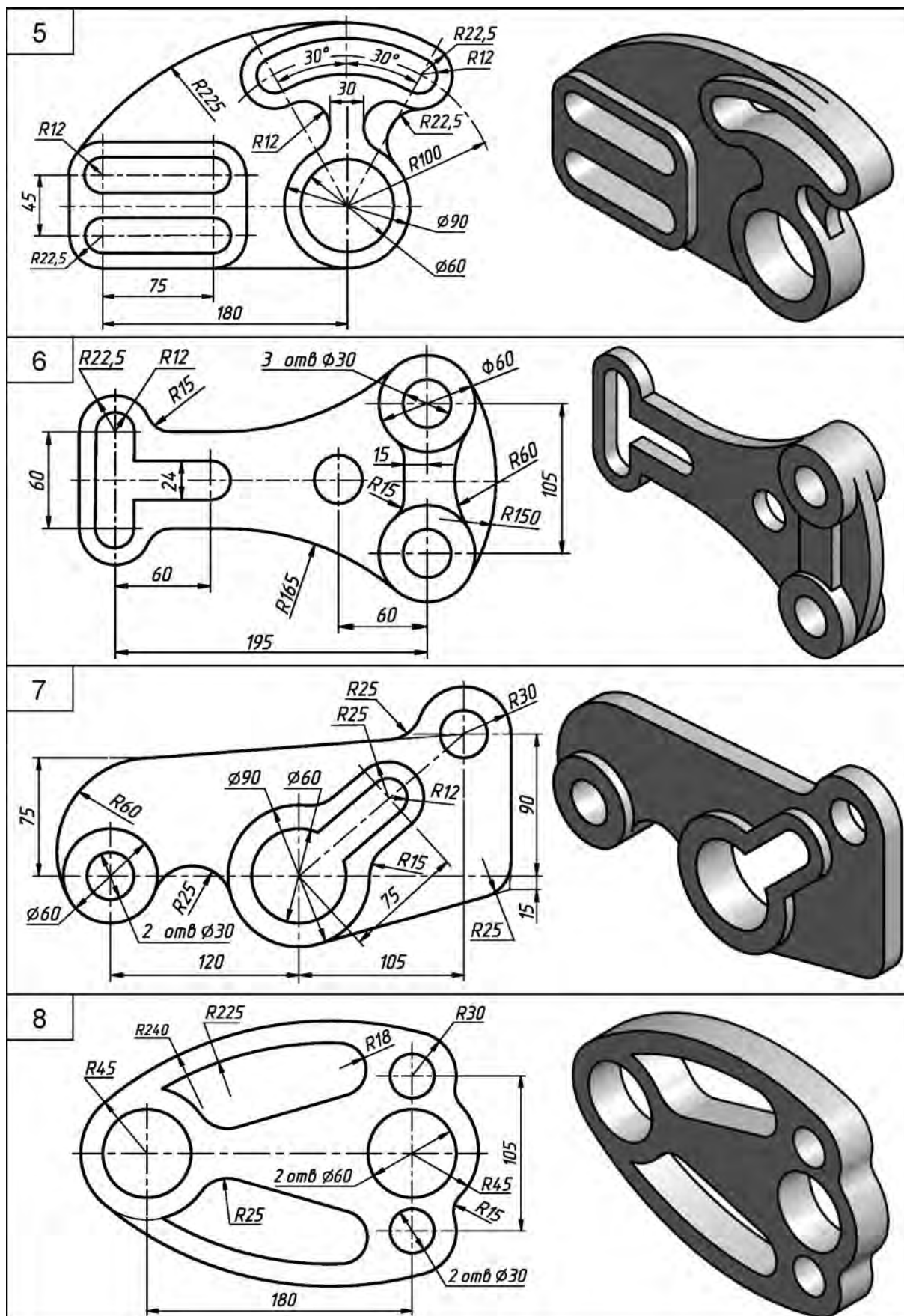
Графическую работу № 2 выполнить на белой чертежной бумаге формата А3 (см. рис. 2 и 2.1) в масштабе 1 : 1.

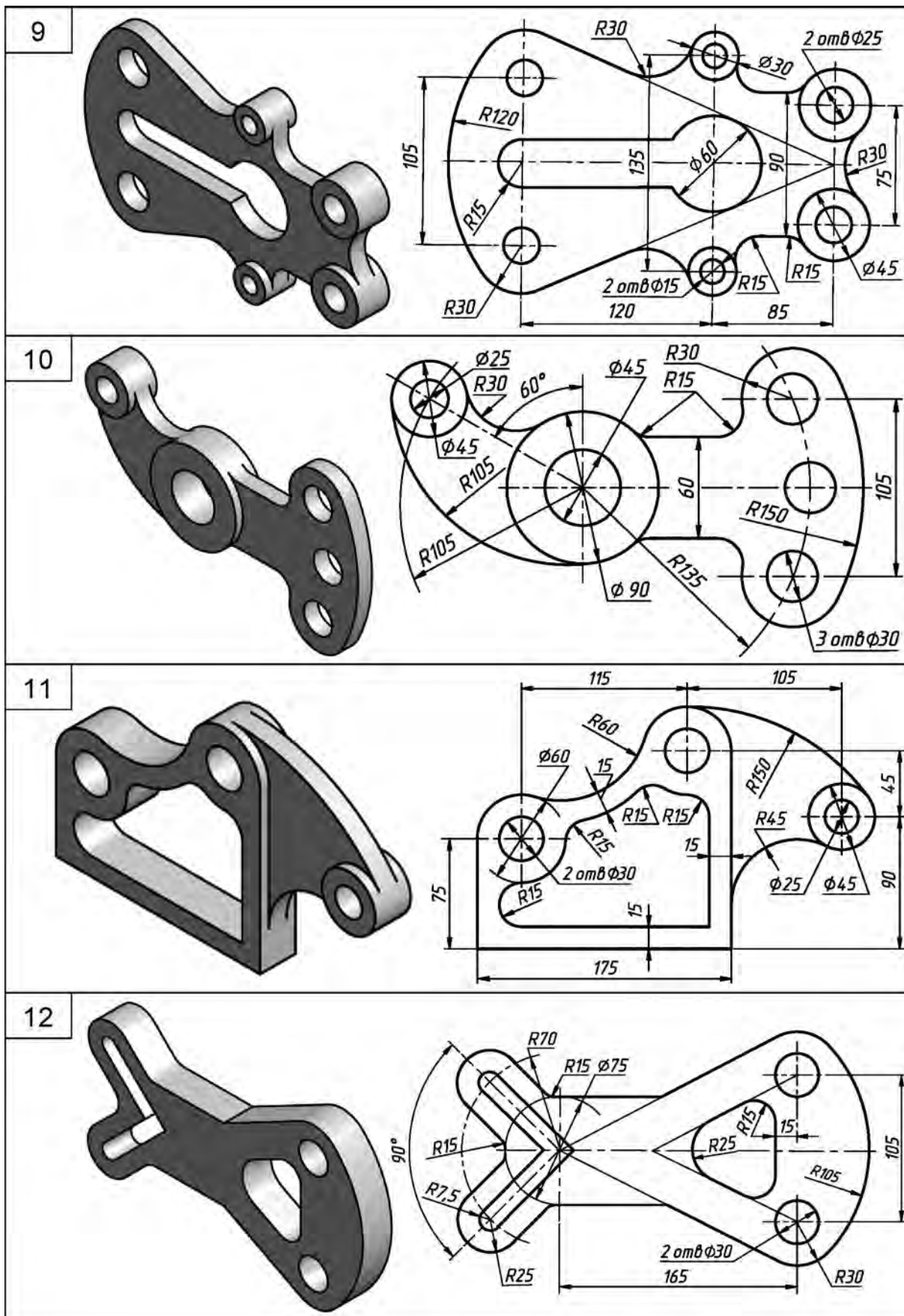
* Исходные данные и образец выполнения данной графической работы заимствованы из учебного пособия по инженерной графике, разработанного П.В. Зелёным совместно с Е.И. Беяковой [5].

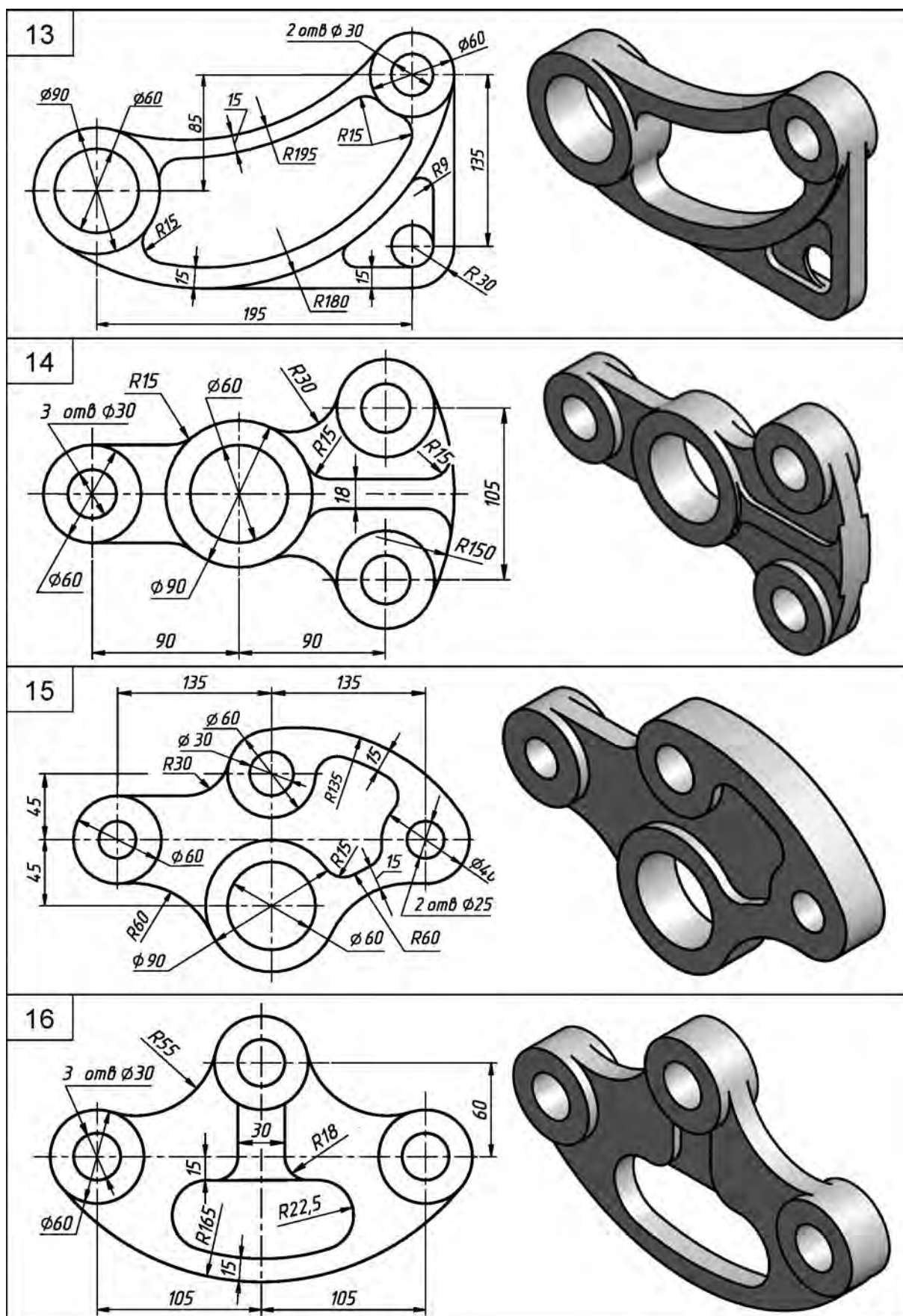
** Для акцентирования внимания на технике выполнения геометрических построений графическая работа в учебных целях ограничивается выполнением только одного изображения.

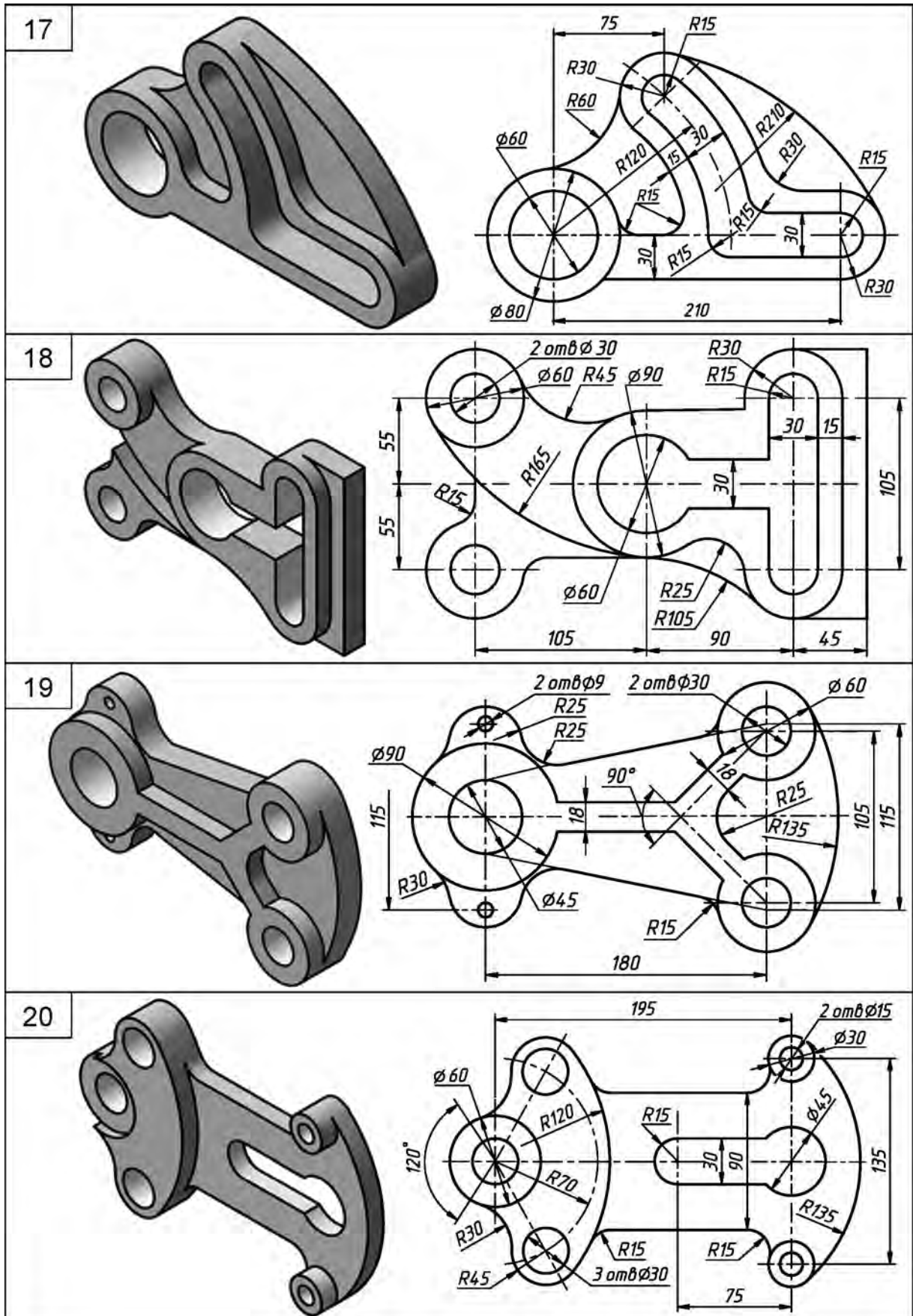
Исходные данные к графической работе № 2

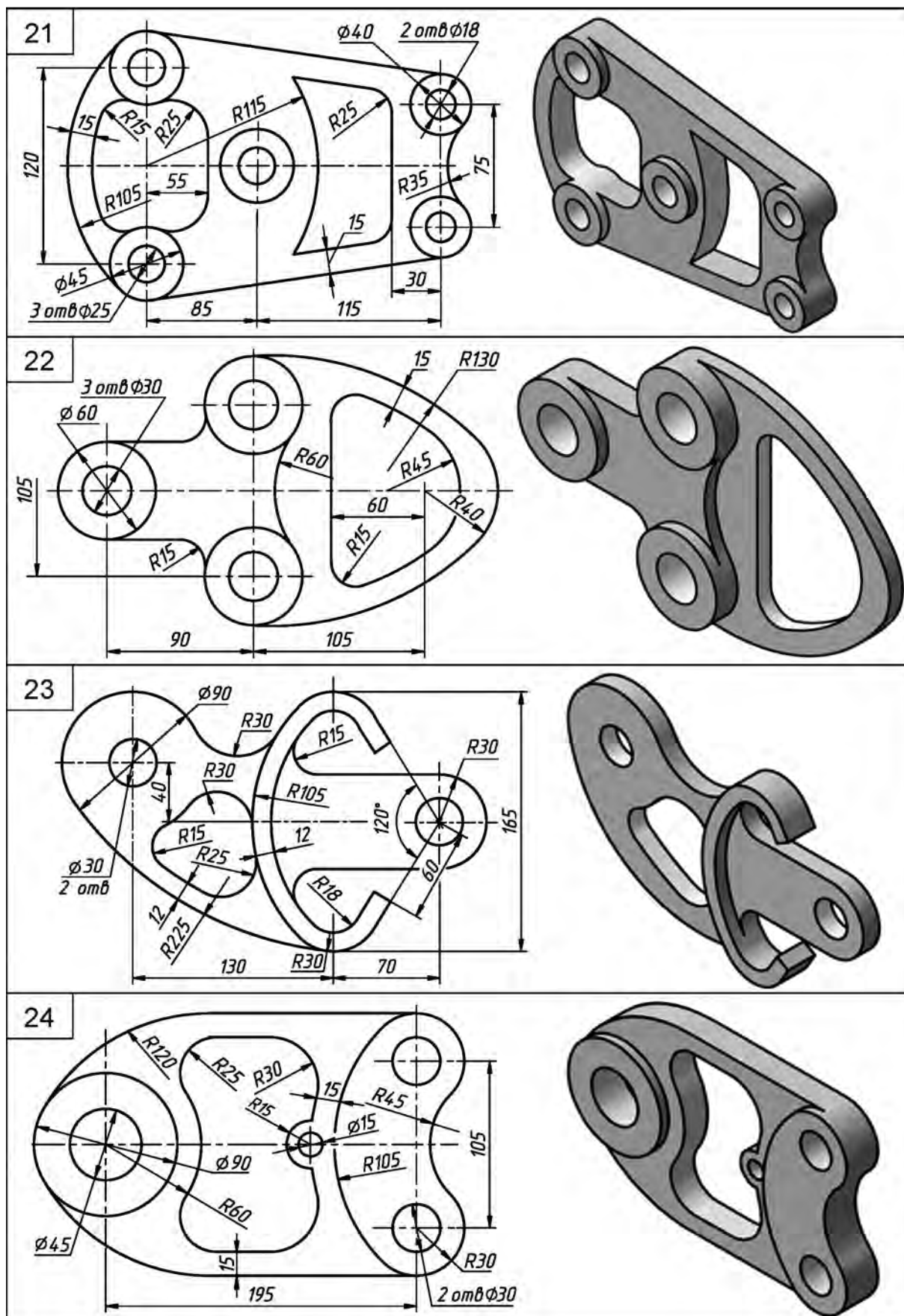


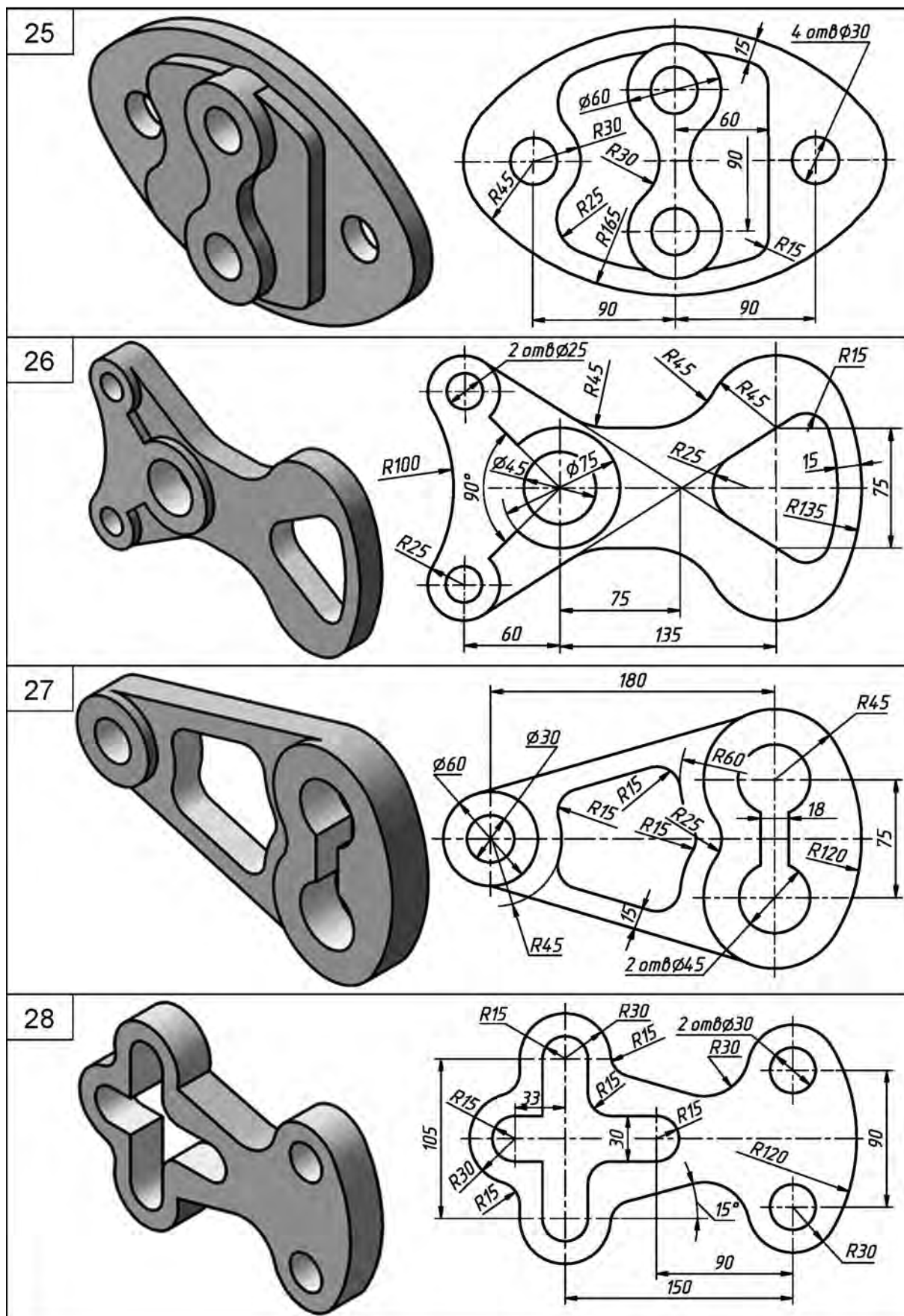


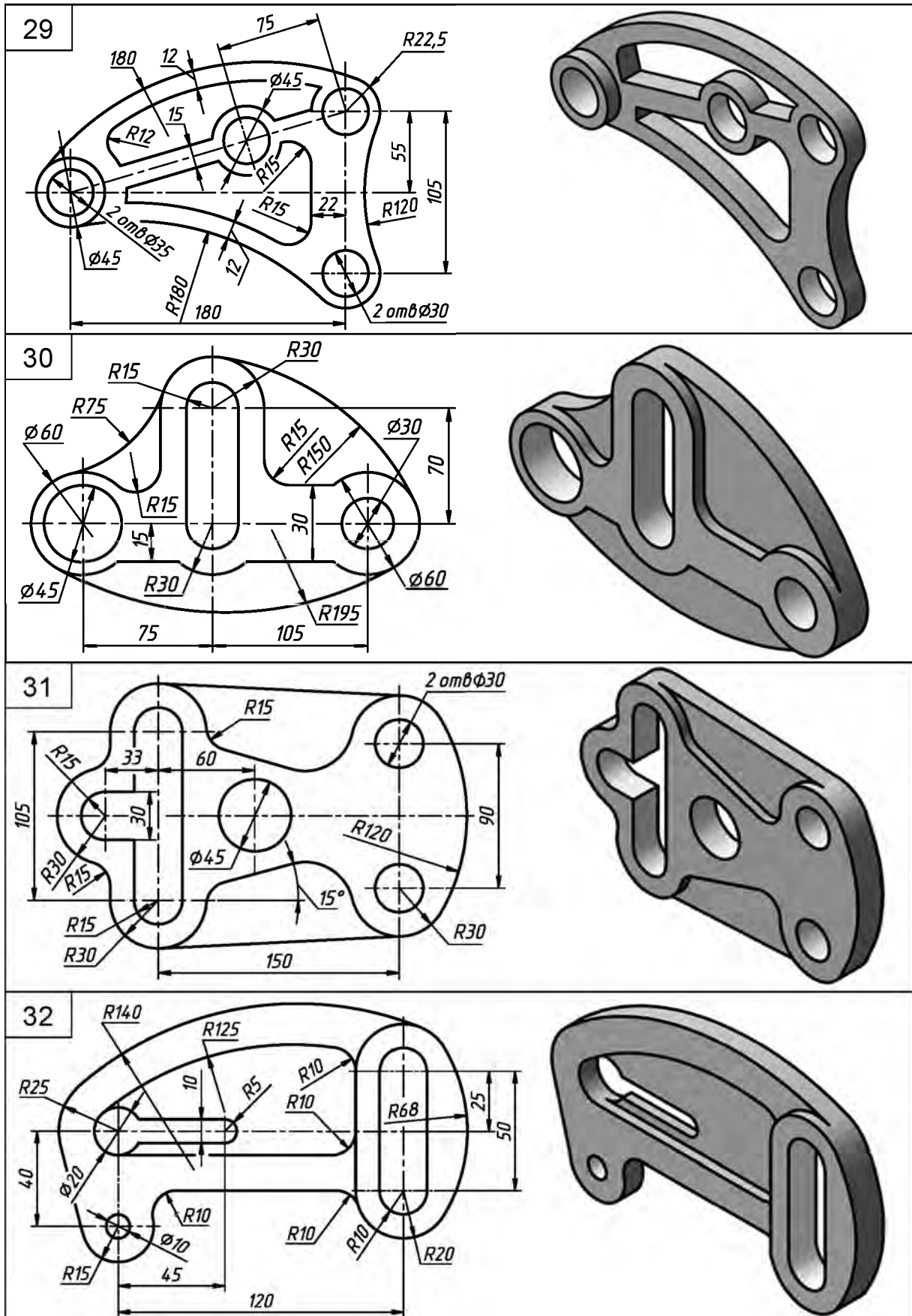












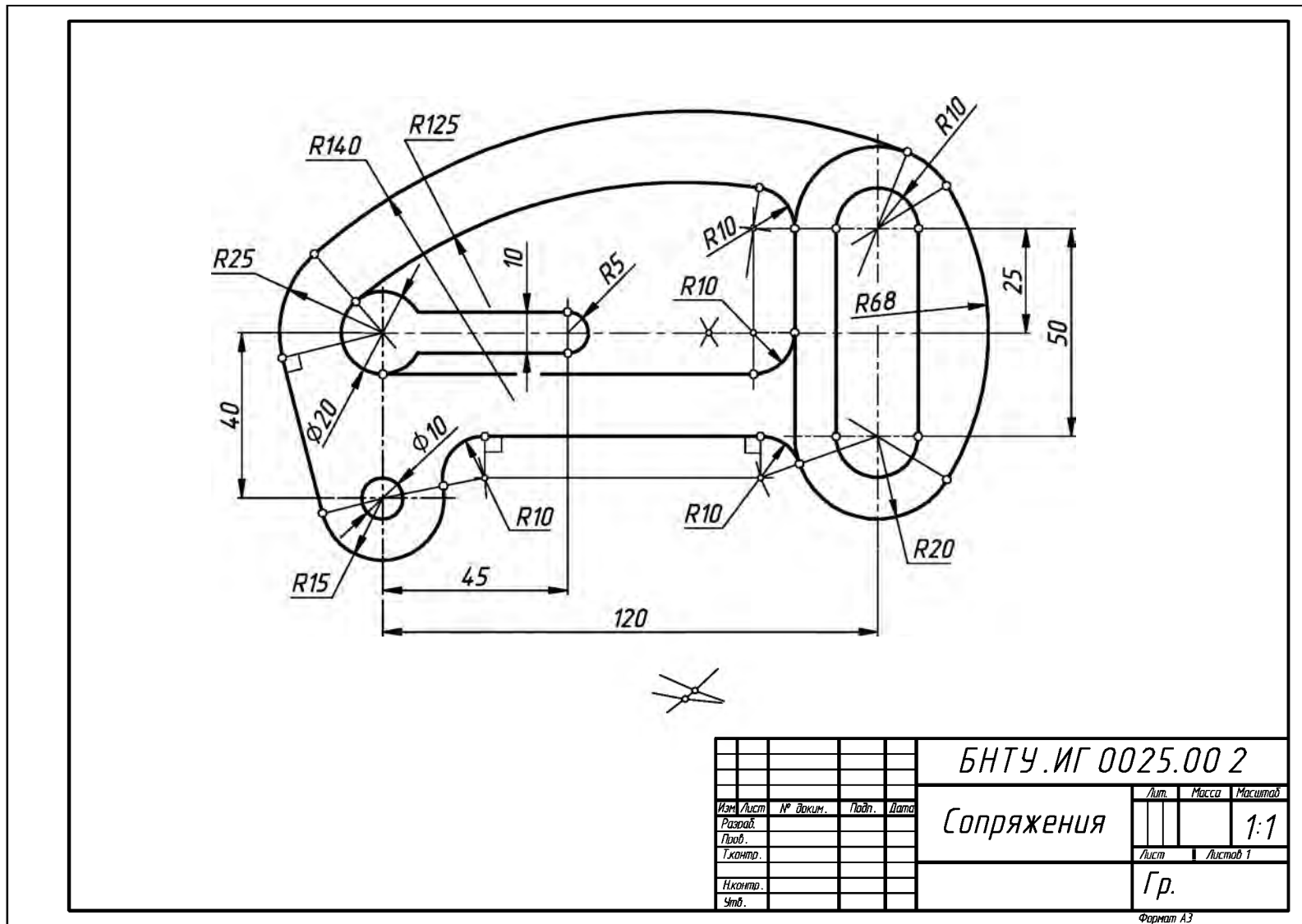


Рис. 2.1. Образец выполнения графической работы № 2

Тема 3.
ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ
В СООТВЕТСТВИИ СО СТАНДАРТАМИ ЕСКД

а. ГОСТ 2.305–2008 «Изображения – виды, разрезы, сечения»

Краткое содержание:

- основные положения;
- определение вида;
- основные, дополнительные и местные виды и их определение;
- расположение видов и их обозначение на чертежах;
- разрезы – назначение и определение разреза;
- простые, сложные и местные разрезы – определение, применение и обозначение на чертежах;
- сечения – назначение и определение сечения;
- вынесенные и наложенные сечения;
- расположение сечений и их обозначения на чертежах;
- условности и упрощения на чертежах – соединение половины вида с половиной разреза, изображение ребер жесткости.

Вопросы и задания

1. По какому *методу проецирования* выполняют изображения на чертеже и как при этом располагают предмет проецирования относительно наблюдателя и плоскости проекций?
2. Как располагают *основные плоскости проекций* друг относительно друга?
3. На какой плоскости проекций изображение принимают в качестве *главного* и как относительно неё располагают предмет?
4. Как называются изображения на чертеже в зависимости от их *содержания*?
5. Что собой представляет изображение предмета, называемое *видом*?
6. Что собой представляет изображение, называемое *разрезом*?
7. Что собой представляет изображение, называемое *сечением*?
8. Каким должно быть *количество изображений* на чертеже?
9. Назовите *шесть основных видов*.
10. В каких случаях на чертеже *обозначаются и надписываются виды*?
11. Какие виды называют *дополнительными*?
12. В каких случаях дополнительный вид *не обозначаются и не надписываются*?
13. В каких случаях вид называют *местным*?
14. Как *ограничивается* местный вид?
15. Приведите *соотношение размеров стрелки*, указывающей направление взгляда при обозначении вида.
16. Как *называют разрезы* в зависимости от положения секущей плоскости?

17. Какой вертикальный разрез называют *фронтальным* или *профильным*?
18. Когда разрез называют *продольным* и *поперечным*?
19. Как называют *разрезы* в зависимости от количества секущих плоскостей?
20. Какие сложные разрезы называют *ступенчатыми* и *ломаными*?
21. В каком случае разрезы *обозначаются* и *надписываются*?
22. В каком случае разрезы *не обозначаются* и *не надписываются*?
23. Где допускается *располагать* разрезы?
24. Охарактеризуйте *особенности вычерчивания* ступенчатых и ломаных разрезов.
25. Какой разрез называют *местным* и как его ограничивают?
26. Какими линиями *разделяют часть вида с частью разреза* при их соединении на одном изображении?
27. Когда *сечения* называются *вынесенными* и когда – *наложенными*, и какие из них являются предпочтительными?
28. Какими линиями изображают *контур* вынесенного и наложенного сечений?
29. В каких случаях сечения *не обозначаются* и *надписываются*?
30. В каких случаях *обозначаются* и *надписываются*?
31. Особенность изображения сечений, проходящих через *оси вращения* поверхностей.
32. В каких случаях следует *отдавать предпочтение* разрезу, а не сечению?
33. В каком случае вид, разрез или сечение изображают *не полностью* (половину или немного больше половины) и как при этом его ограничивают?
34. Какой *знак добавляют* к надписи вида, разреза и сечения, если его изображение на чертеже повернуто?
35. Что собой представляет изображение, называемое *выносной элемент*?
36. Как *обозначают* и *надписывают* выносной элемент?
37. Какие детали изображают при продольном разрезе *нерассеченными*?
38. Какие элементы деталей изображают на разрезах *незаштрихованными*?
39. Когда отдельные элементы детали изображают *с отступлением от масштаба*, принятого для всего изображения, в сторону увеличения?
40. Как выделяют на чертеже *плоские поверхности* детали?
41. Что такое *наложенная проекция* и как её изображают?

6. ГОСТ 2.306–68 «Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах»

Краткое содержание:

- графические изображения материалов при выполнении разрезов и сечений и правила их нанесения на чертежах.

Вопросы и задания

42. Как в сечениях обозначают *металлы* и твердые сплавы?
43. Как в сечениях обозначают *неметаллические* материалы – прозрачные и непрозрачные?

Графическая работа № 3

Виды

В соответствии с указанным вариантом выполнить чертеж геометрического тела *в форме прямоугольного параллелепипеда* (призмы) со срезами и вырезами плоскостями частного положения и проецирующими отверстиями.

Необходимые условия для выполнения данной графической работы приведены по вариантам табл. 3.1. В каждом варианте приведены два вида заданного геометрического тела – главный вид и вид сверху, указаны размеры всех его элементов. Кроме того, для облегчения чтения чертежа геометрического тела приведены и его трехмерные изображения – одно тонкое, на втором же изображен каркас геометрического тела.

Порядок выполнения задания следующий: в тонких линиях перечертить главный вид и вид сверху; построить вид слева; нанести необходимые размеры, оформить чертеж в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД.

Образец выполнения графической работы, исходное условие которой соответствует варианту 32, приведенному в табл. 3.1, представлен на рис. 3.1.

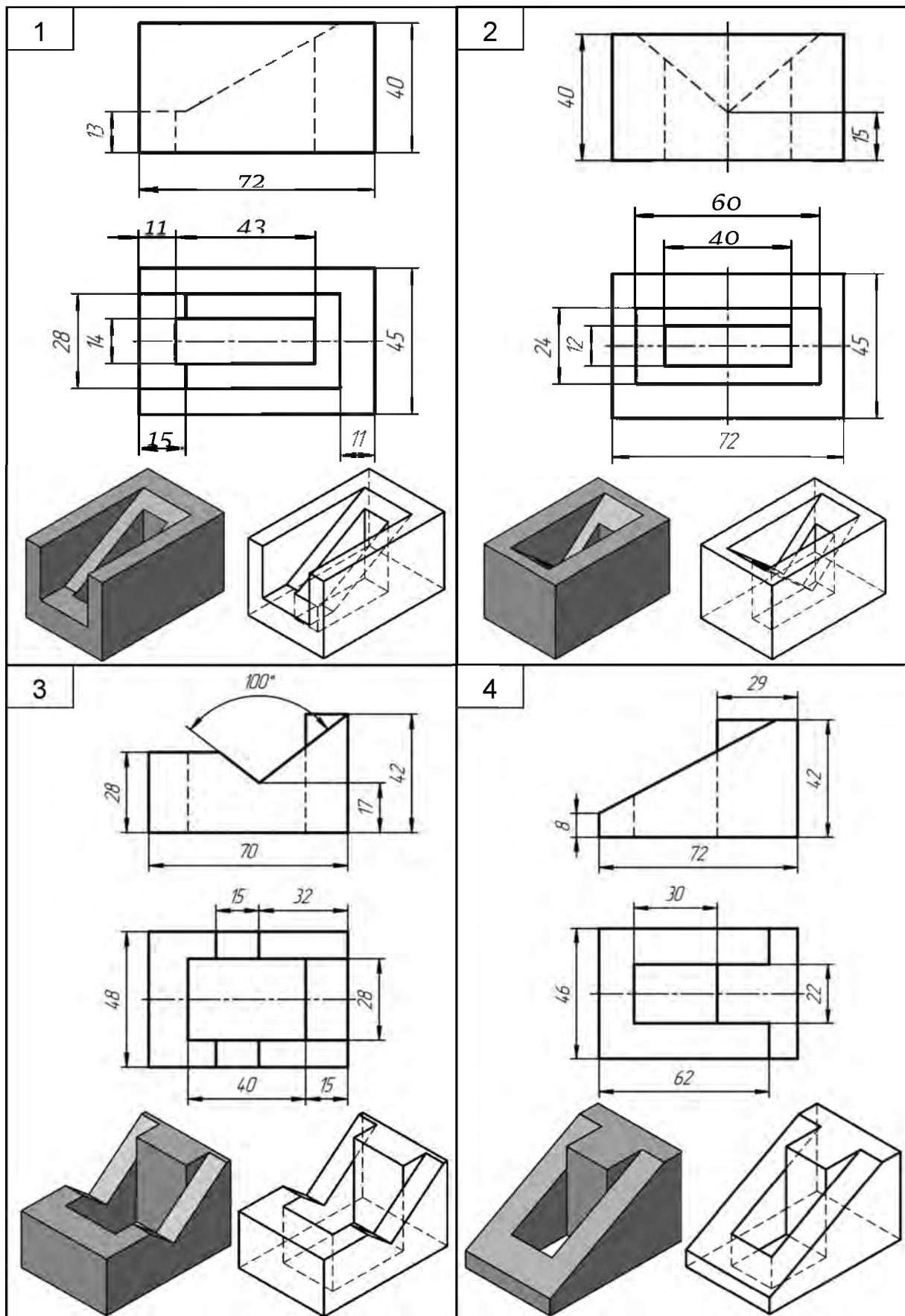
Цель работы

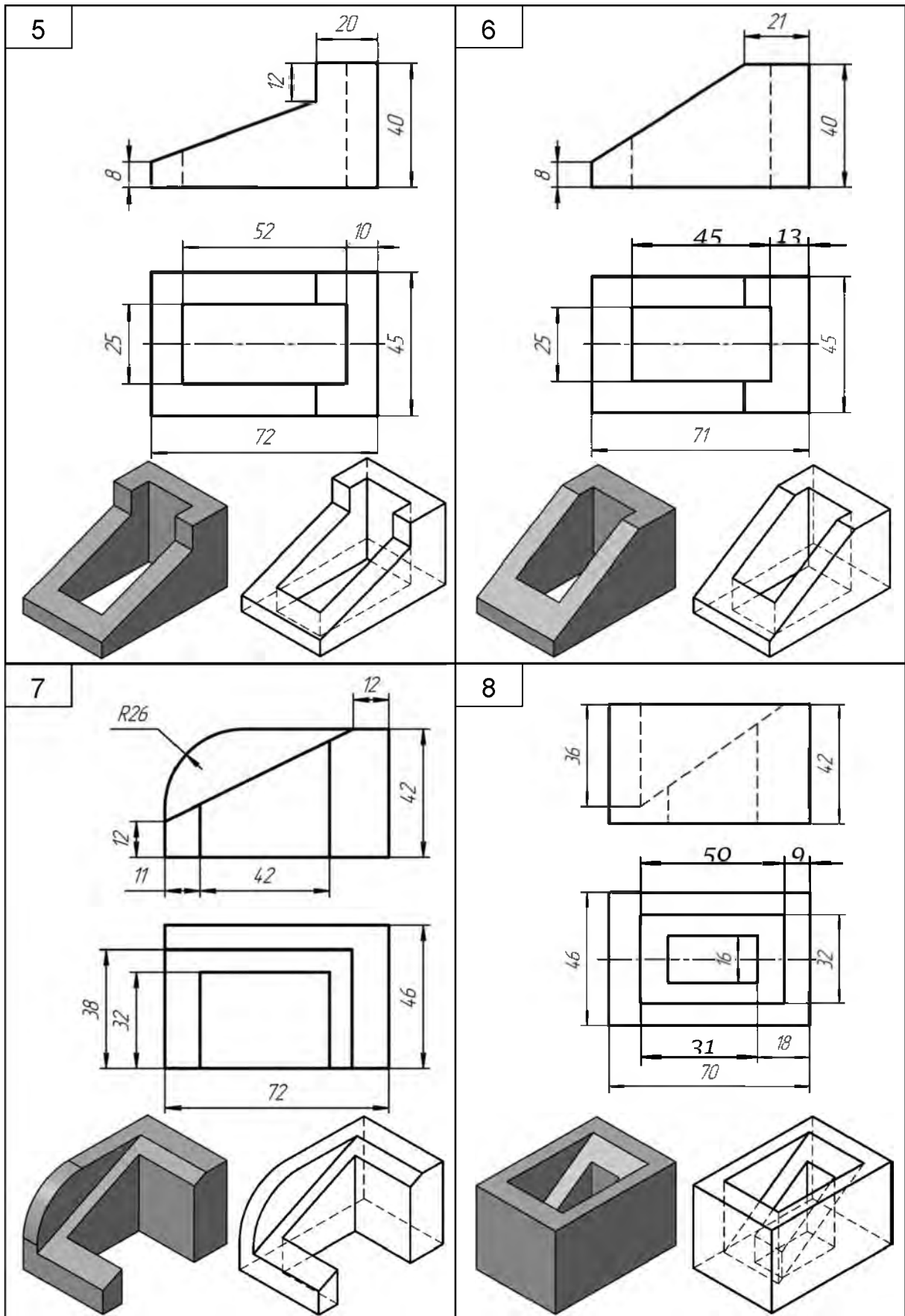
1. Приобрести навыки построения трех *основных видов** геометрического тела.
2. Получить навыки построения *линий пересечения* плоскостей частного положения.
3. Совершенствовать ранее полученные навыки оформления чертежей – правильного применения и начертания линий, нанесения размеров.

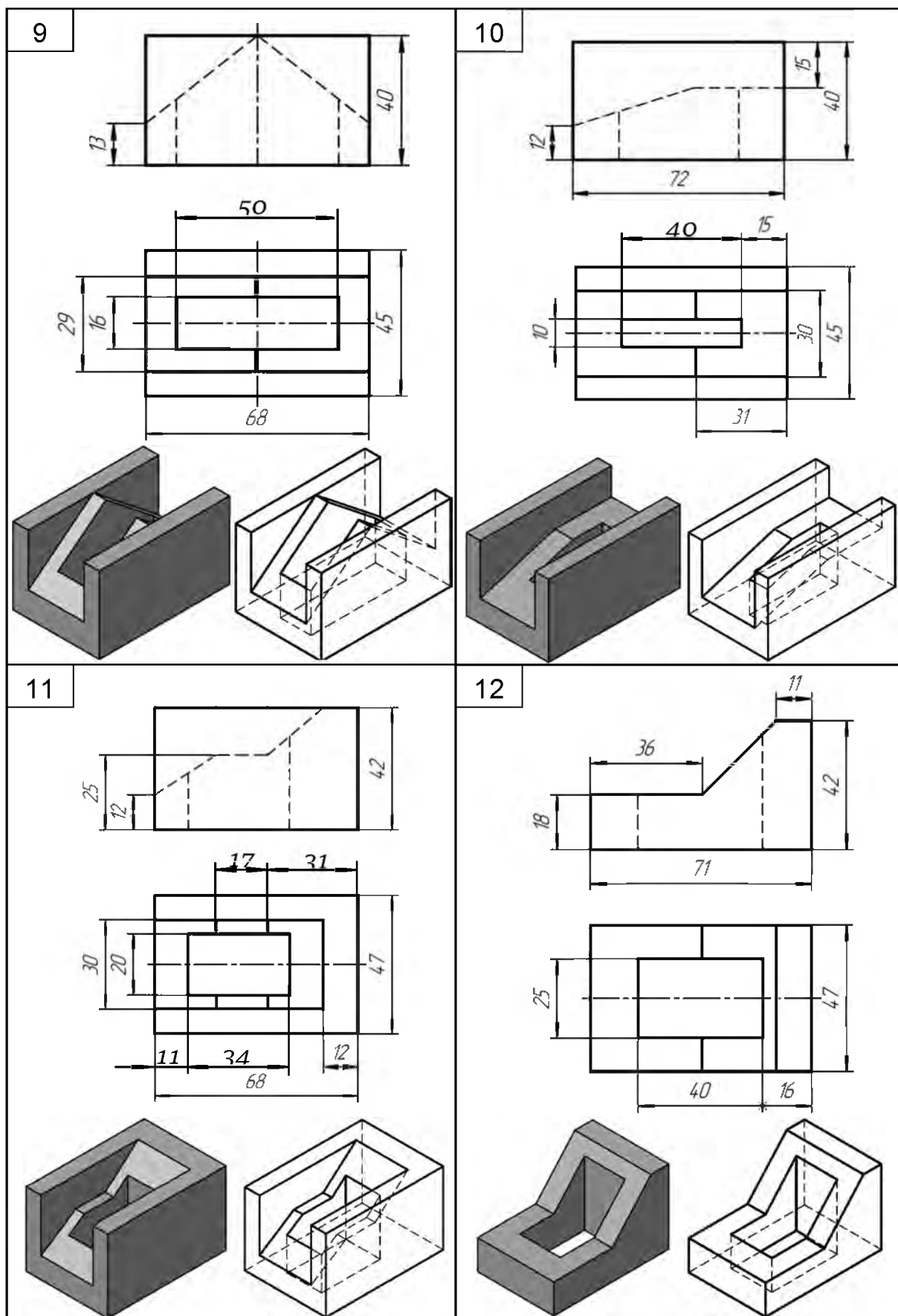
Графическую работу № 3 выполнить на белой чертежной бумаге формата А4 в масштабе 1 : 1 или бумаге формата А3 в масштабе 2 : 1 и оформить по образцу (см. рис. 3.1), соблюдая установленные указанными ранее стандартами начертания и назначения линий на чертежах, правила нанесения размеров, начертания букв, цифр и знаков, и требования к основной надписи (см. прил. 1).

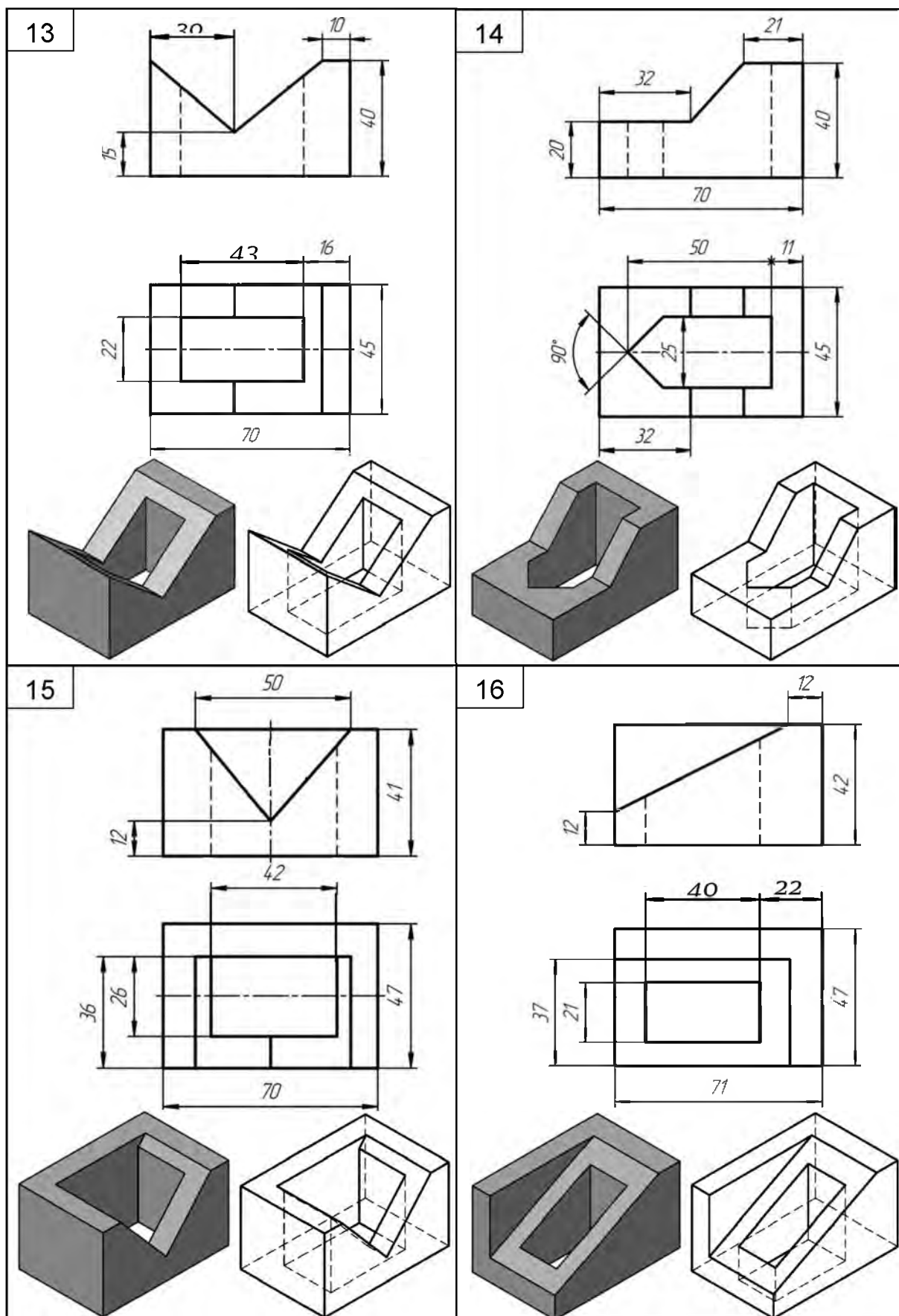
*Количество изображений в данной и последующих графических работах является, как правило, избыточным и обусловлено учебными целями, а не необходимостью в таком их количестве для чтения чертежа.

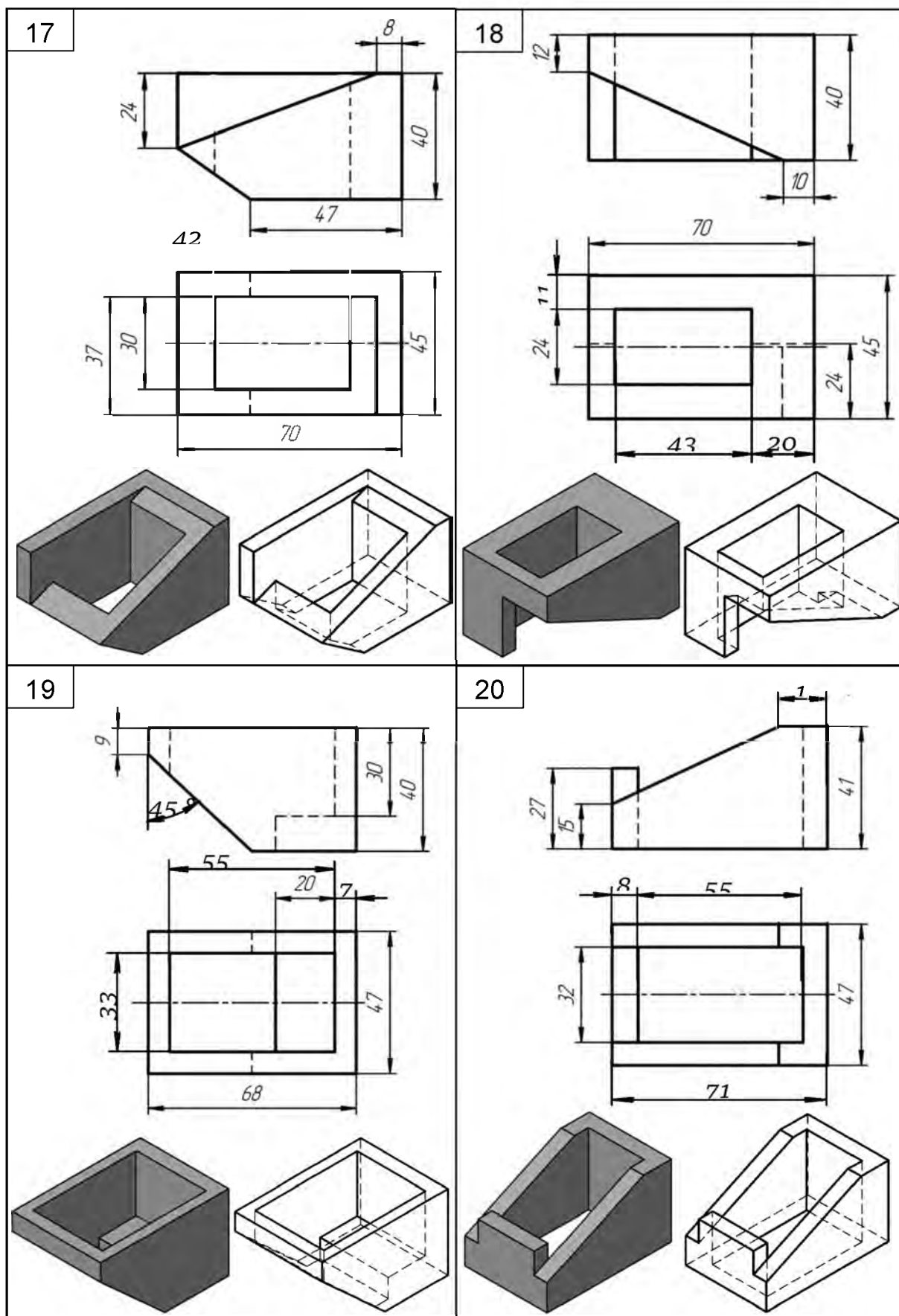
Исходные данные к графической работе № 3

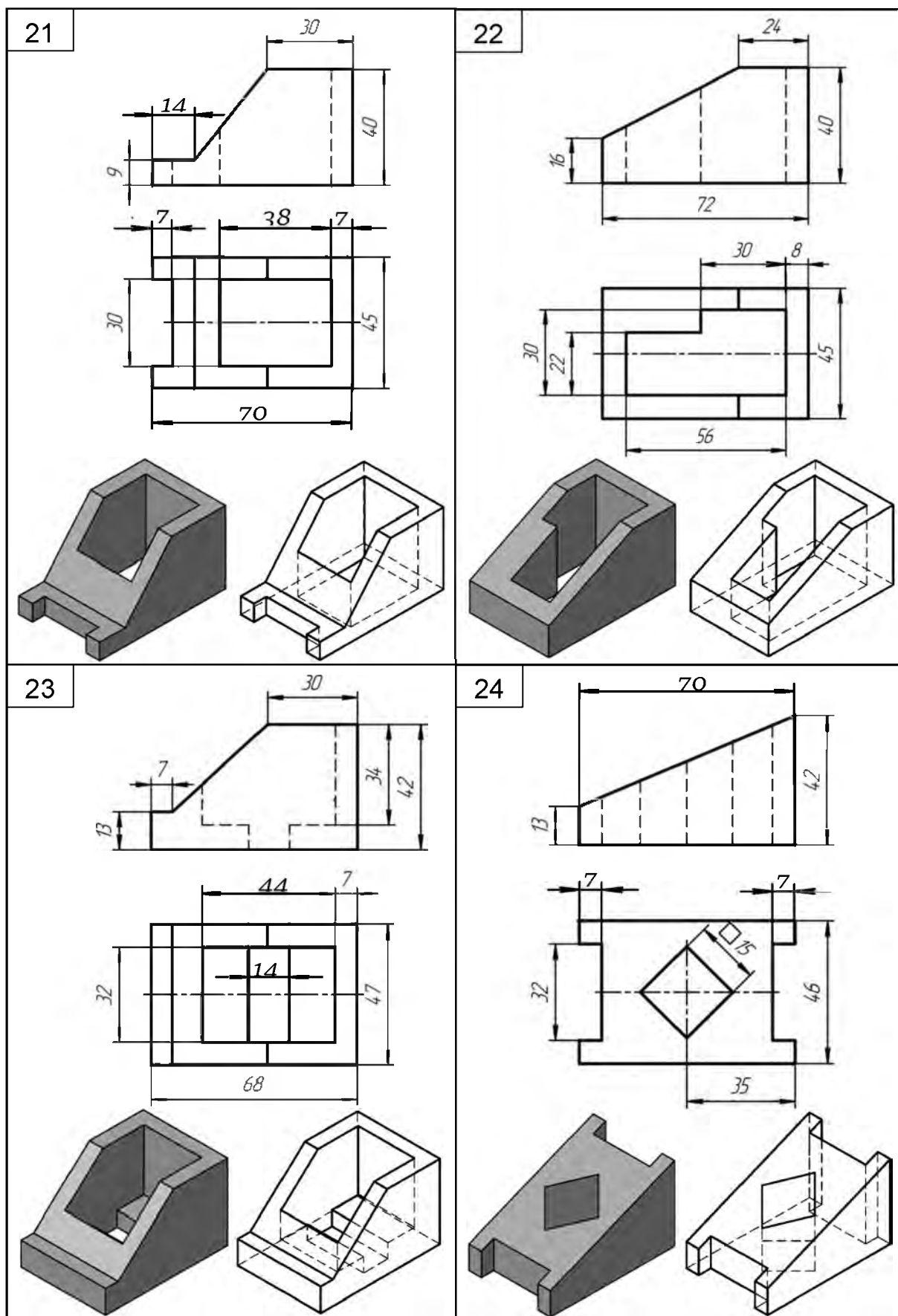


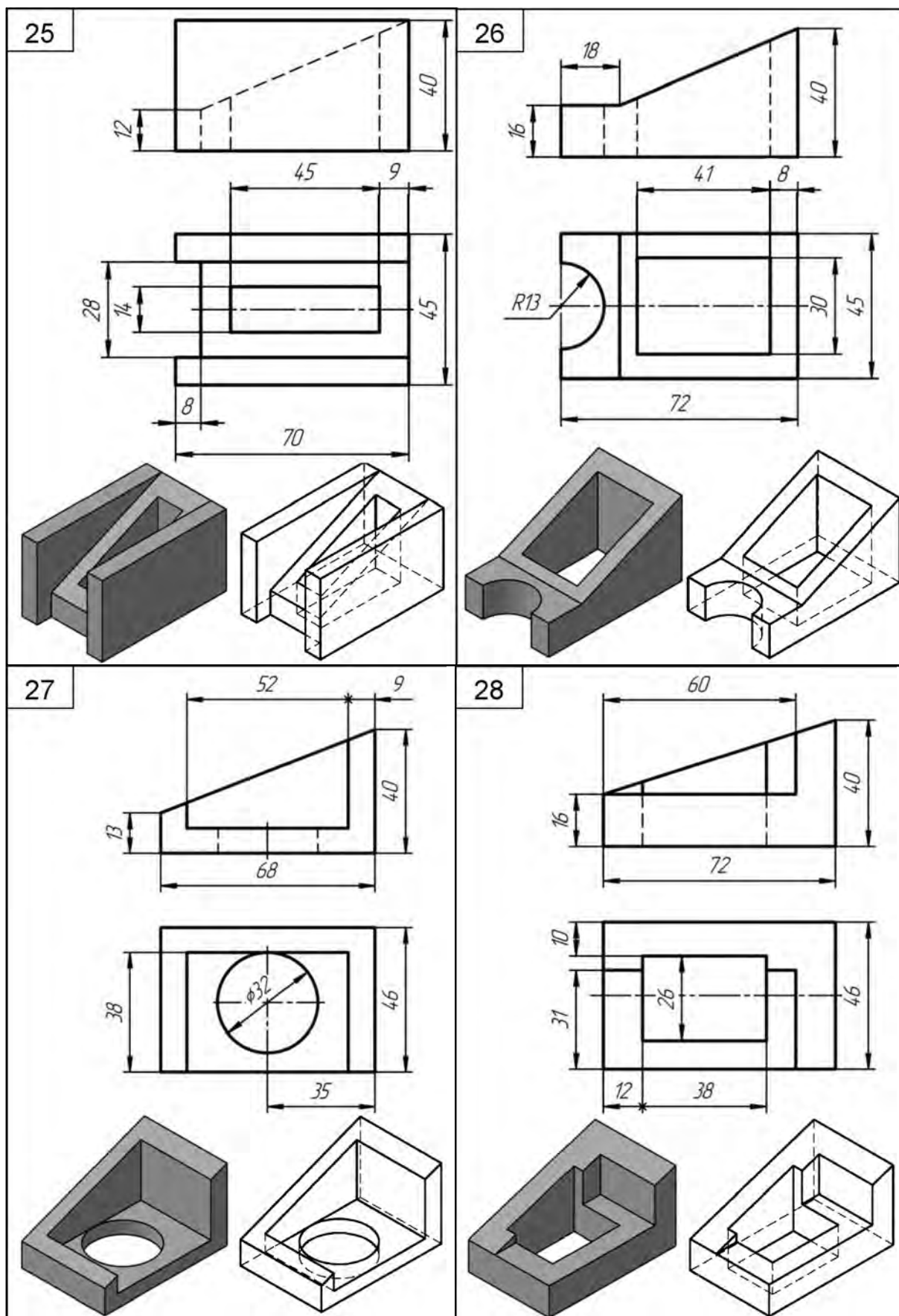


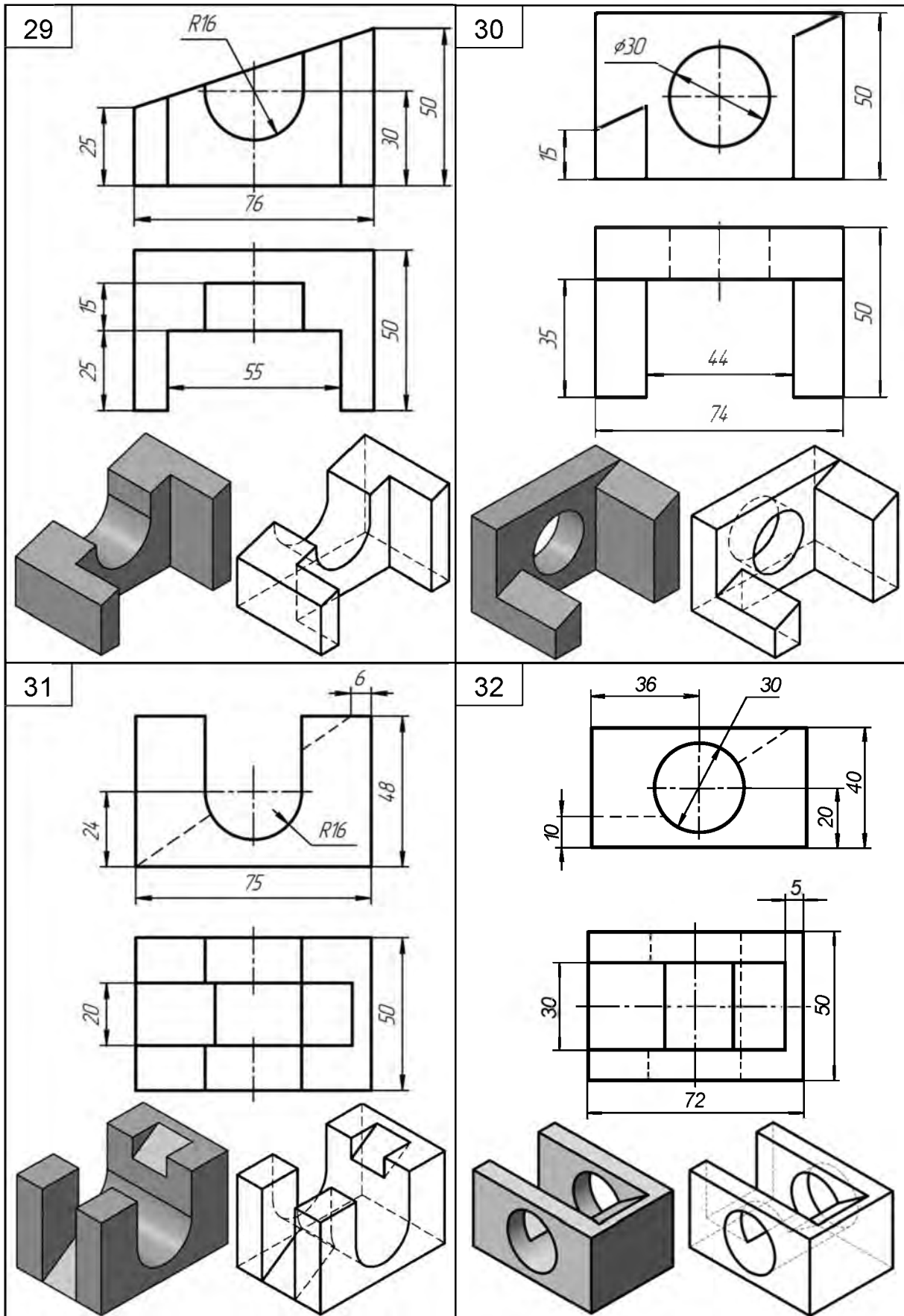












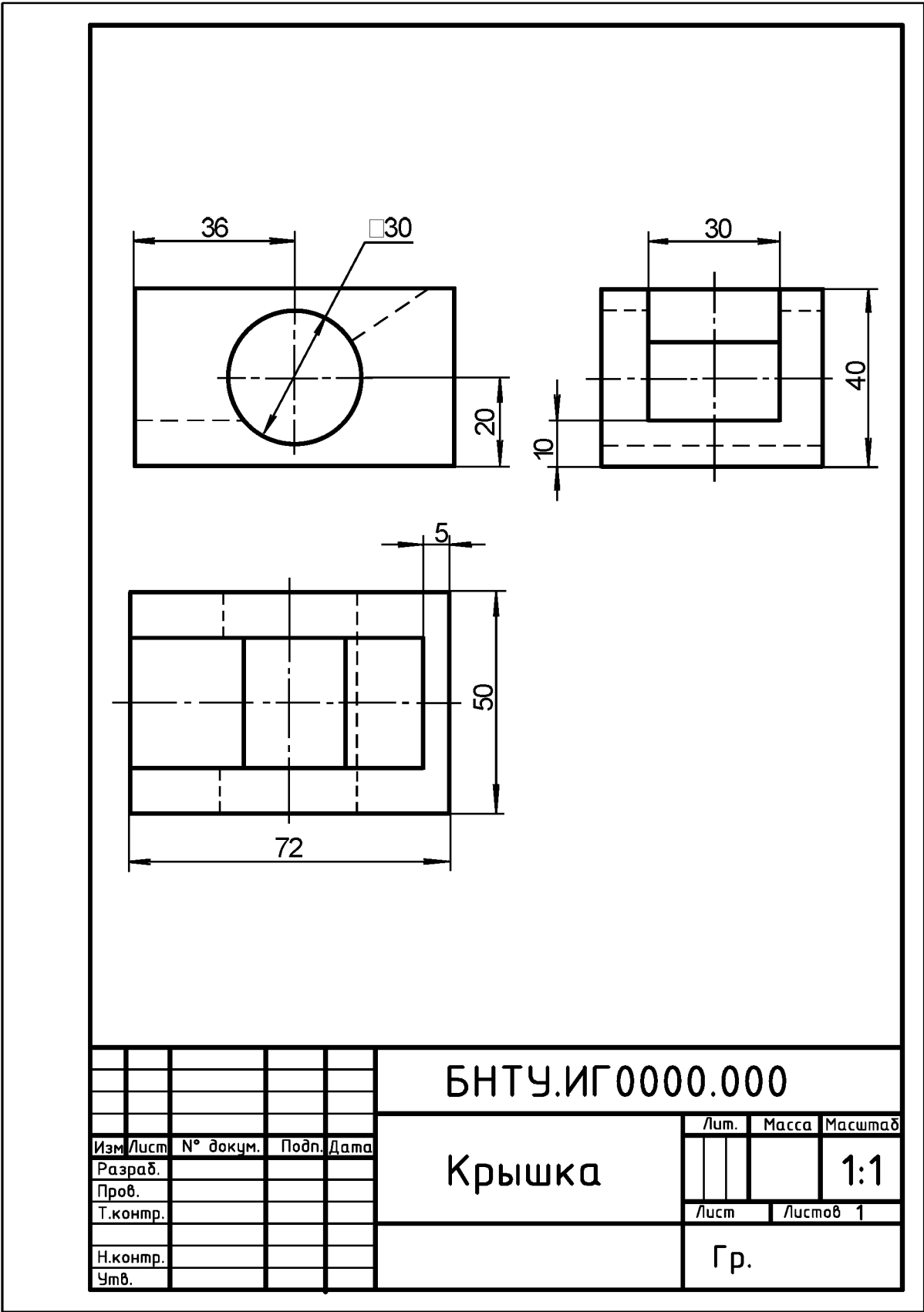


Рис. 3.1. Образец выполнения графической работы № 3

Графические работы № 4–8

Простые разрезы

В соответствии с указанным вариантом выполнить чертеж геометрического тела со срезами и вырезами плоскостями частного положения и проецирующими отверстиями.

Необходимые условия по вариантам для выполнения данной графической работы приведены табл. 3.2–3.6. В каждом варианте приведены два вида заданного геометрического тела – главный вид и вид сверху, указаны размеры всех его элементов. Для облегчения чтения чертежа приведены также трехмерные изображения геометрического тела, одно из которых – тоновое, а на втором – геометрическое тело изображено только контурными линиями.

Порядок выполнения заданий следующий:

в тонких линиях перечертить главный вид и вид сверху;

построить вид слева;

на построенных изображениях выполнить разрезы;

нанести необходимые размеры;

оформить чертеж в соответствии с требованиями стандартов.

Образцы выполнения графических работ к каждой таблице приведены на рис. 3.2–3.6. Их исходные условия соответствуют варианту 32 каждой таблицы.

Цель работы

1. Совершенствовать навыки построения *основных видов* геометрических тел, симметричных относительно одной или двух плоскостей (фронтальной и/или профильной).

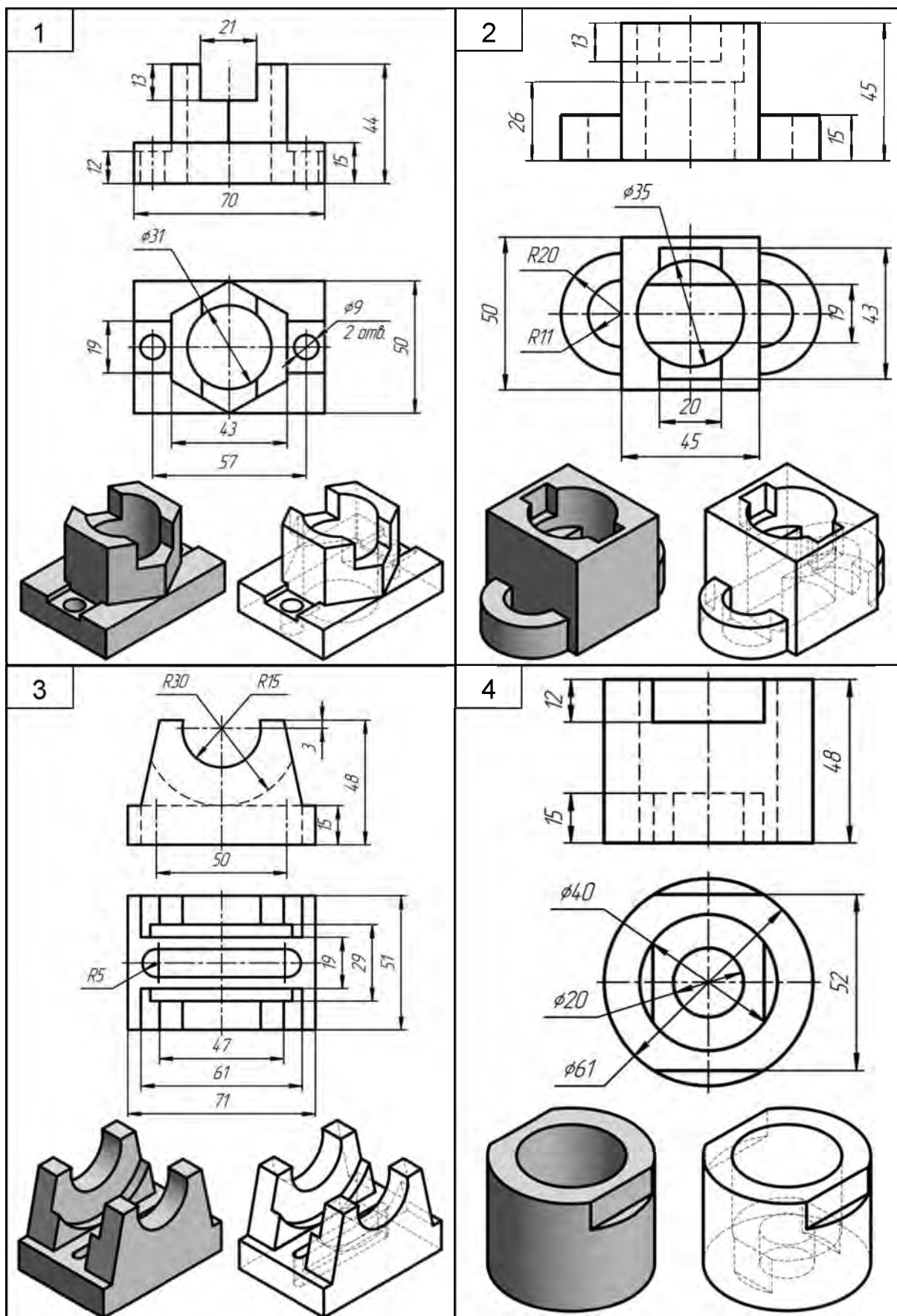
2. Получить навыки выполнения на чертеже *простых разрезов* – вертикальных и горизонтального – и навыки соединения части разреза с частью вида, соединяемых по осевой линии.

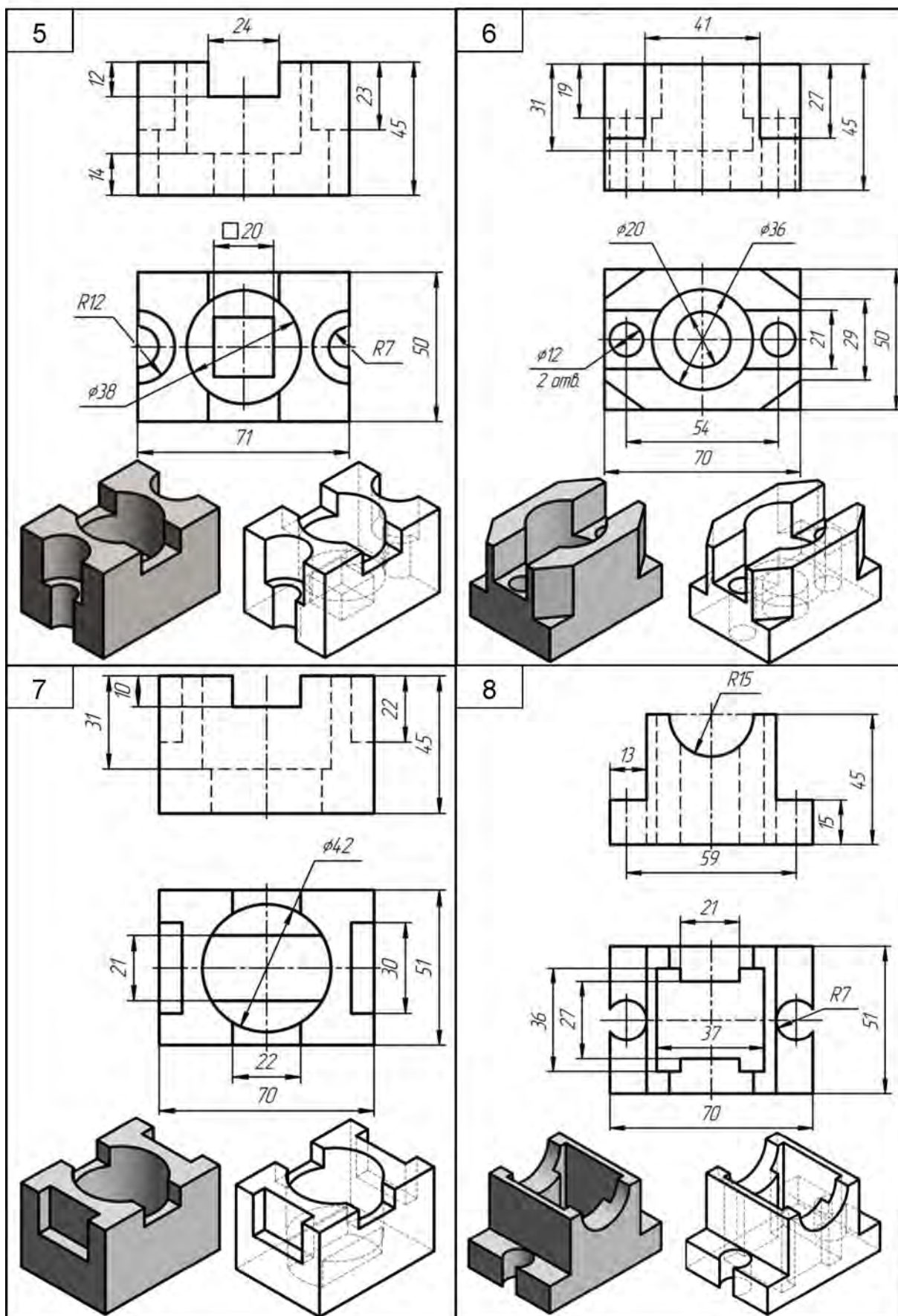
3. Совершенствовать навыки построения *линий пересечения* плоскостей частного положения и получить навыки построения *линий пересечения* плоскостями *цилиндрических поверхностей* вдоль их образующих.

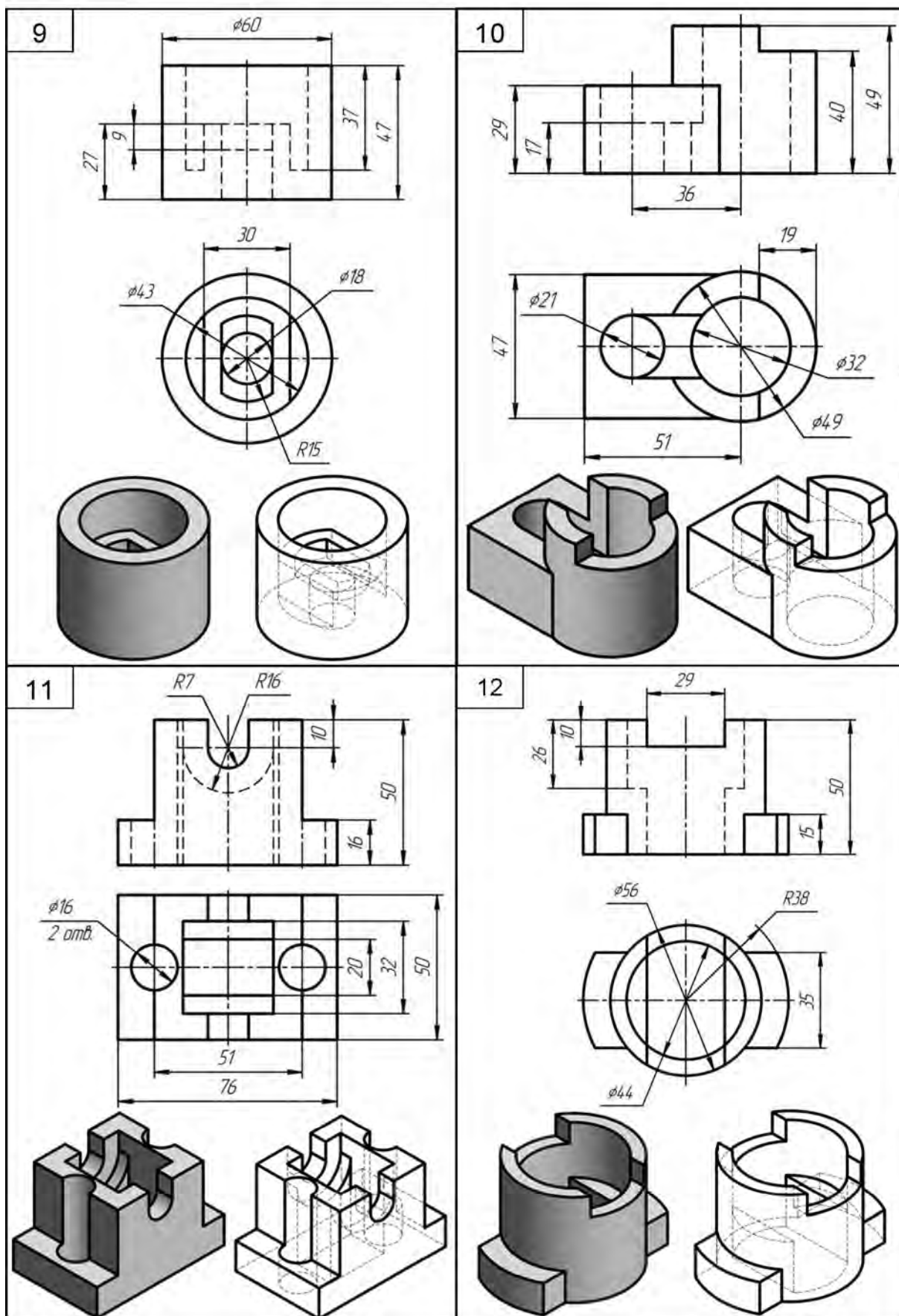
4. Совершенствовать ранее полученные навыки оформления чертежей – правильного применения и начертания линий, выполнения штриховки, нанесения размеров и обозначения разрезов.

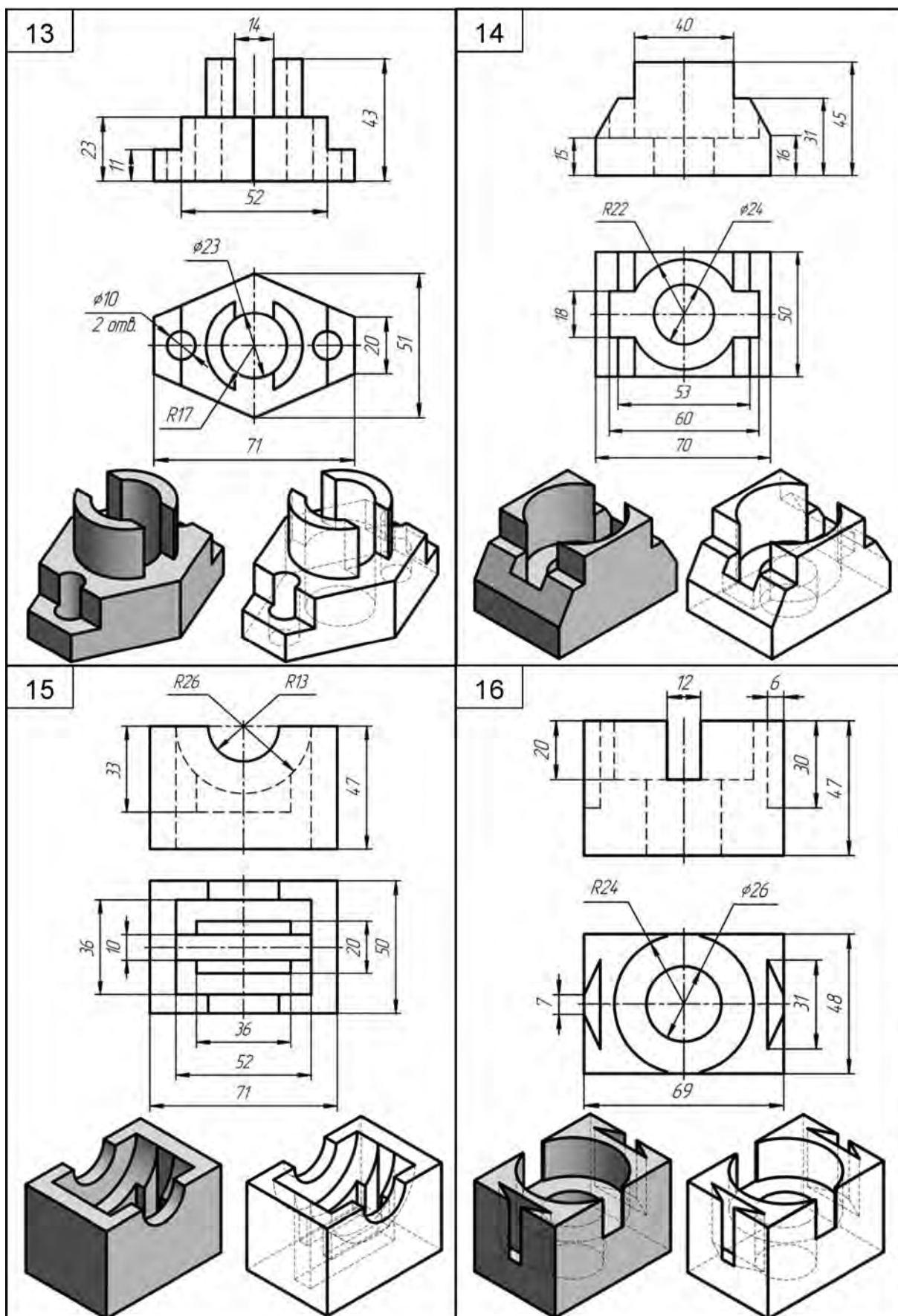
Графические работы № 4–8 выполнить на белой чертежной бумаге формата А3 в масштабе 2 : 1 и оформить по указанным образцам (см. рис. 3.2–3.6), соблюдая установленные указанными ранее стандартами начертания и назначение линий на чертежах, правила нанесения размеров, начертание букв, цифр и знаков и требования к основной надписи (см. прил. 1).

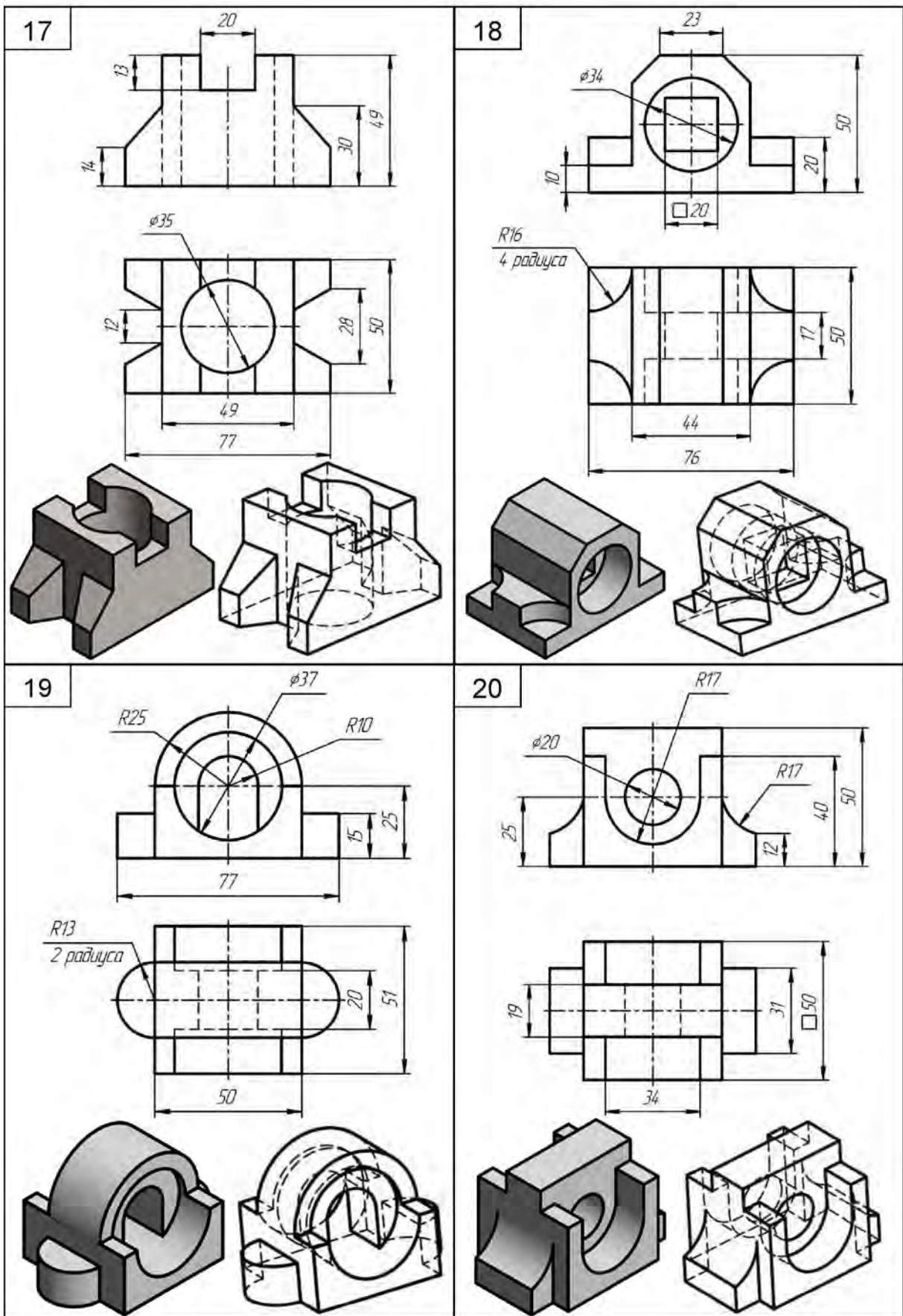
Исходные данные для графической работы № 4

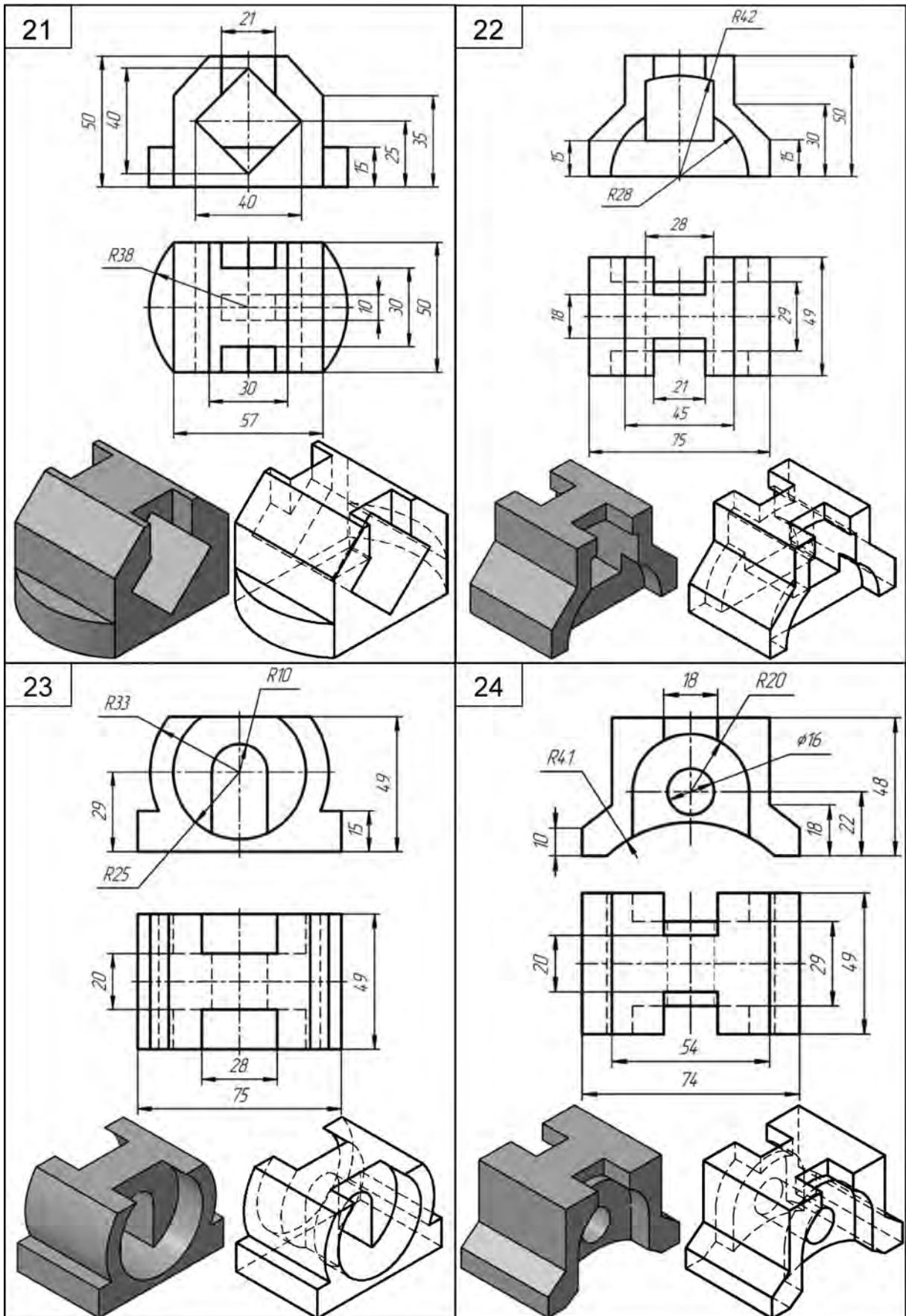


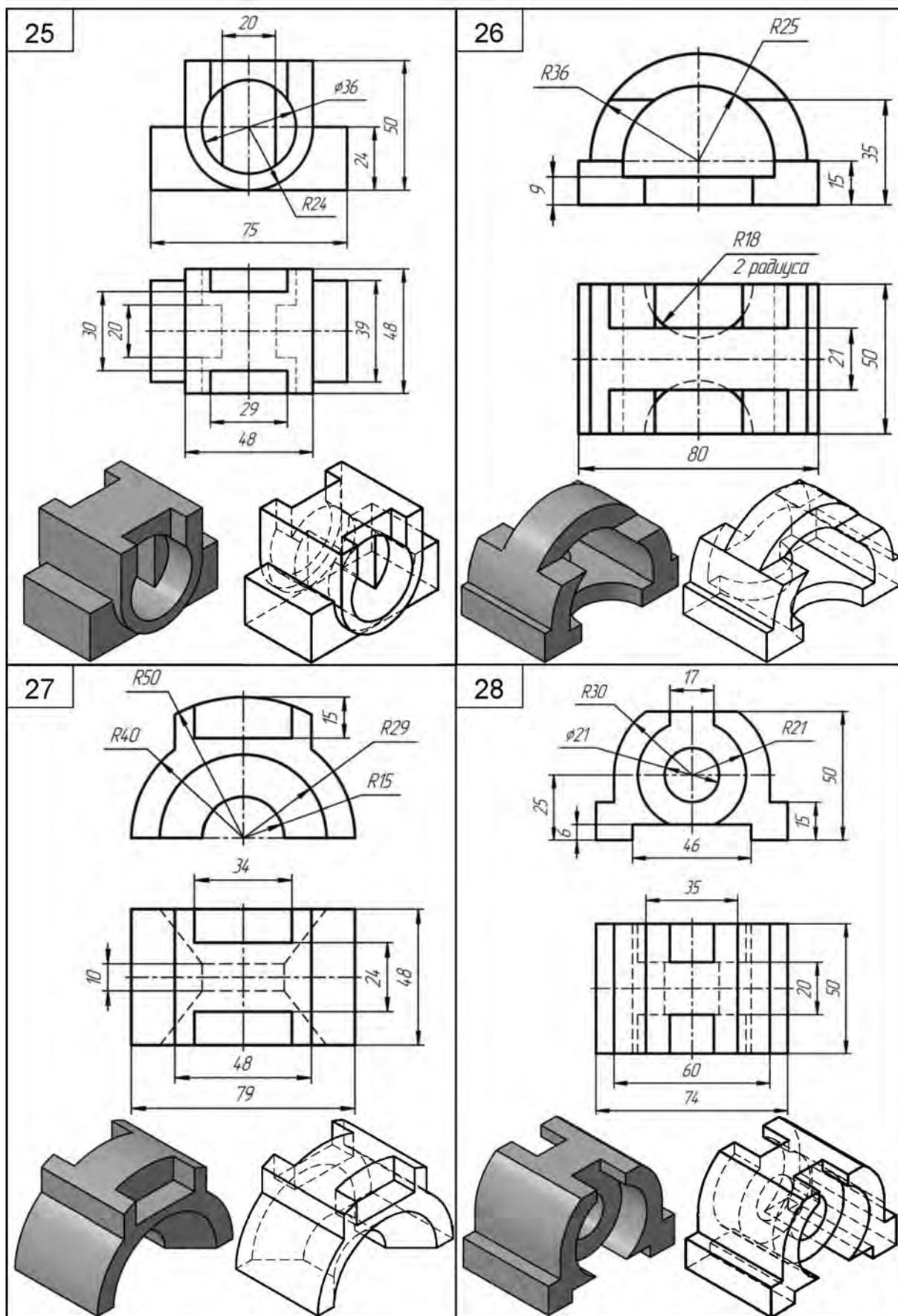


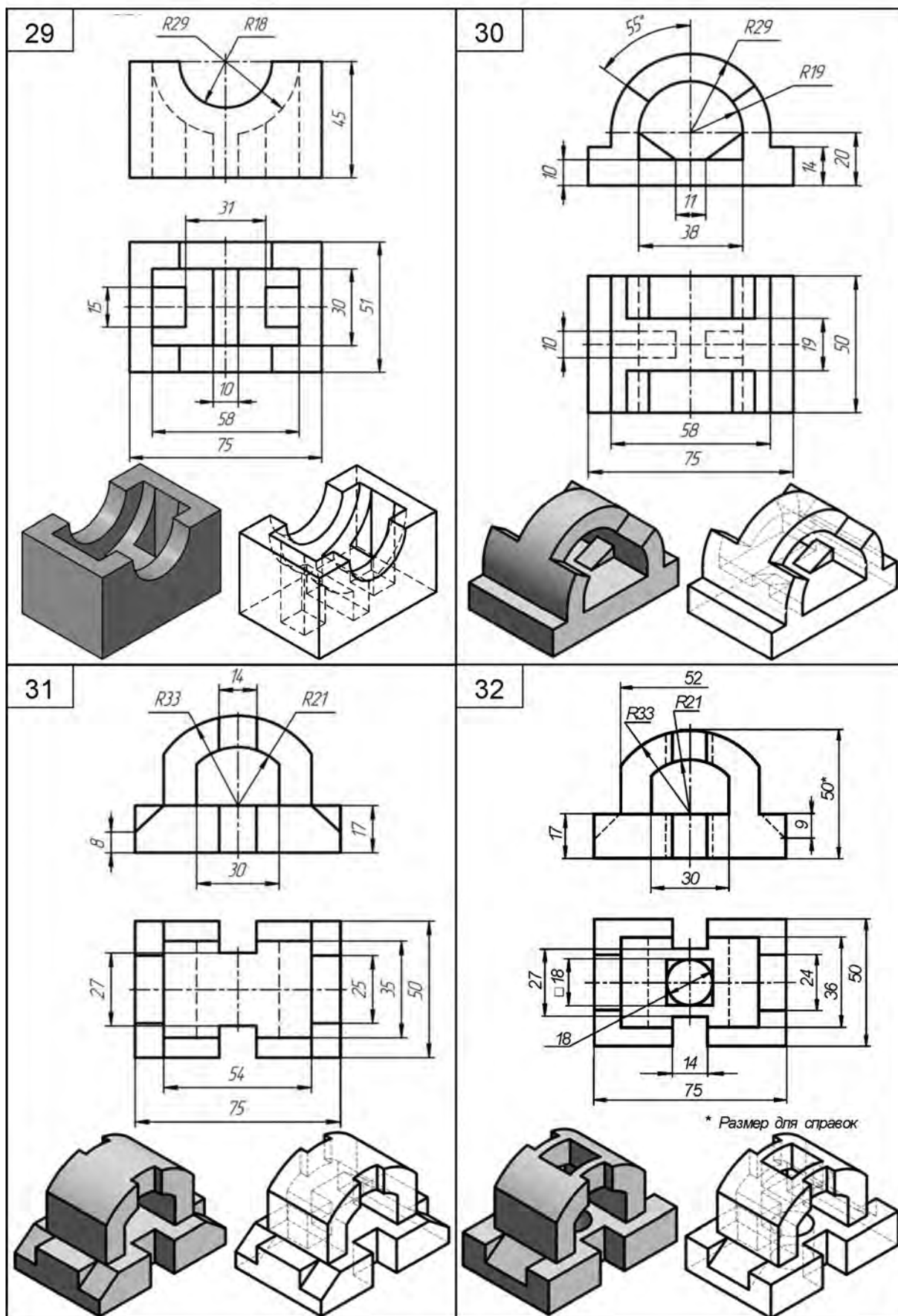












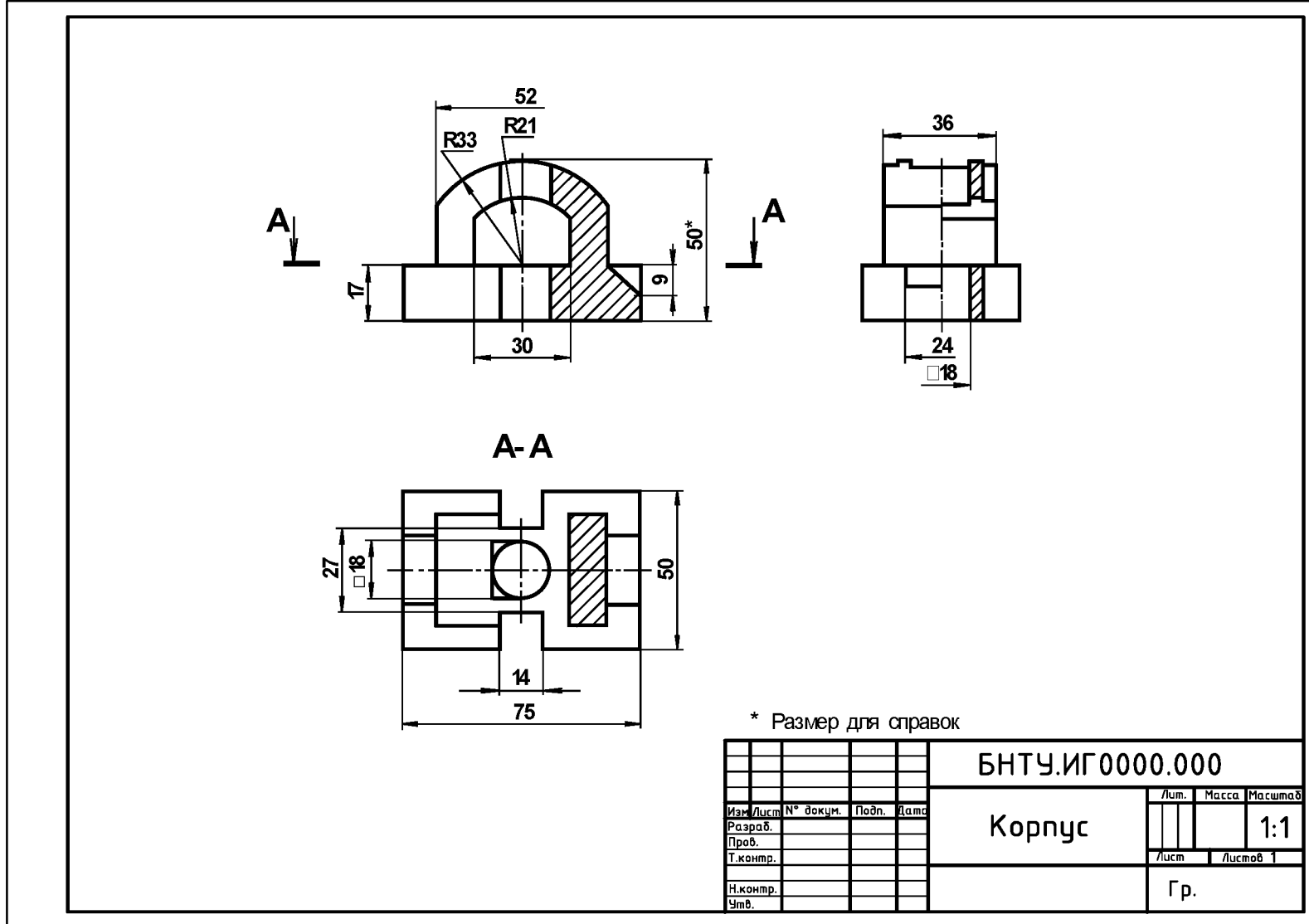
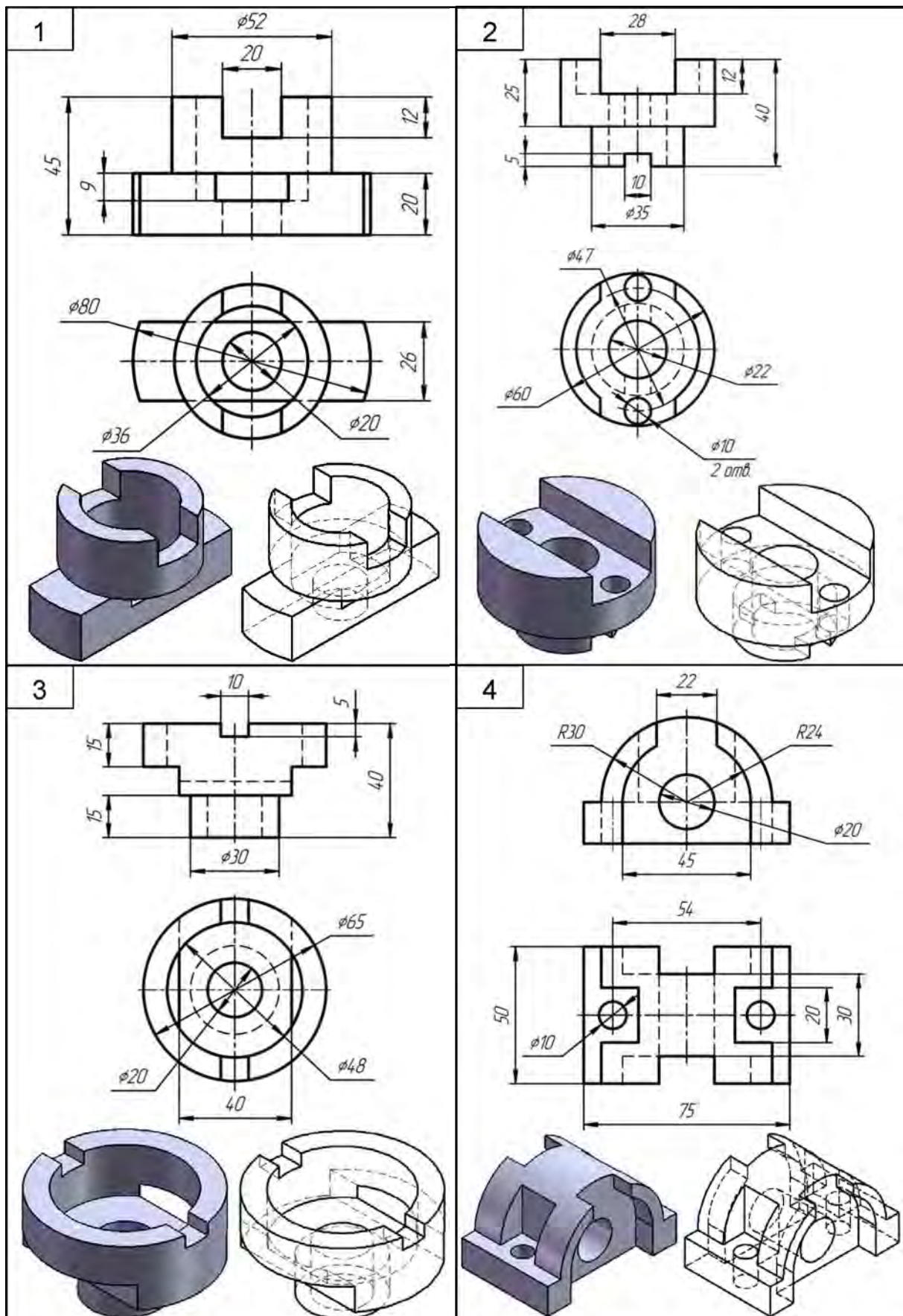
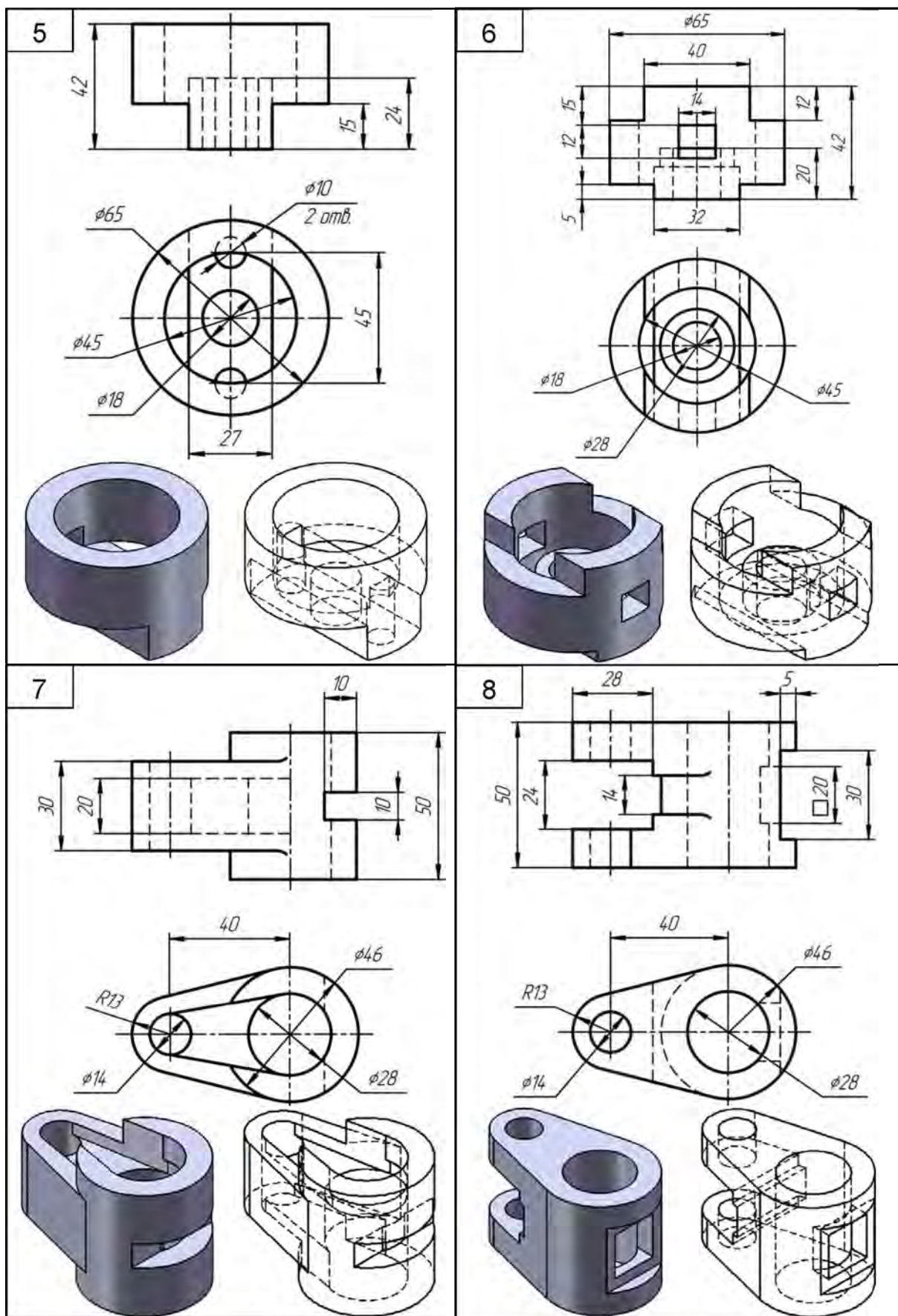
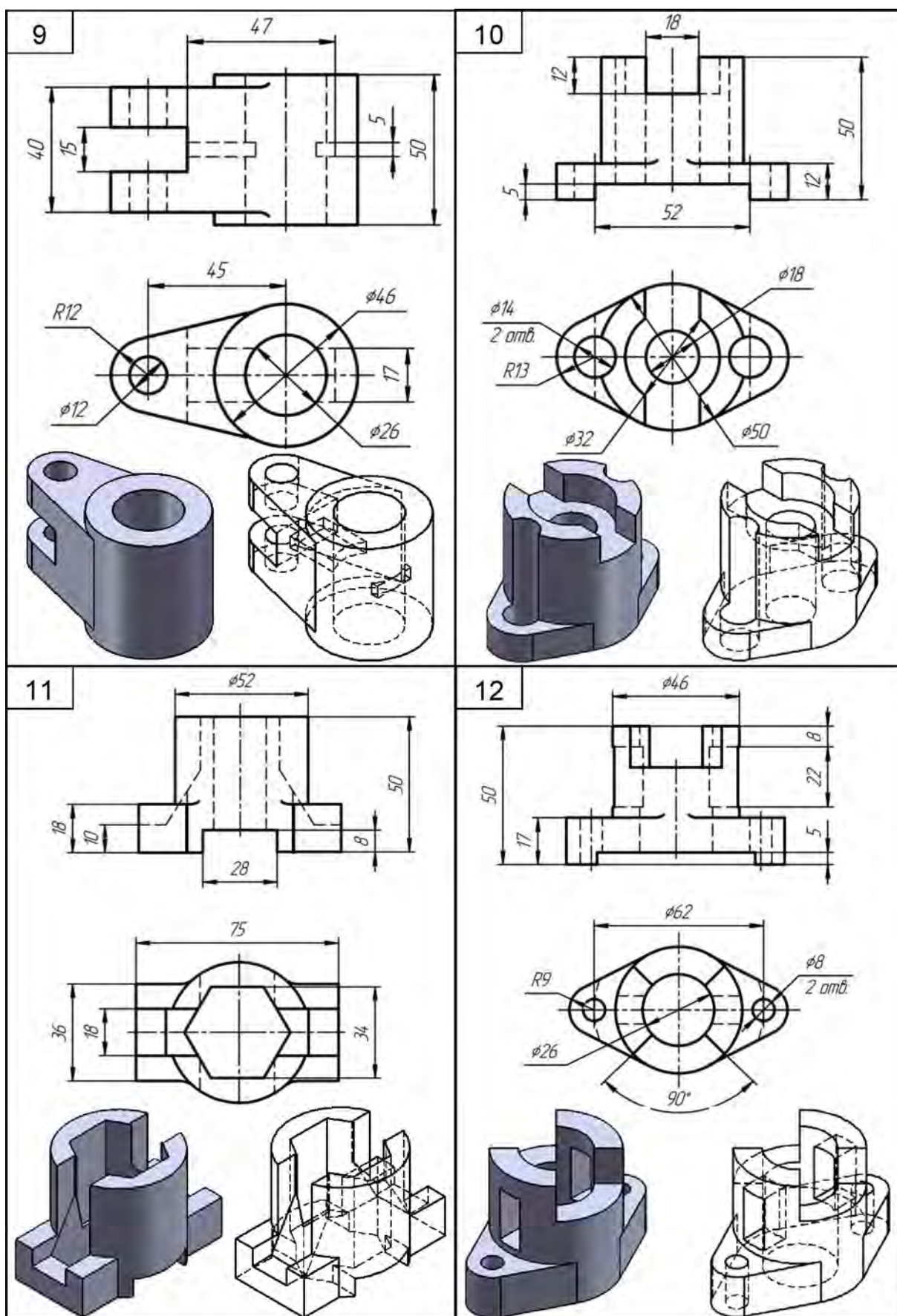


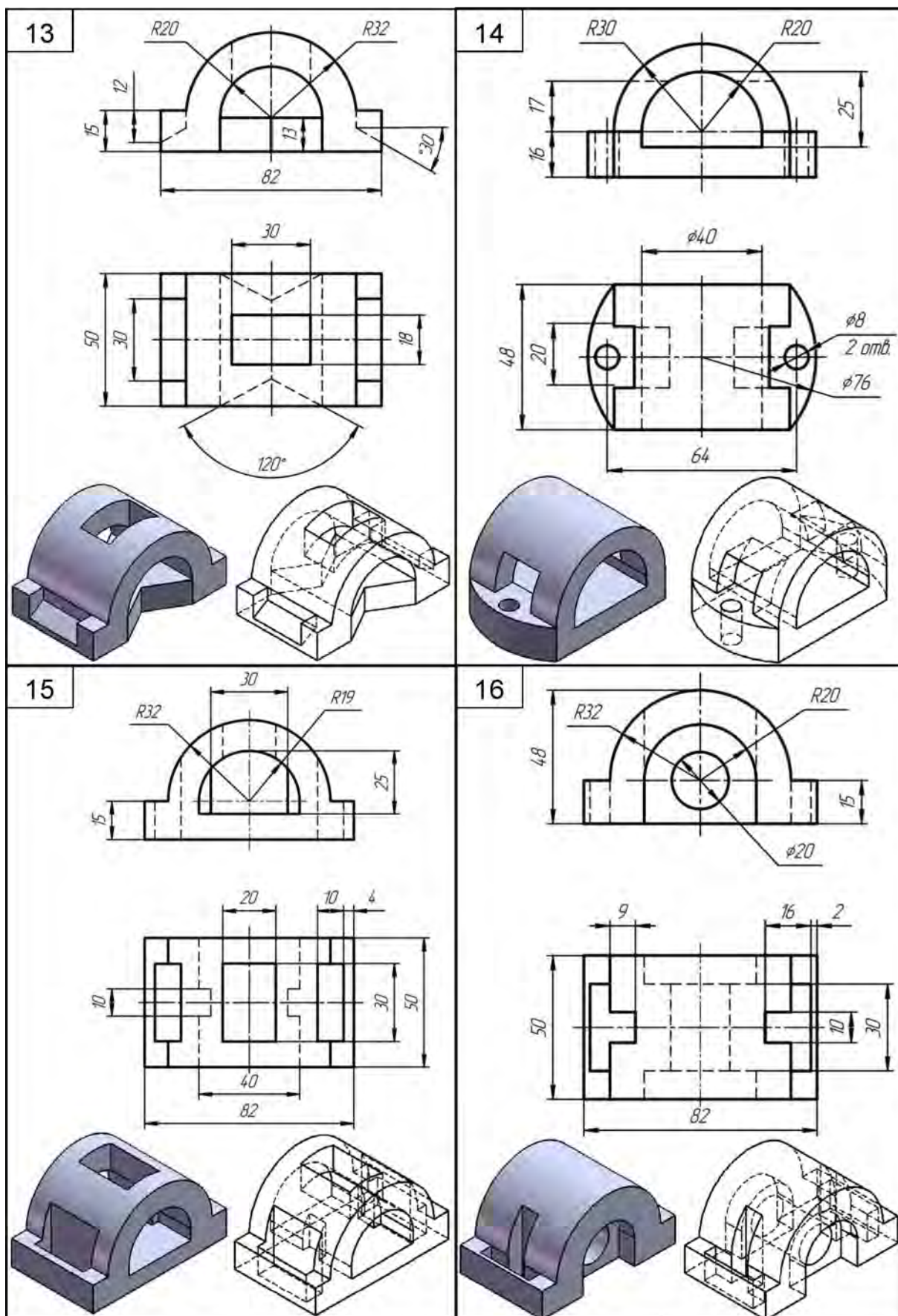
Рис. 3.2. Образец выполнения графической работы № 4

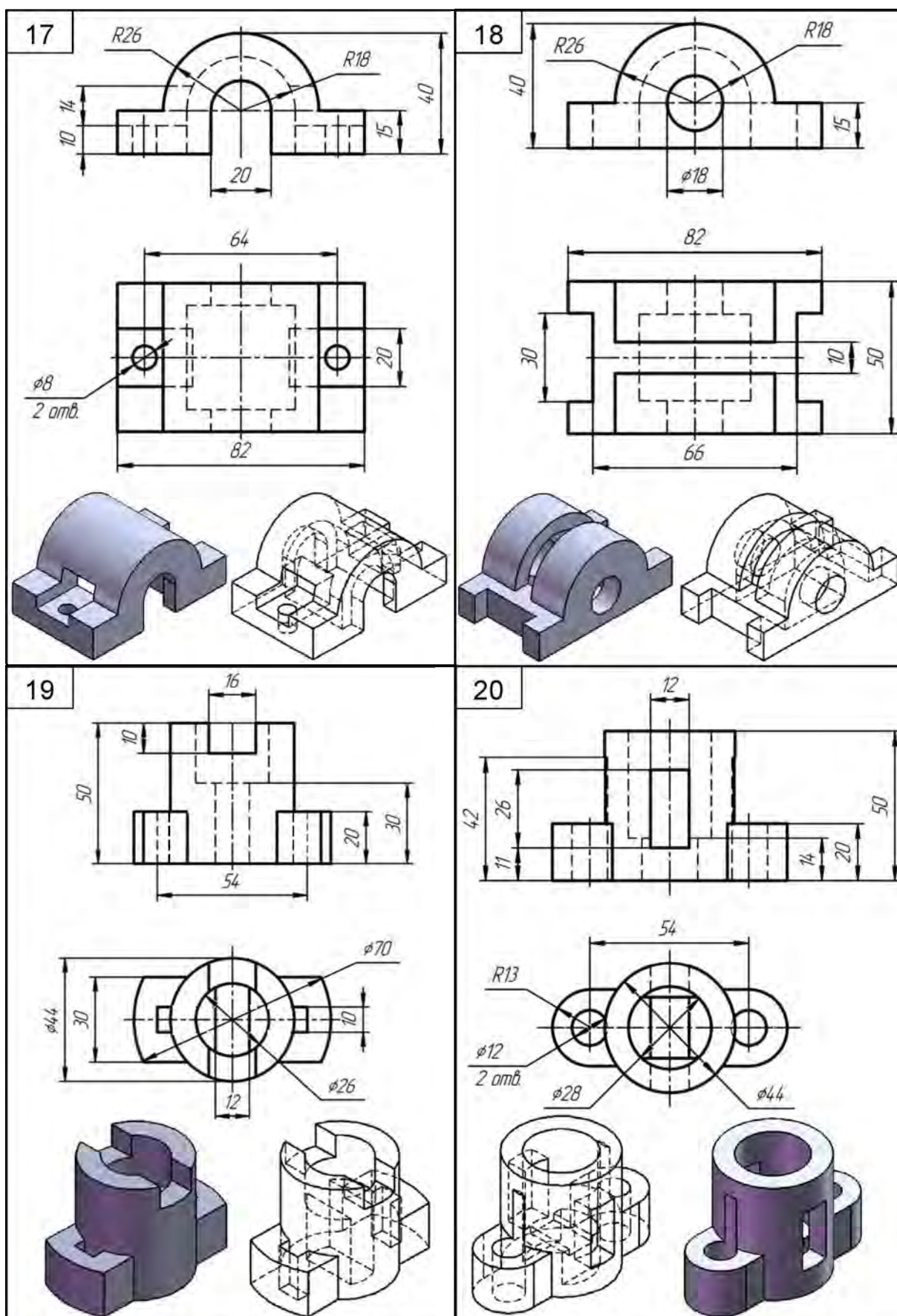
Исходные данные к графической работе № 5

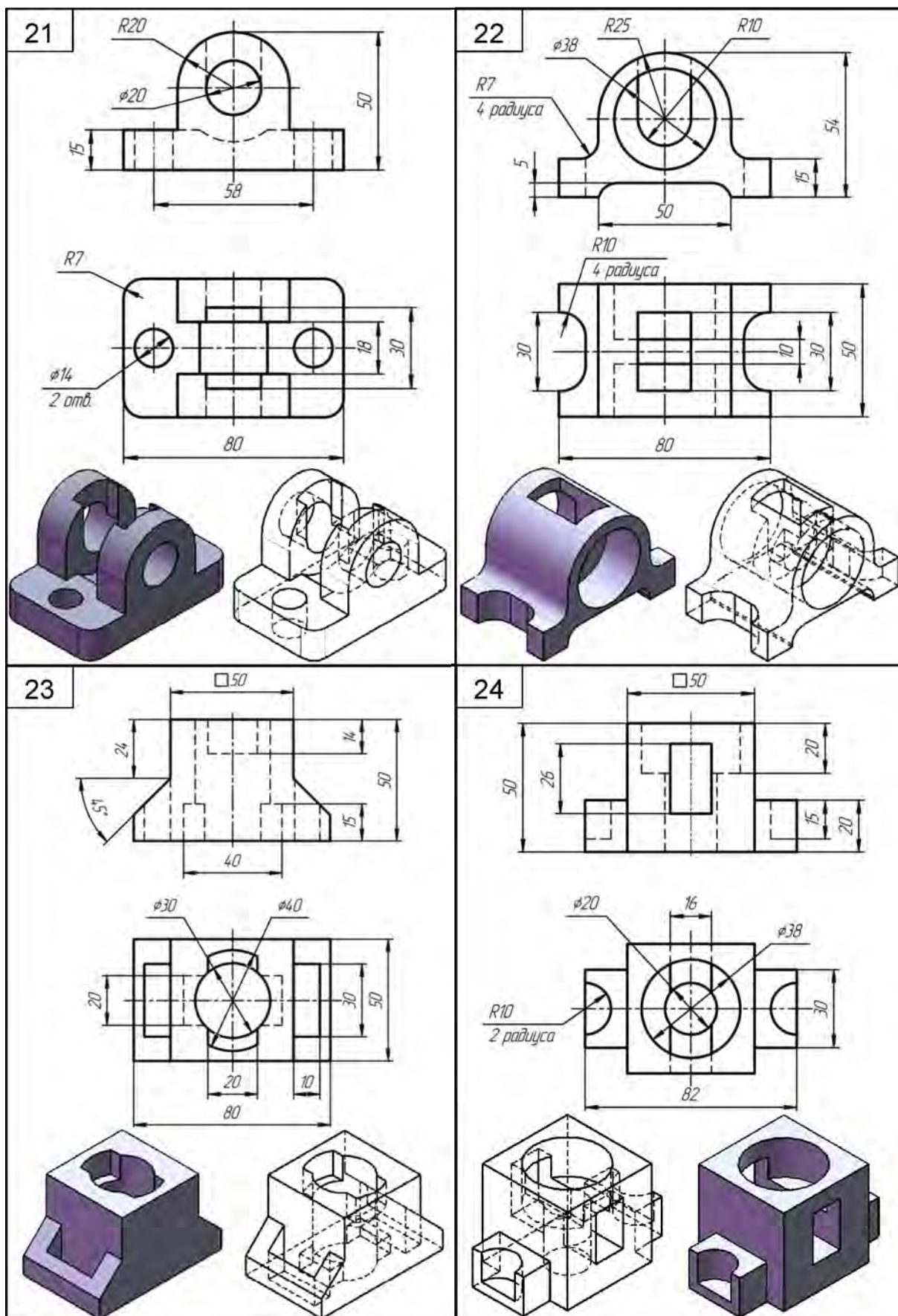


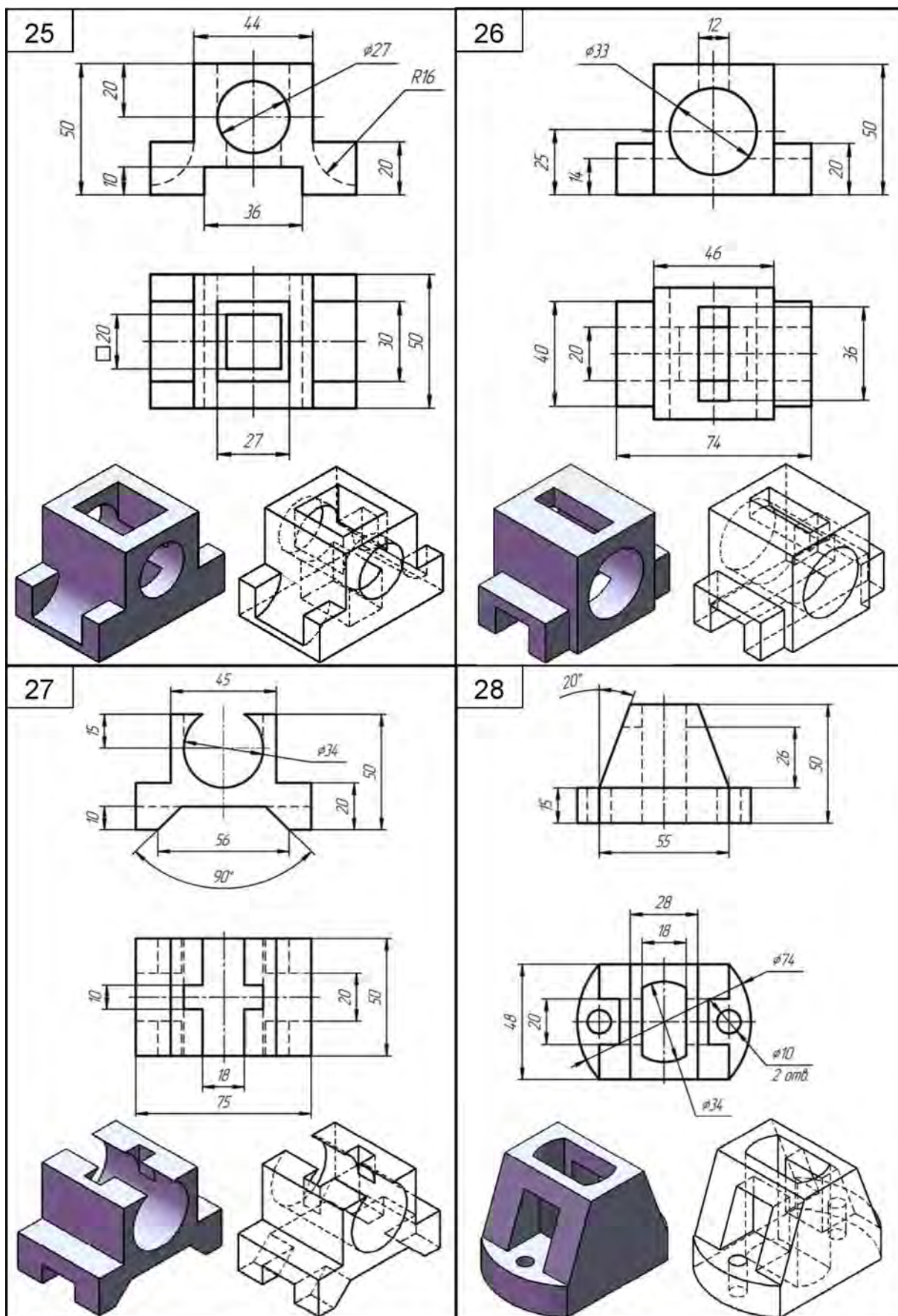


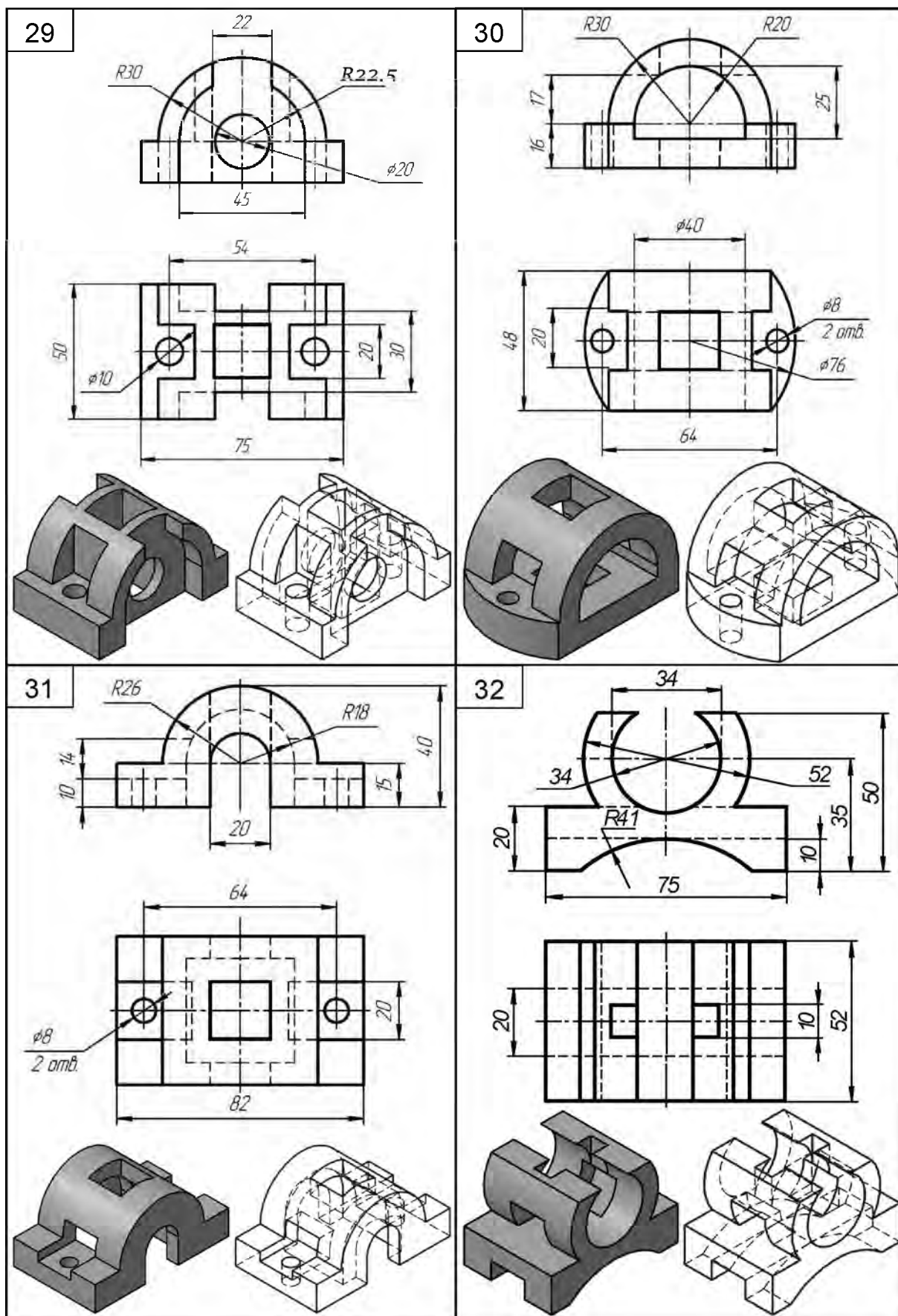












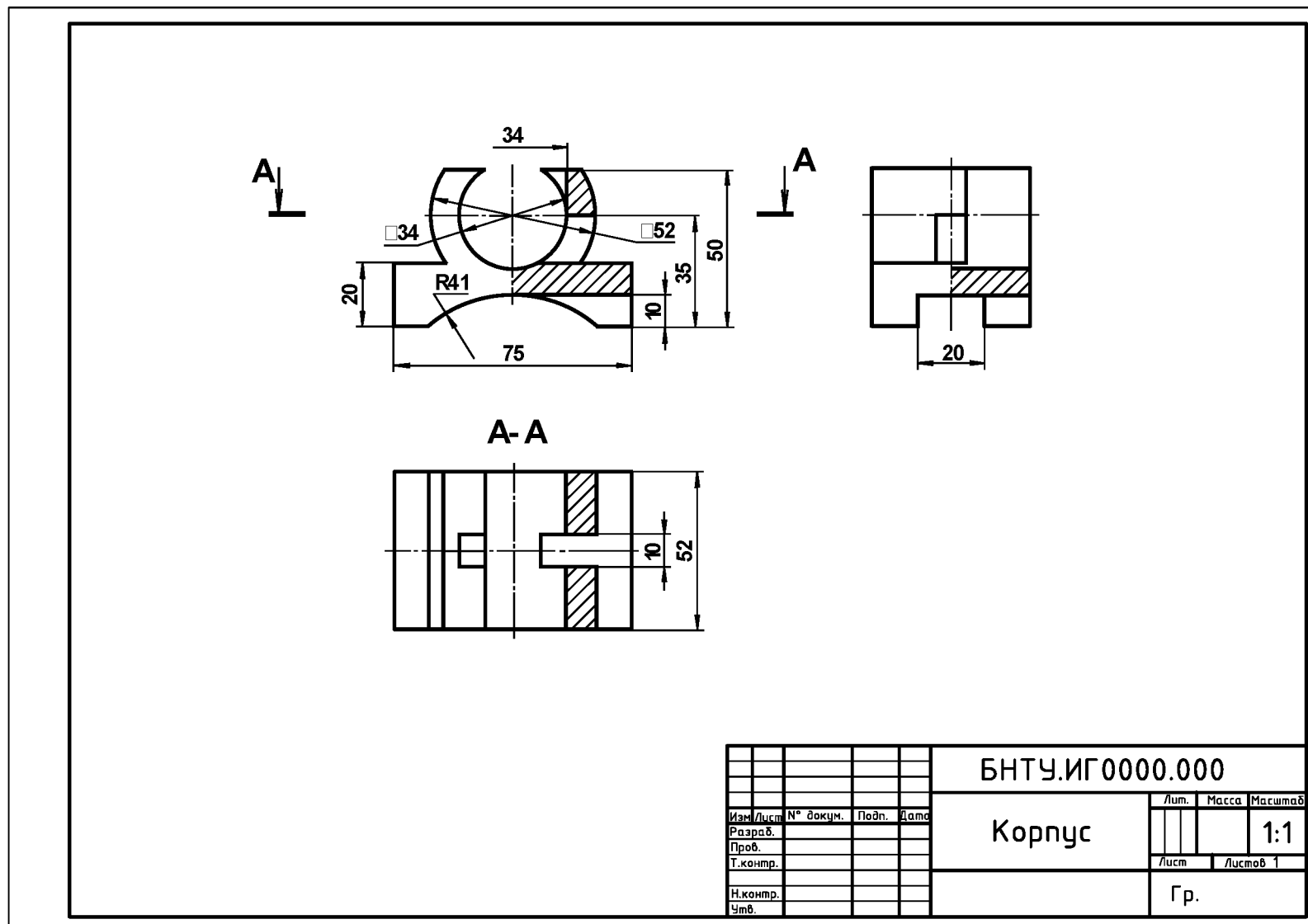
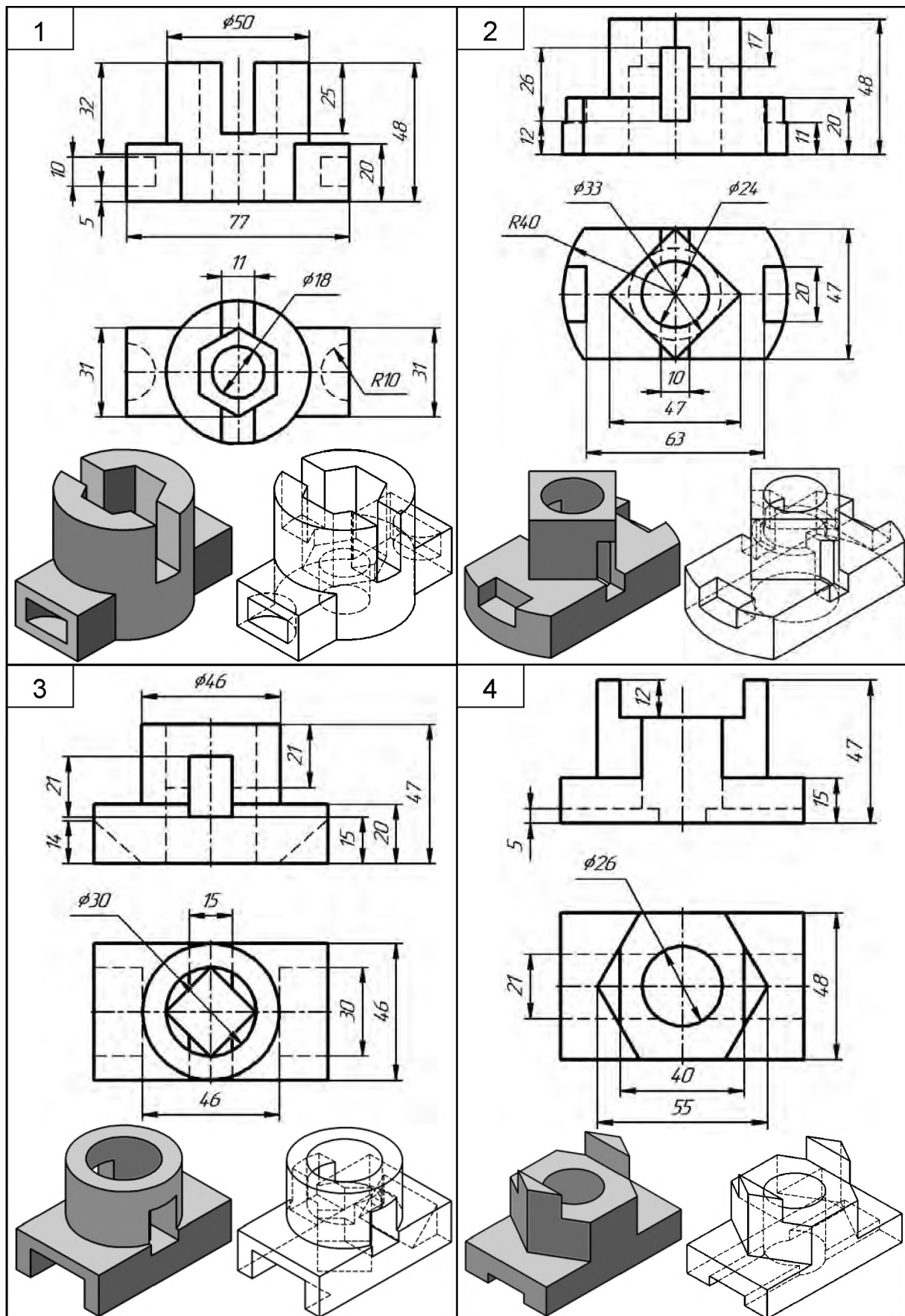
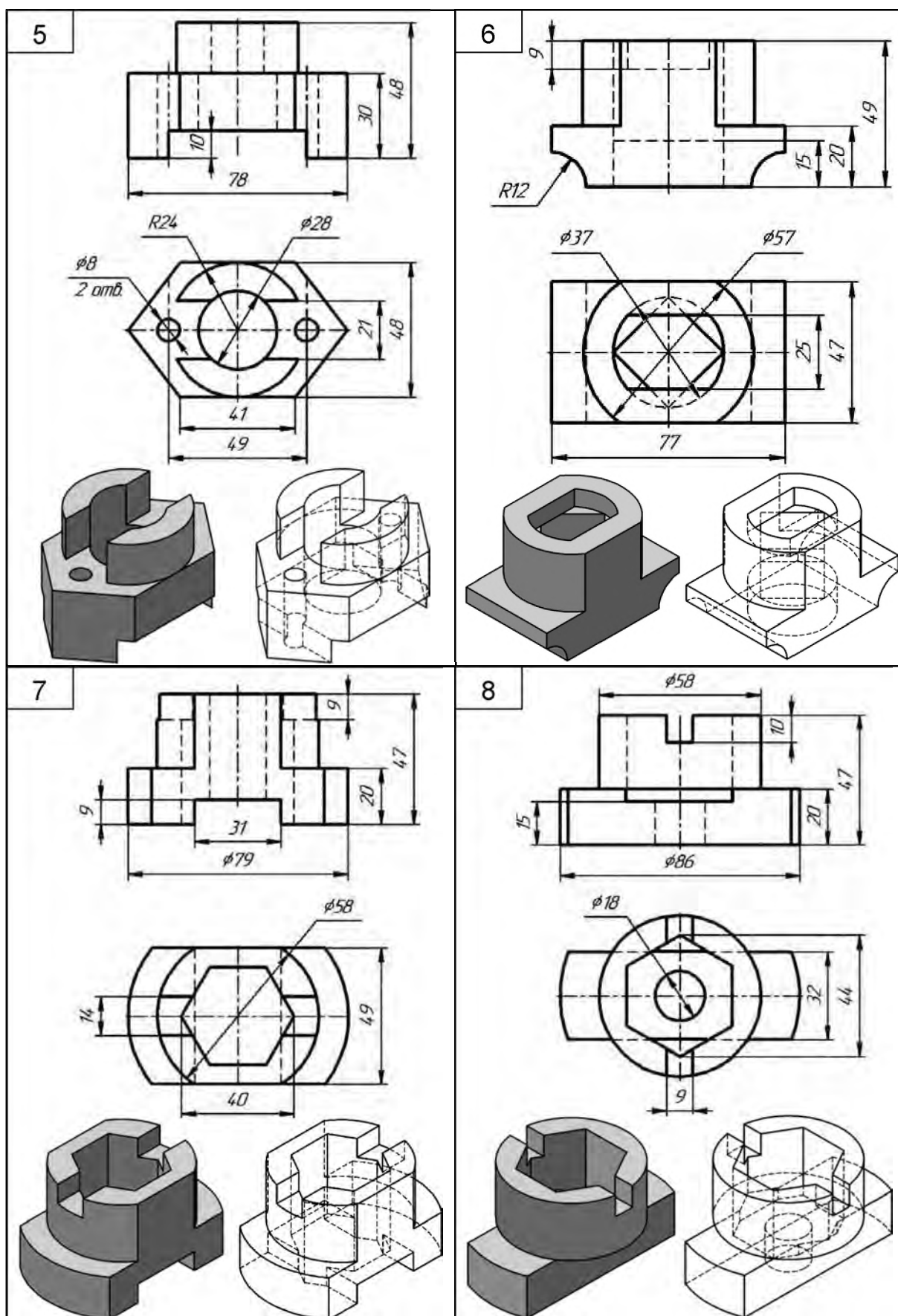
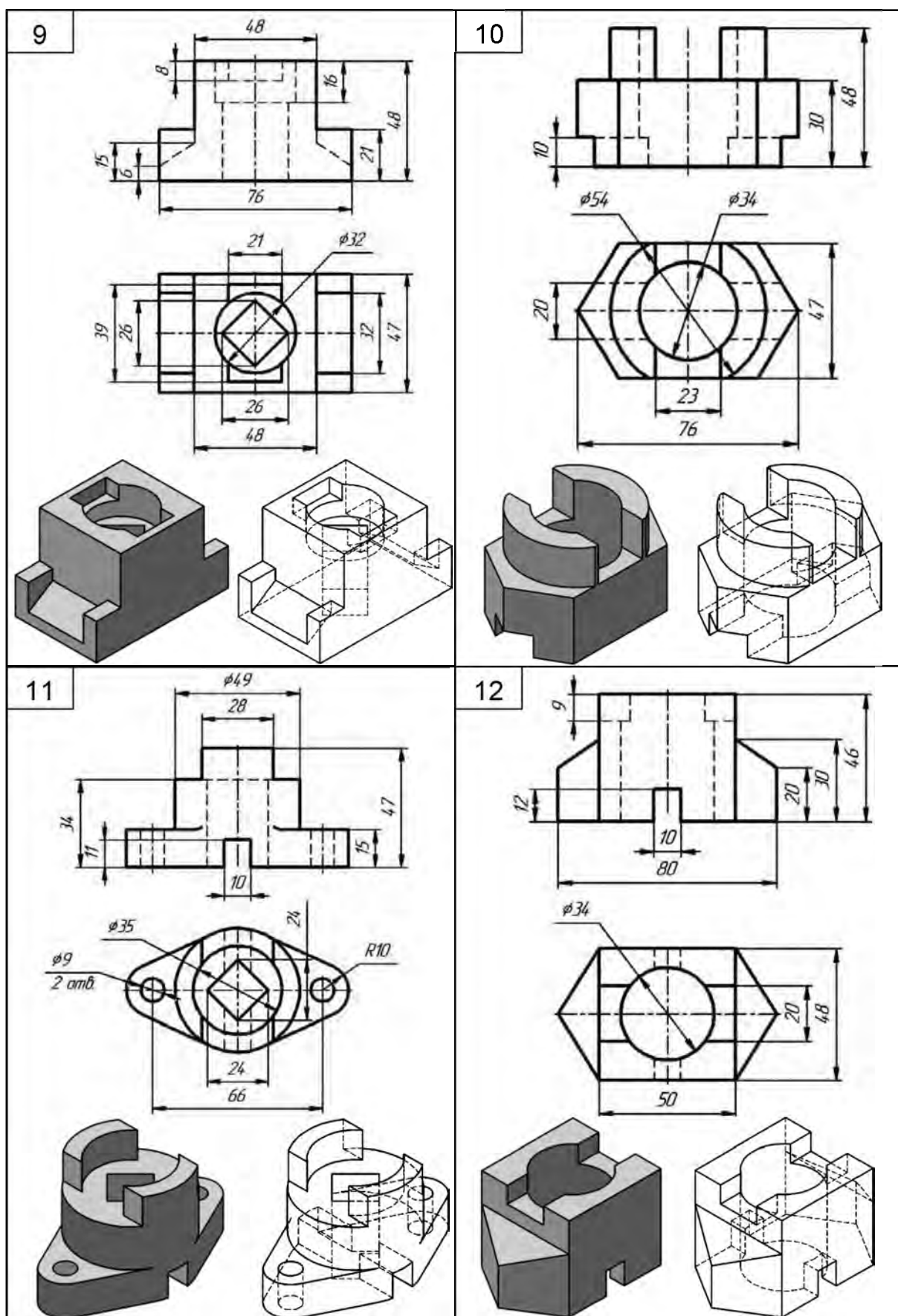


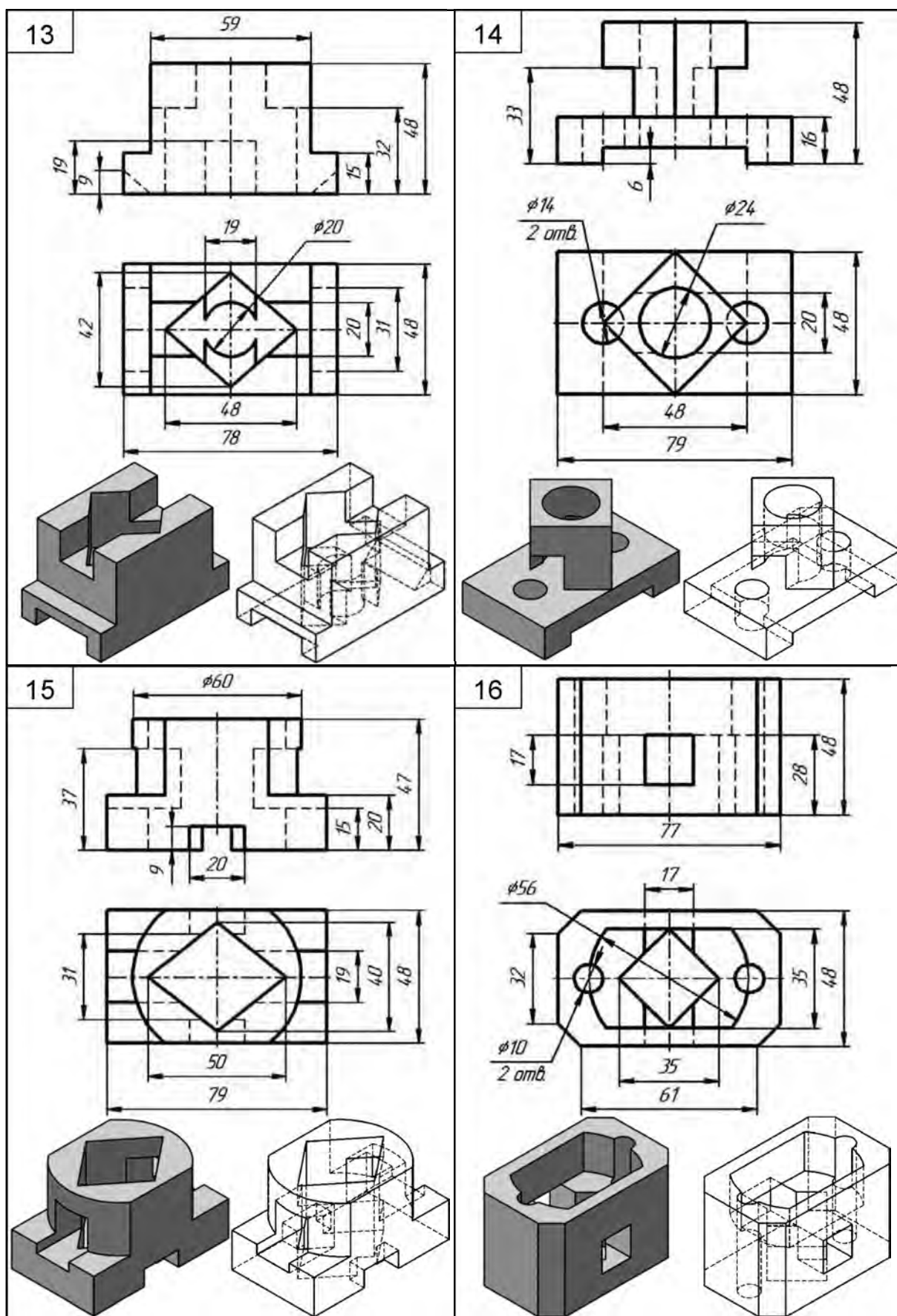
Рис. 3.3. Образец выполнения графической работы № 5

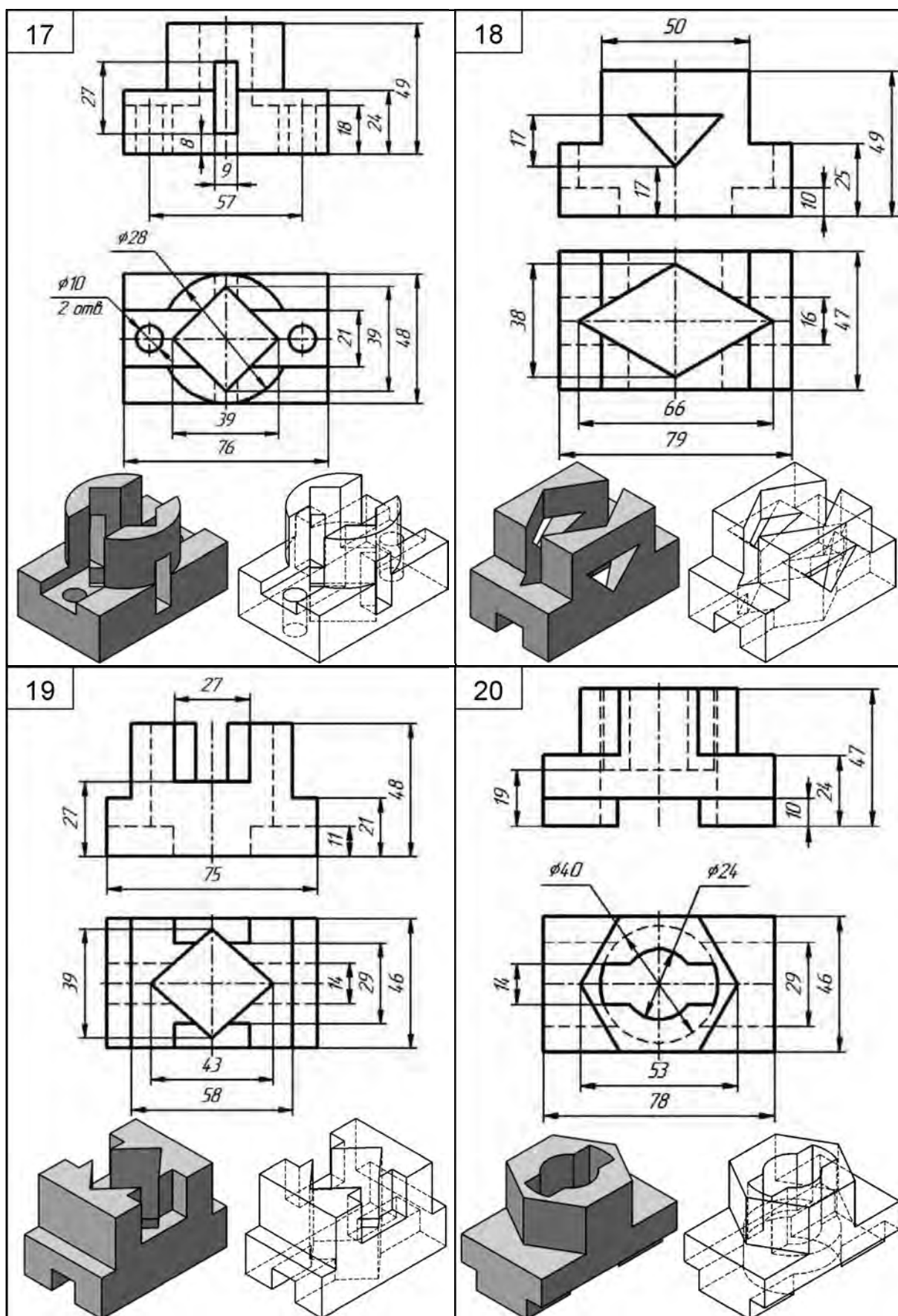
Исходные данные к графической работе № 6

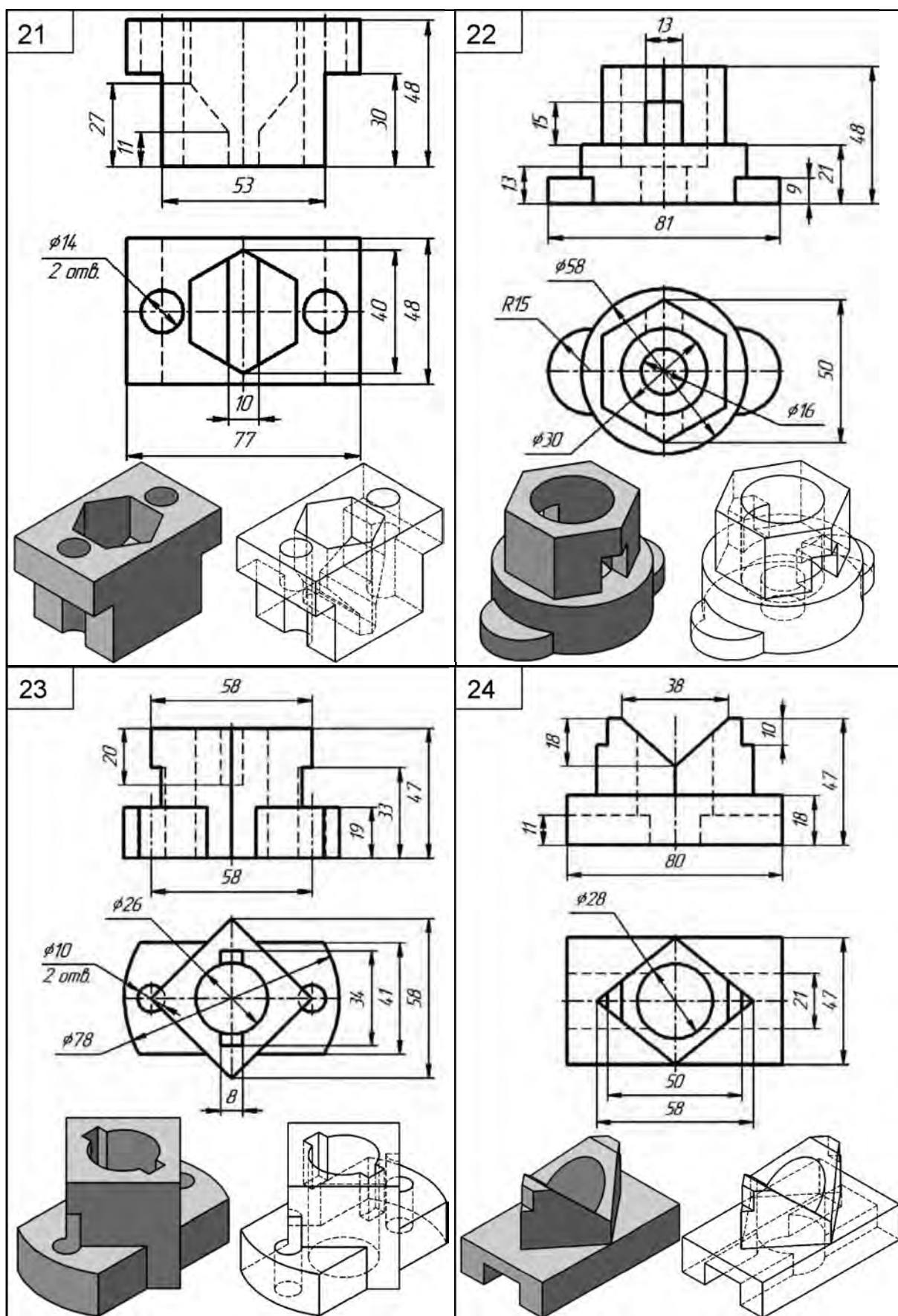


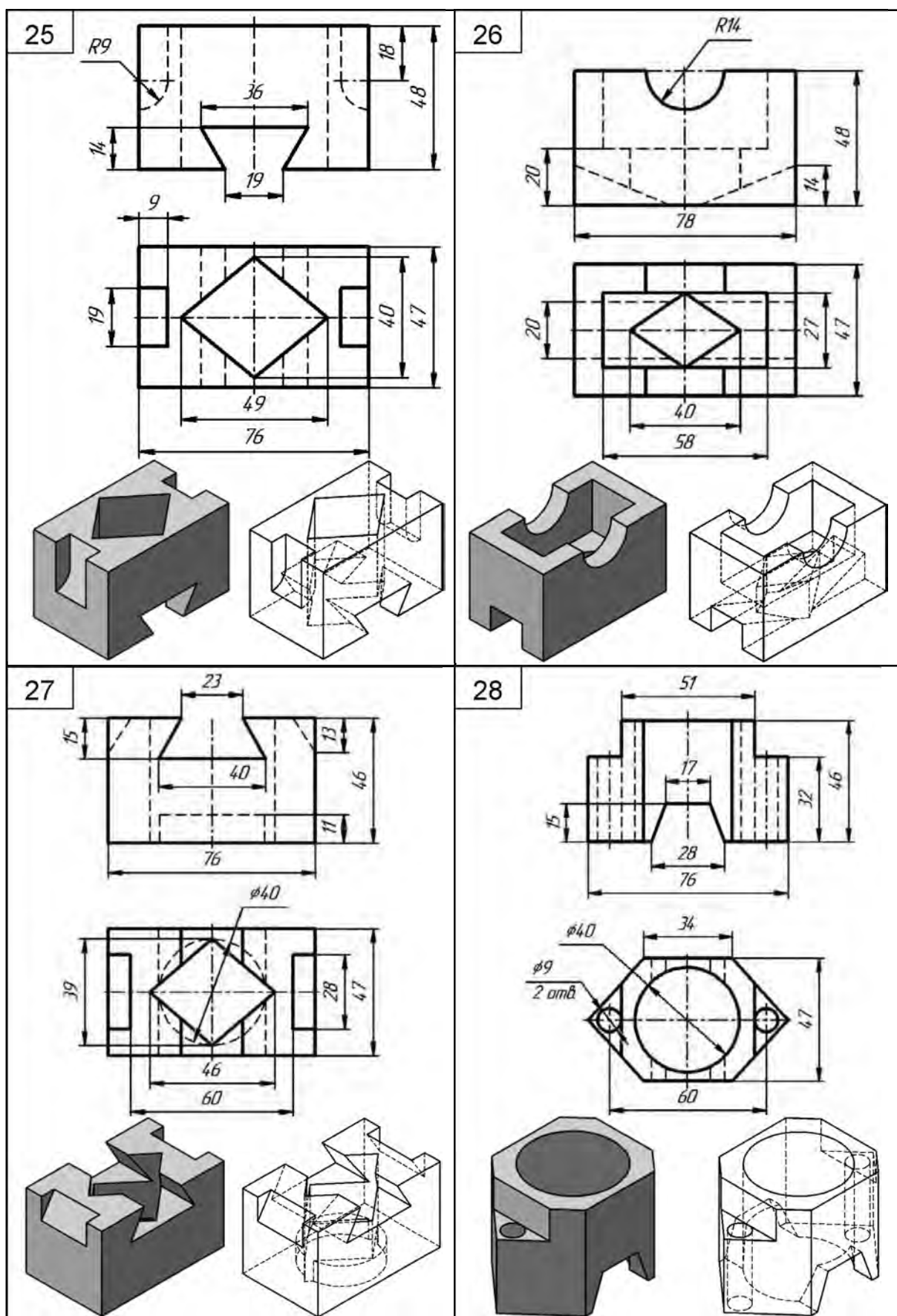


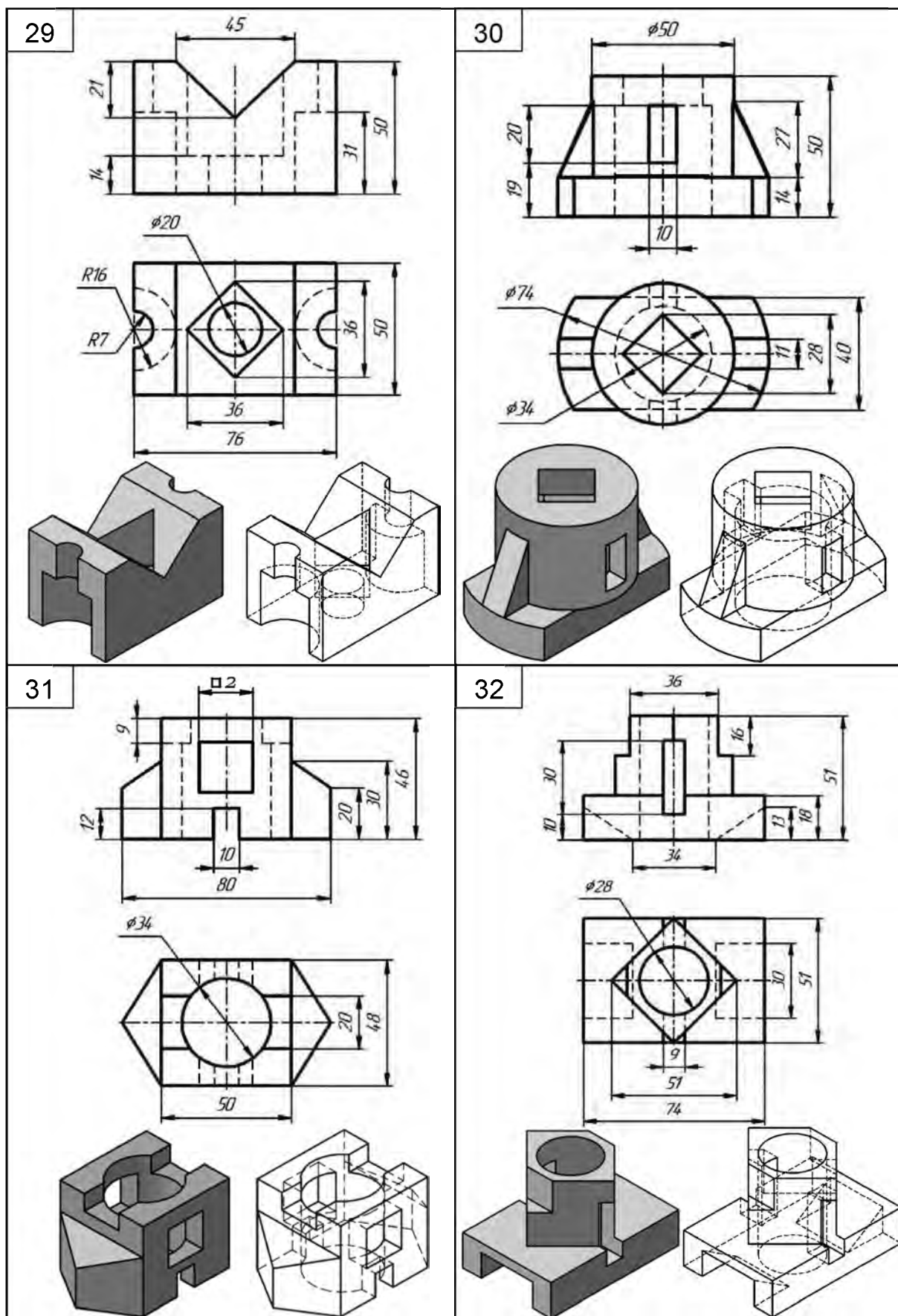












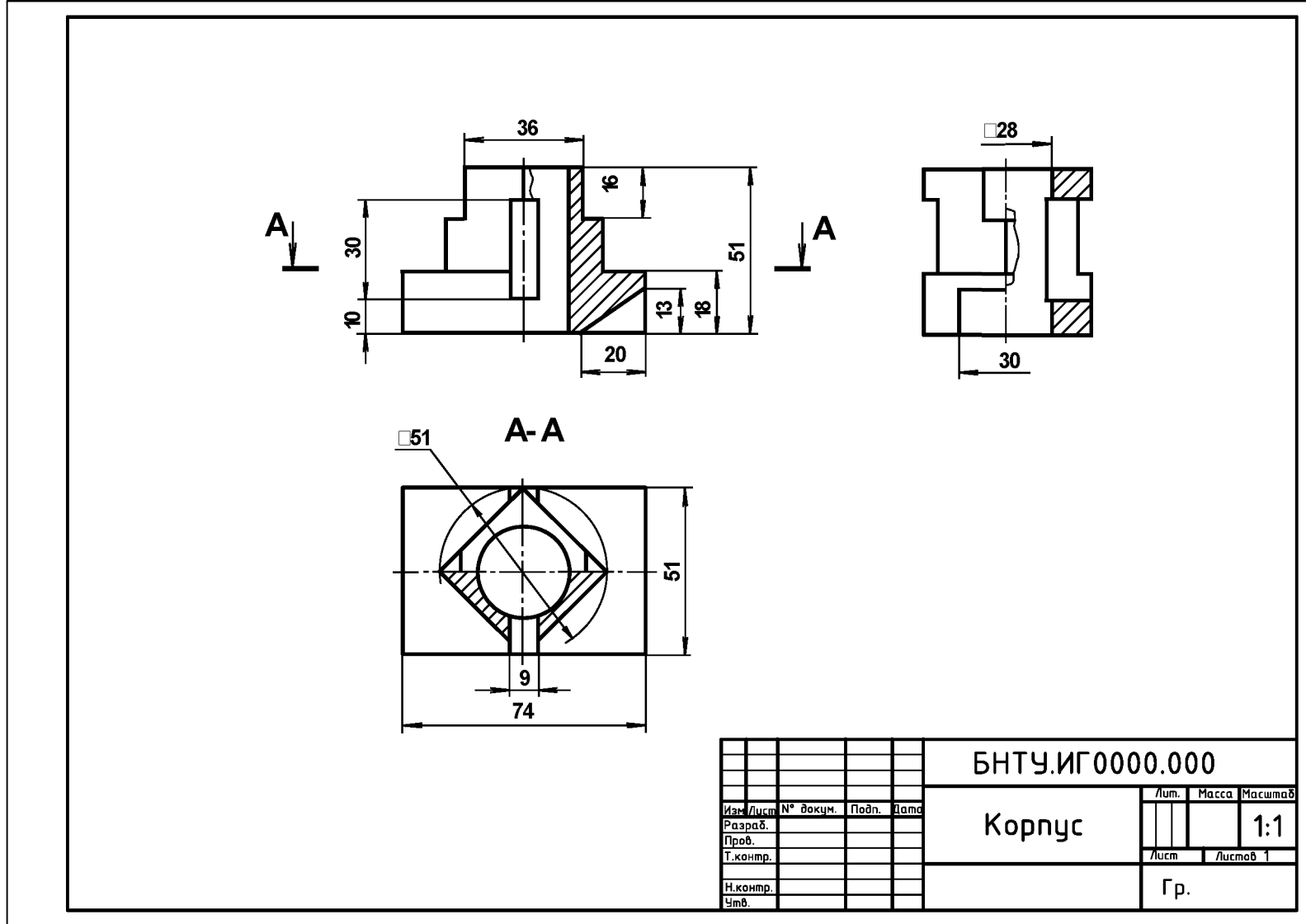
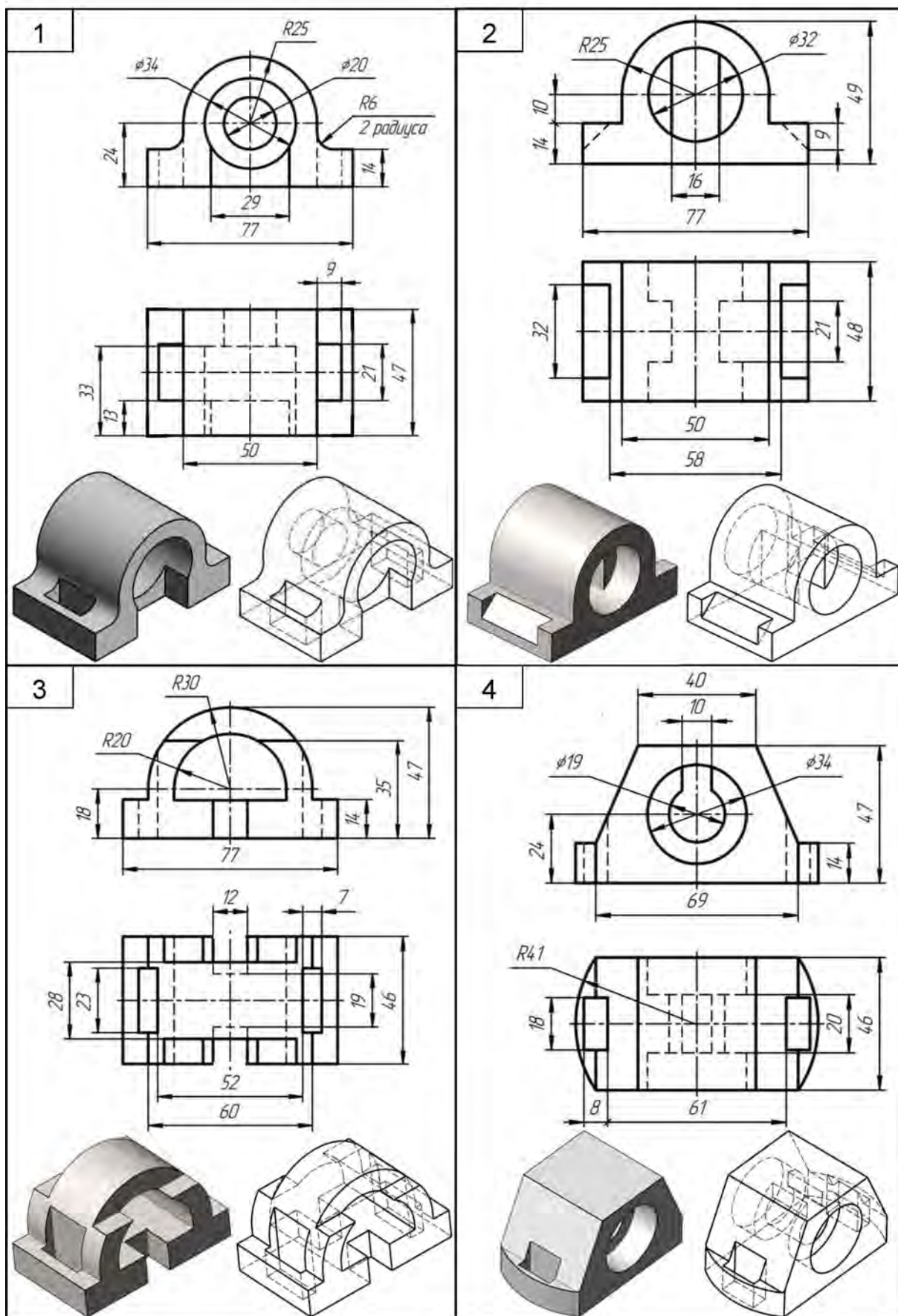
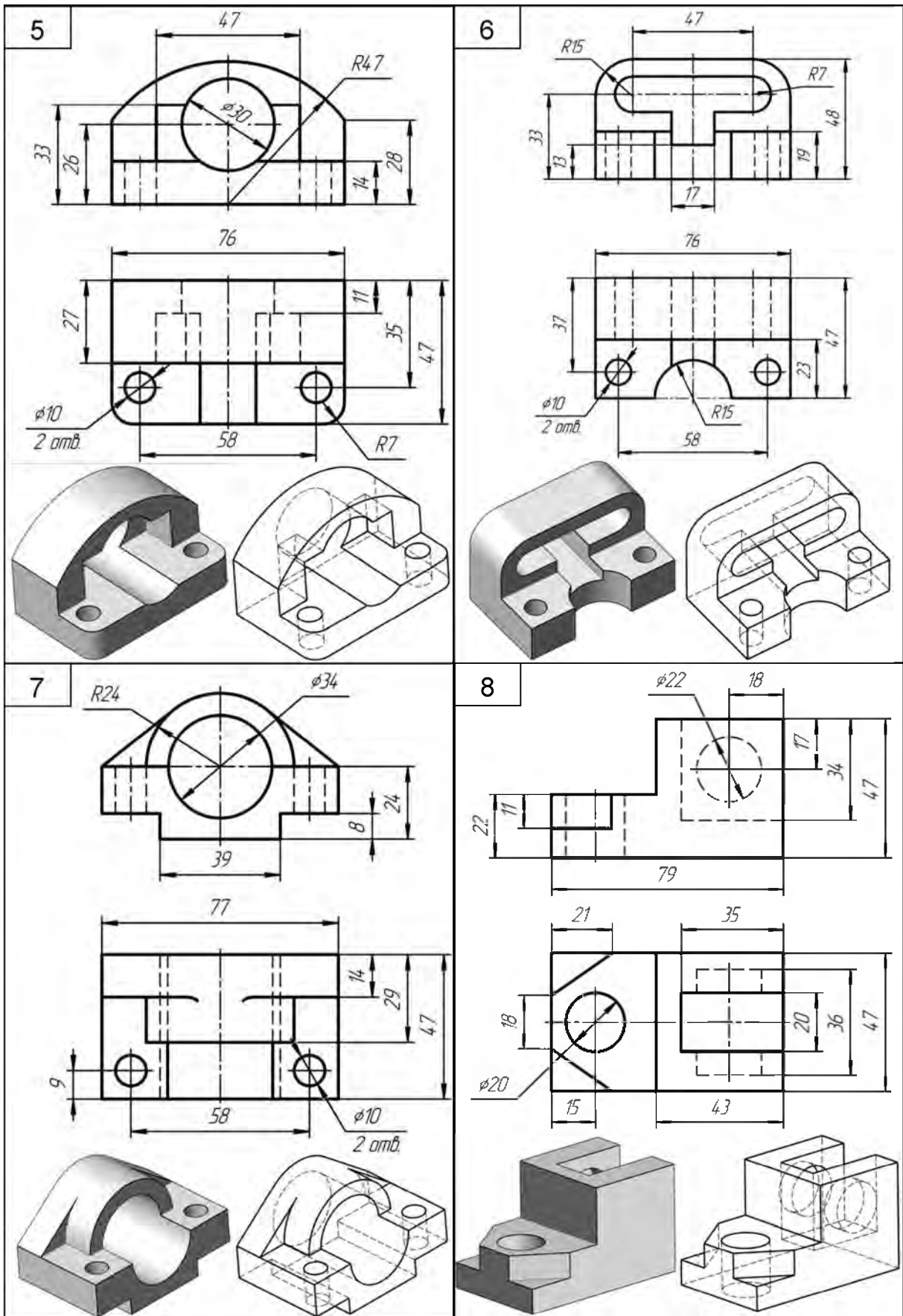
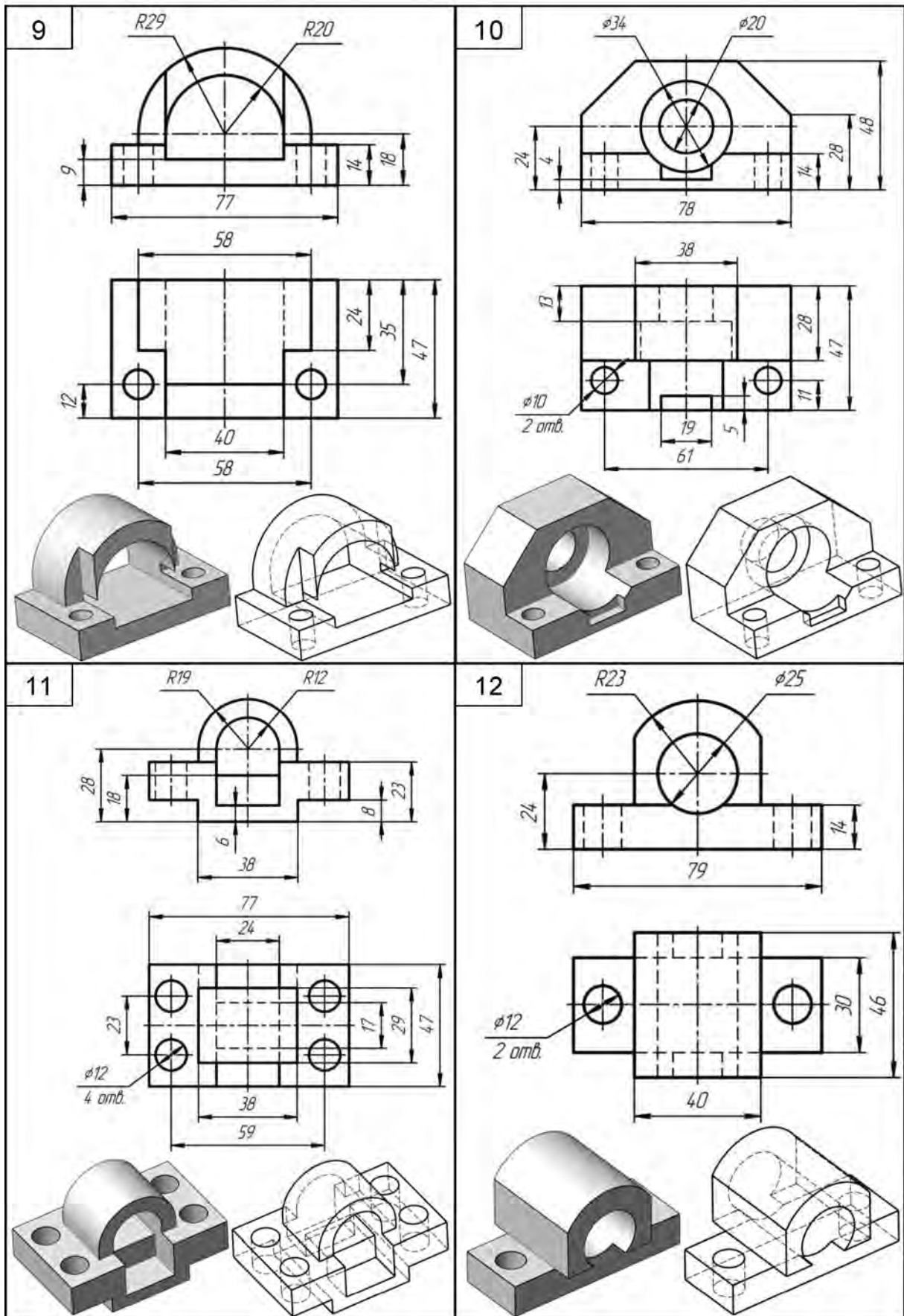


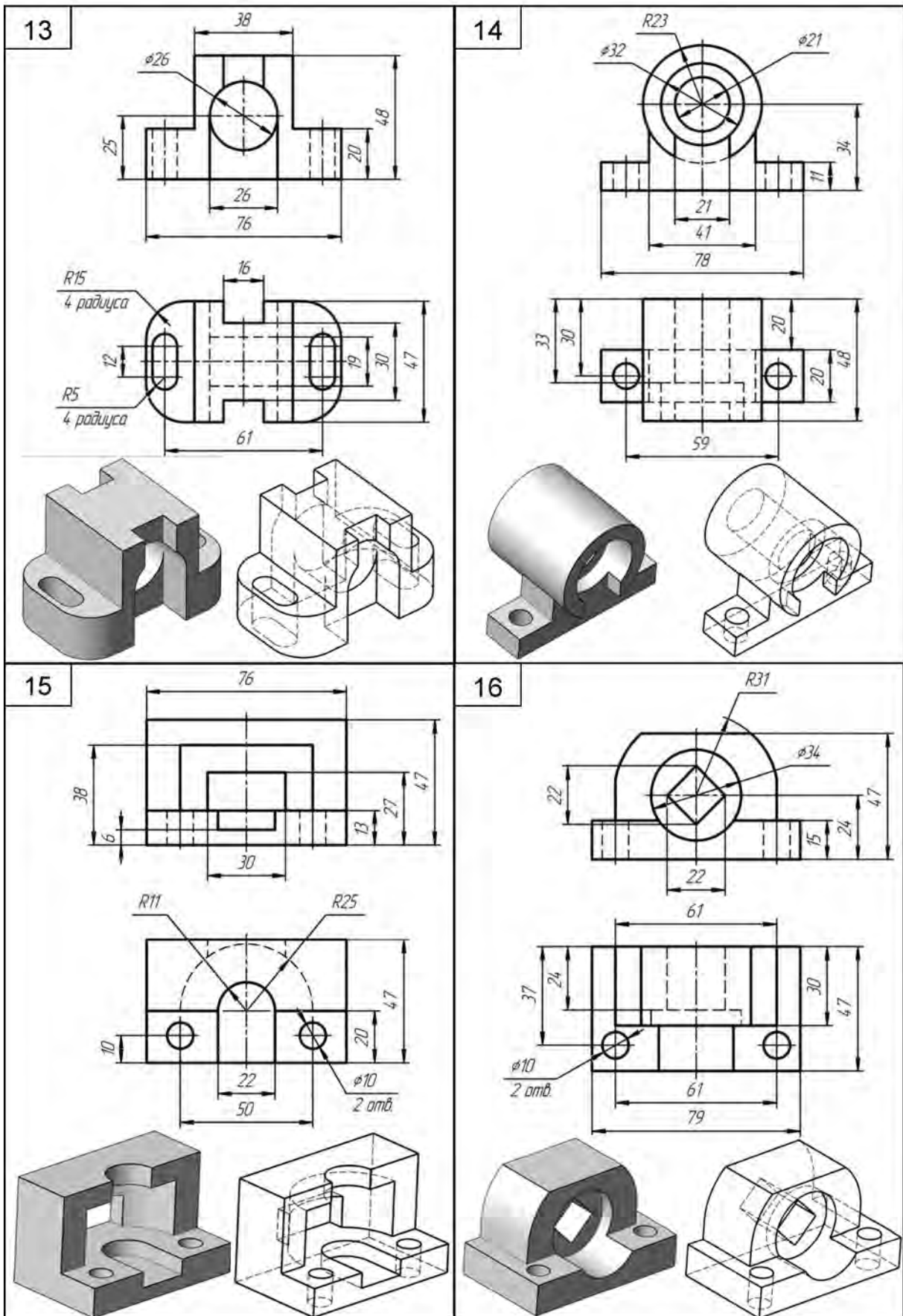
Рис. 3.4. Образец выполнения графической работы № 6

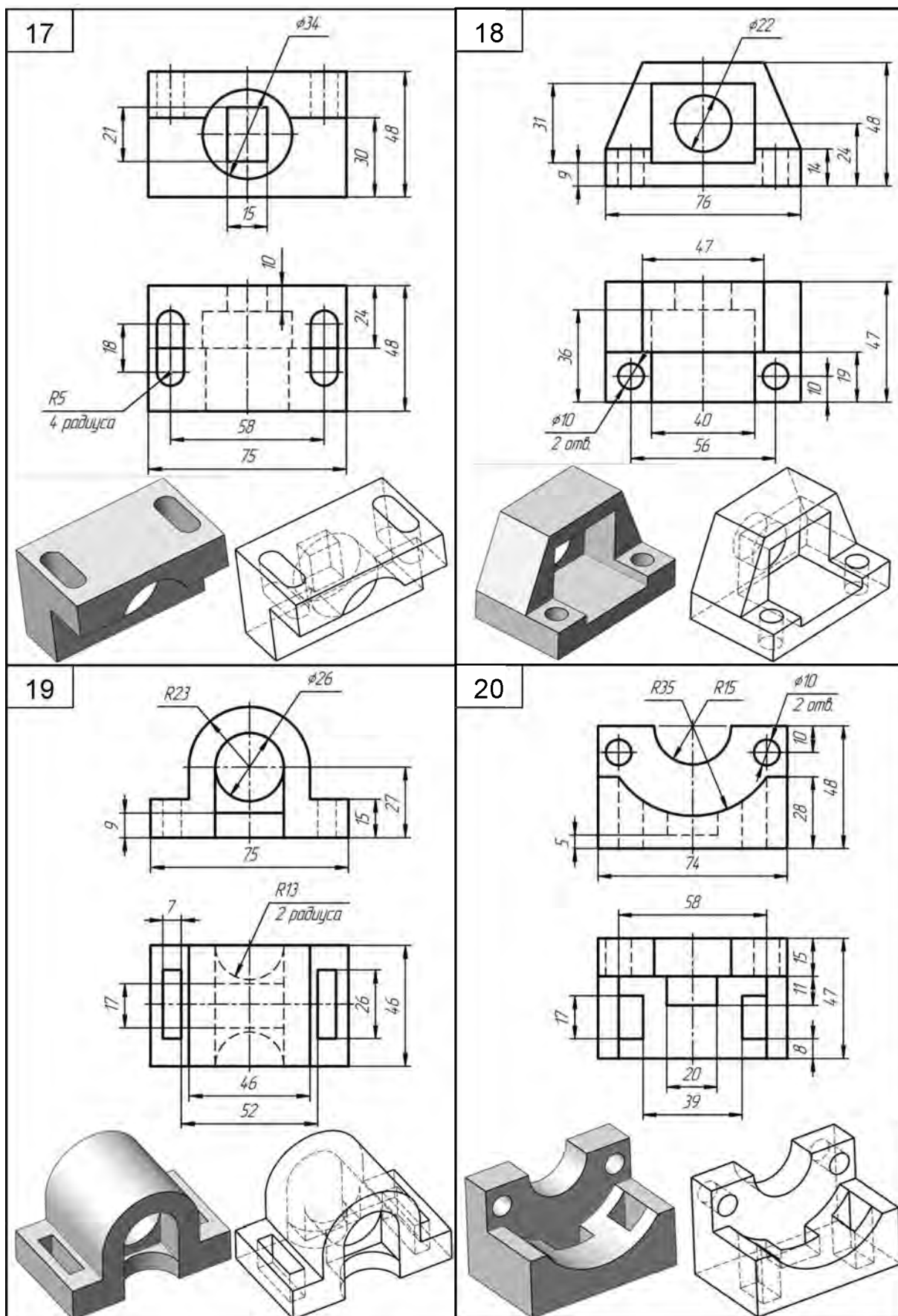
Исходные данные для графической работы № 7

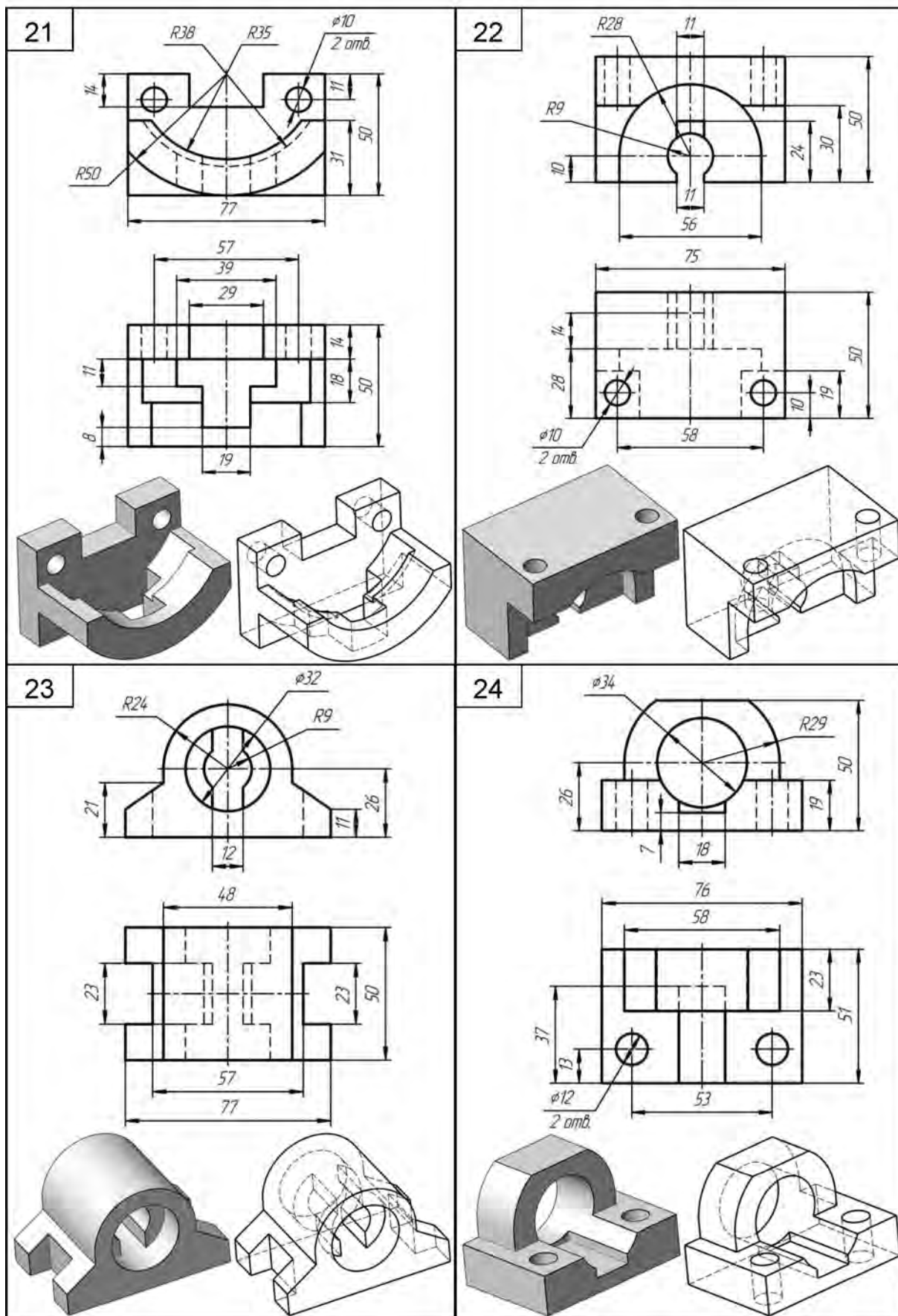


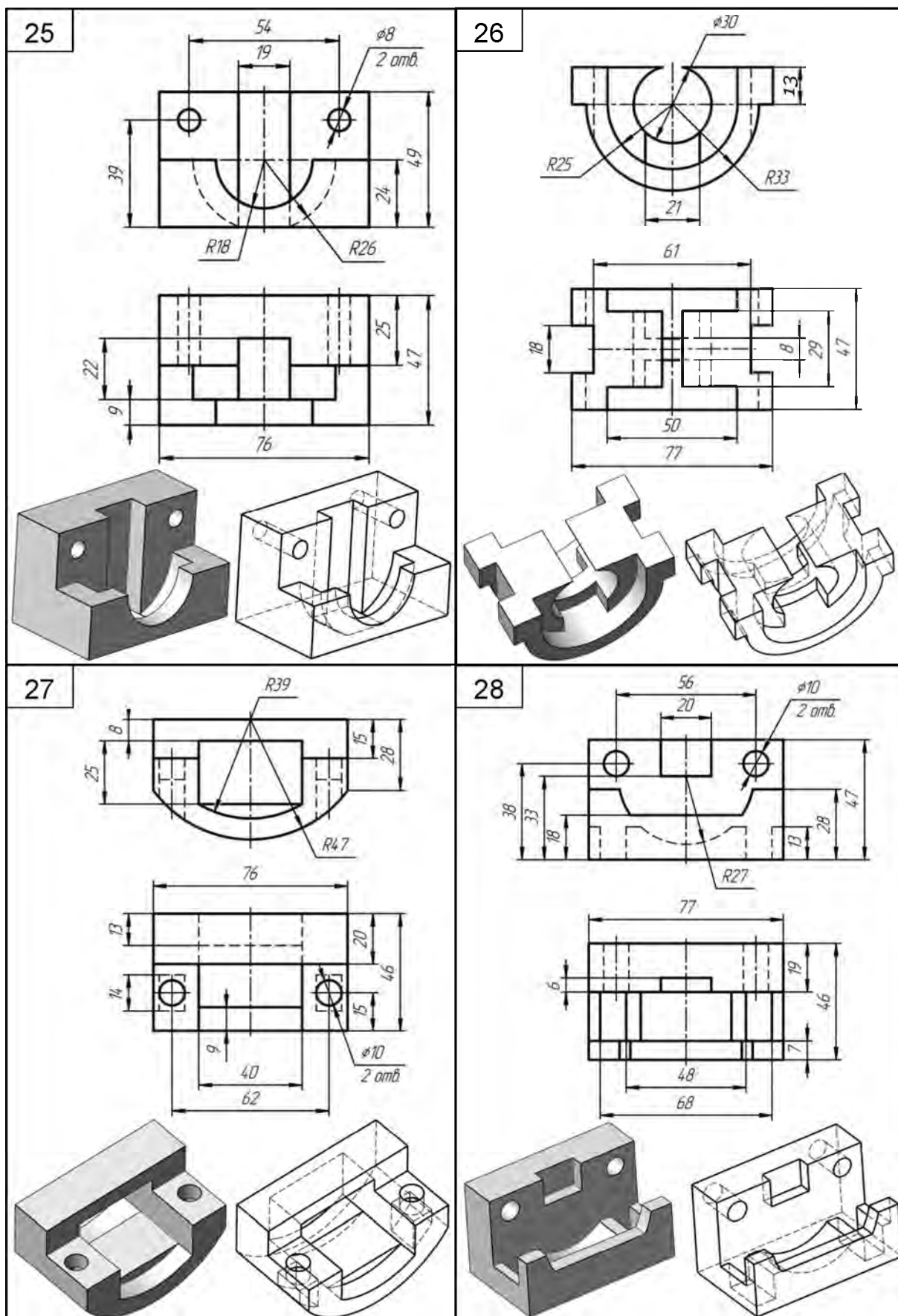


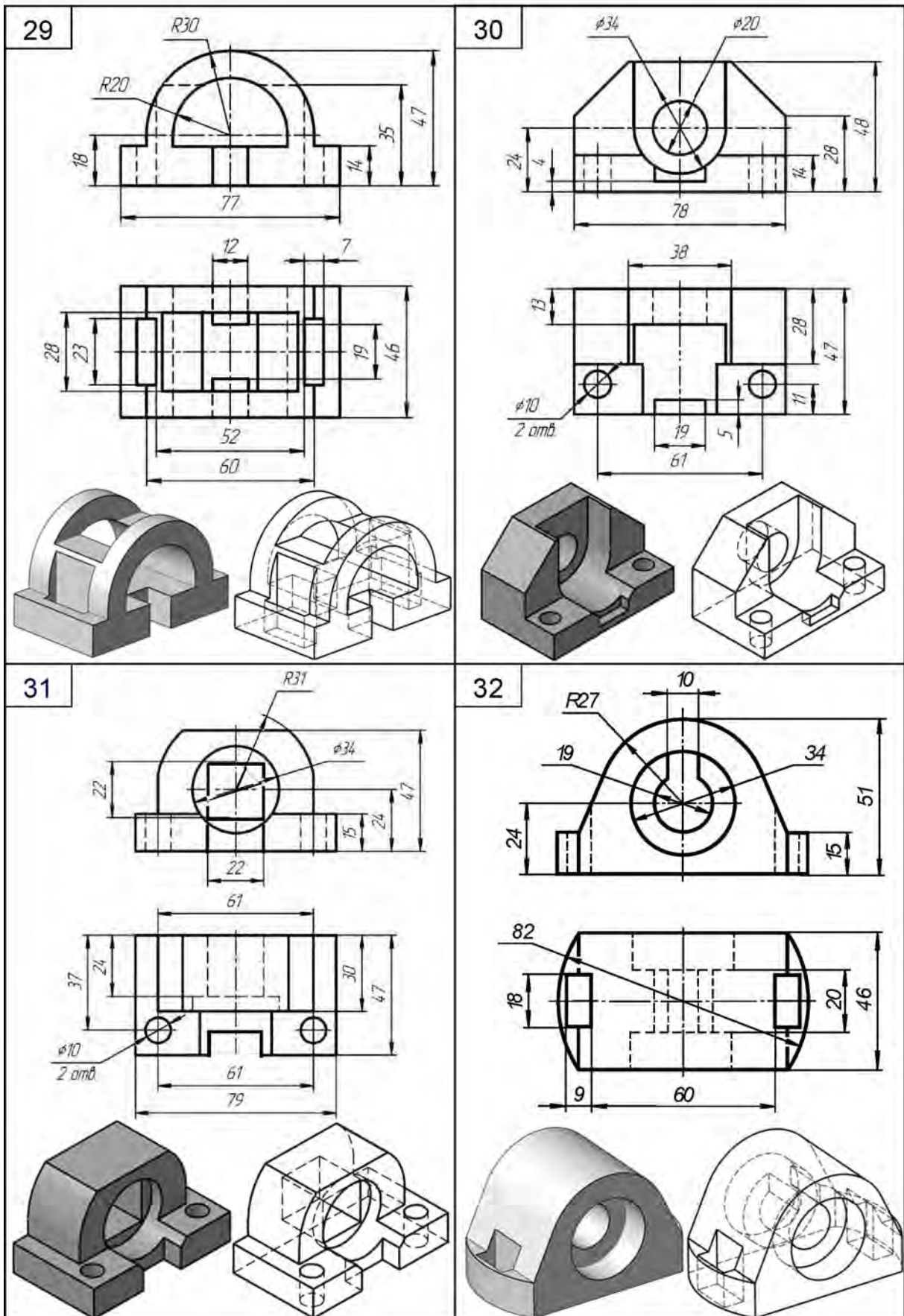












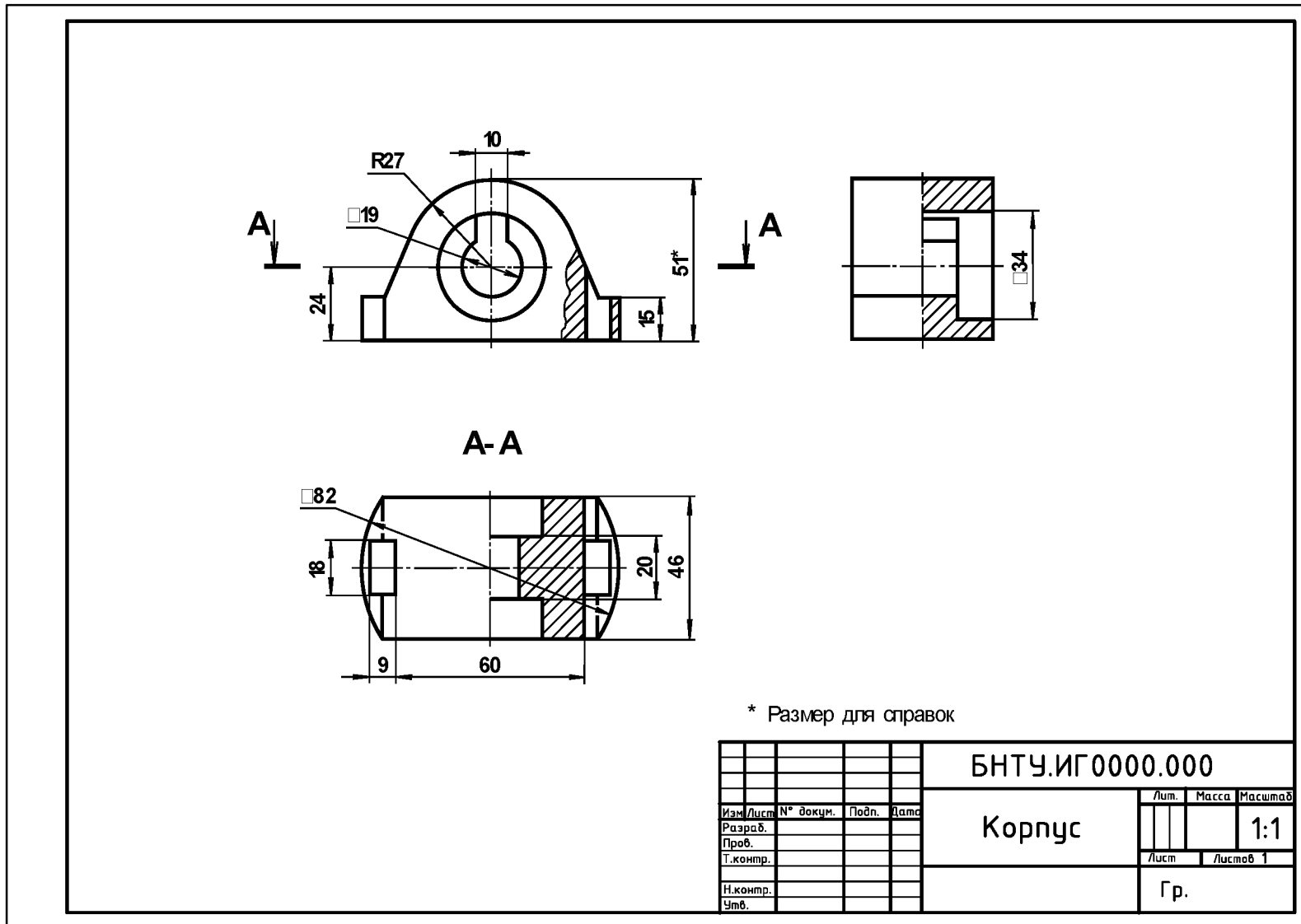
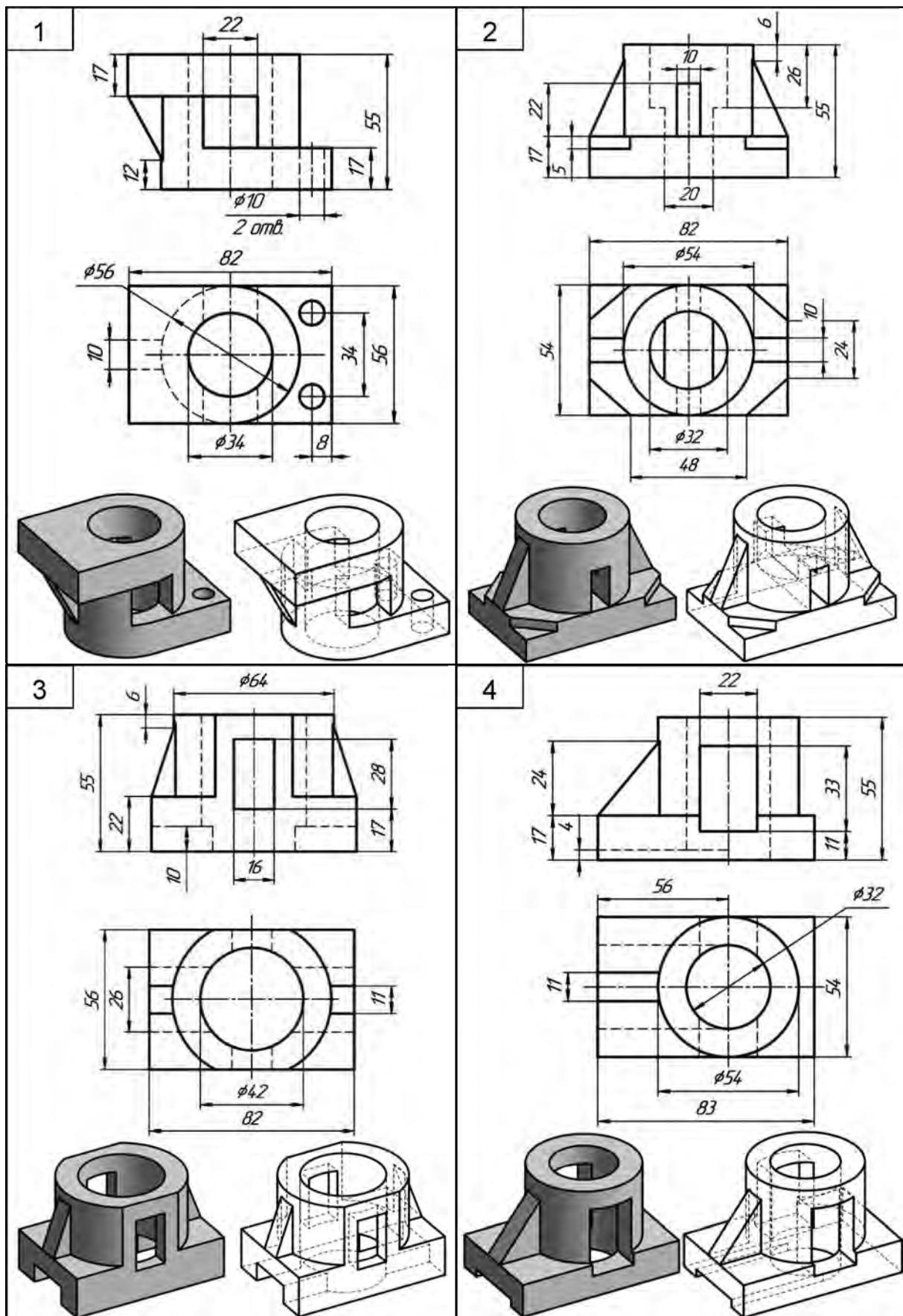
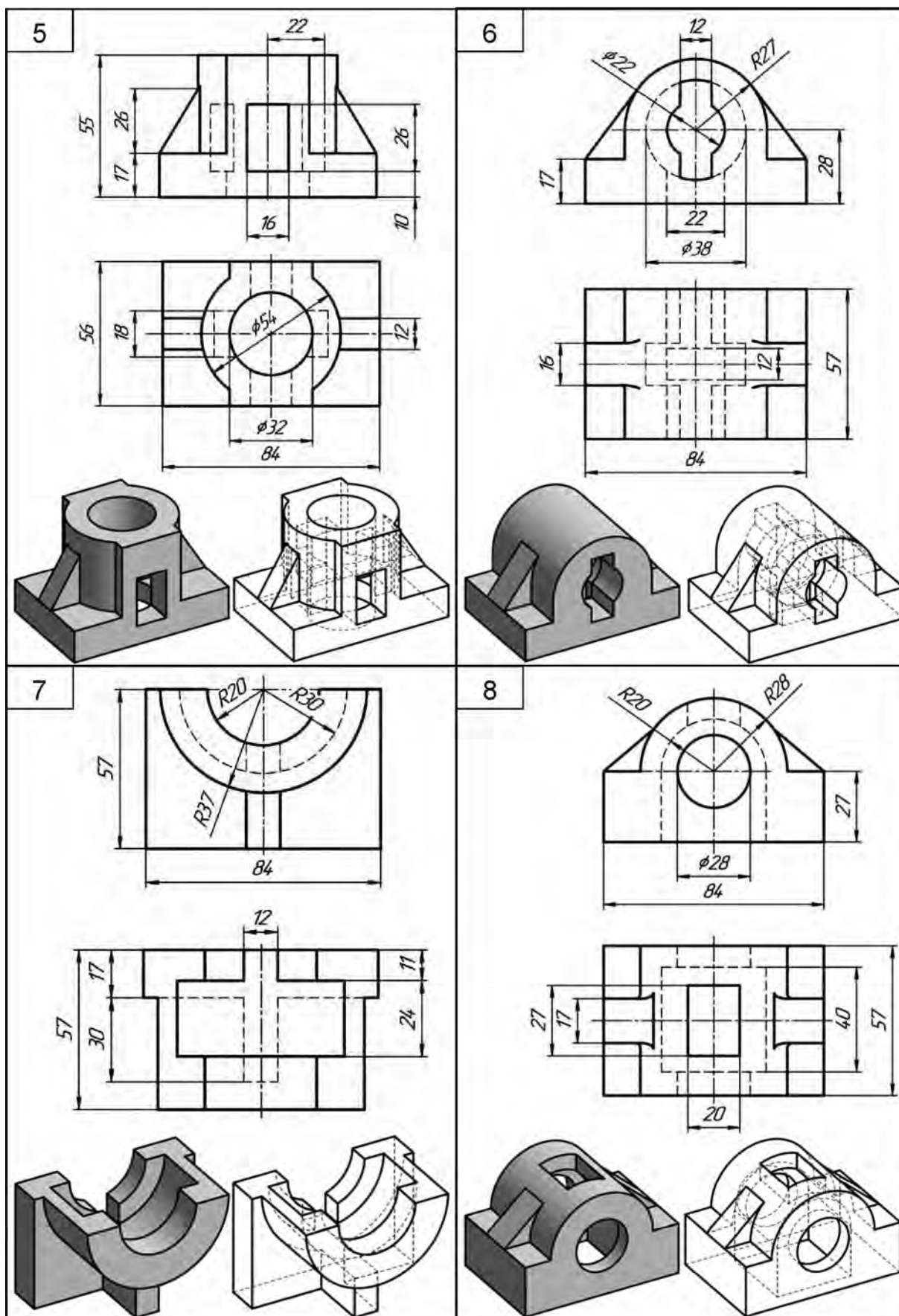
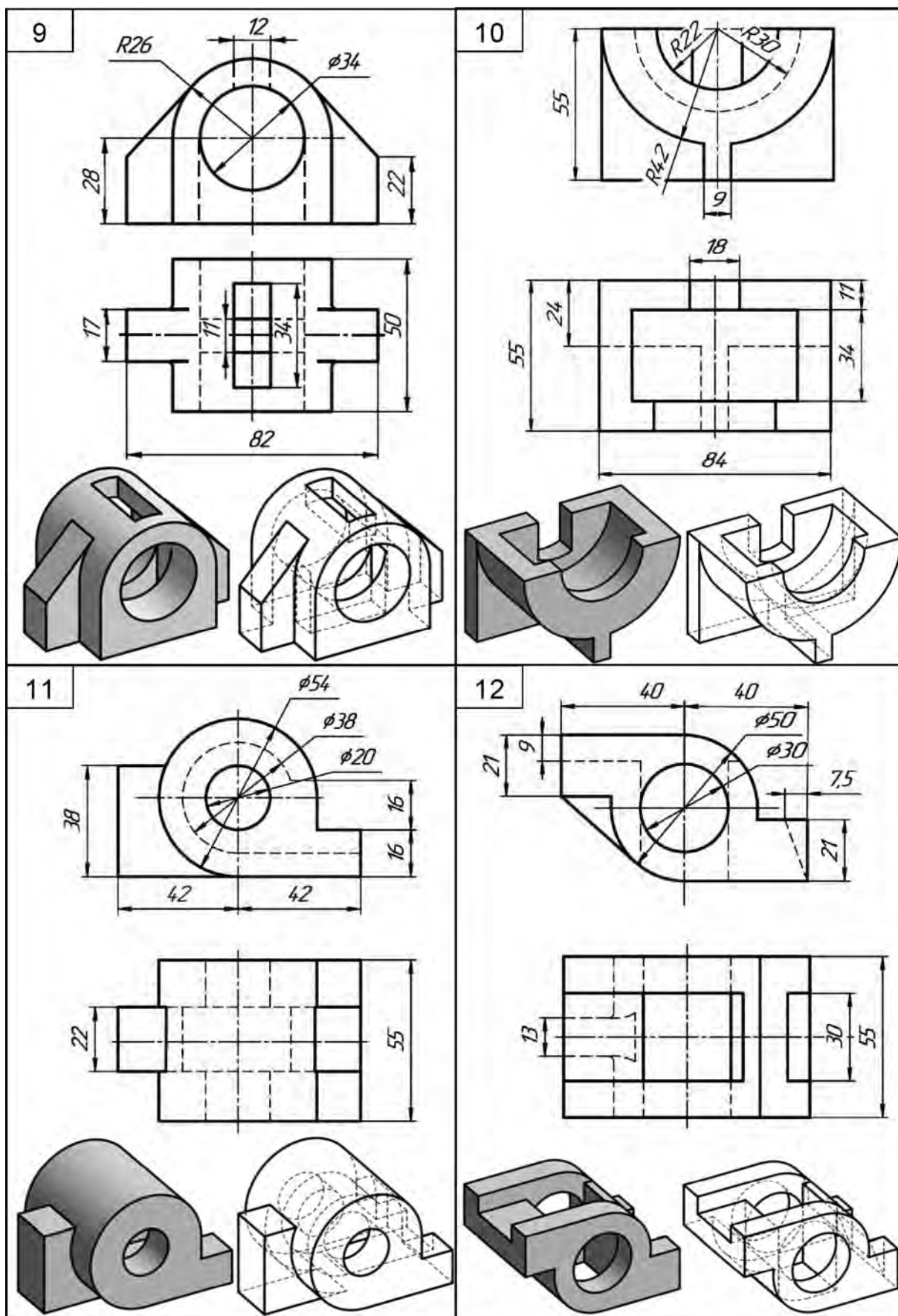


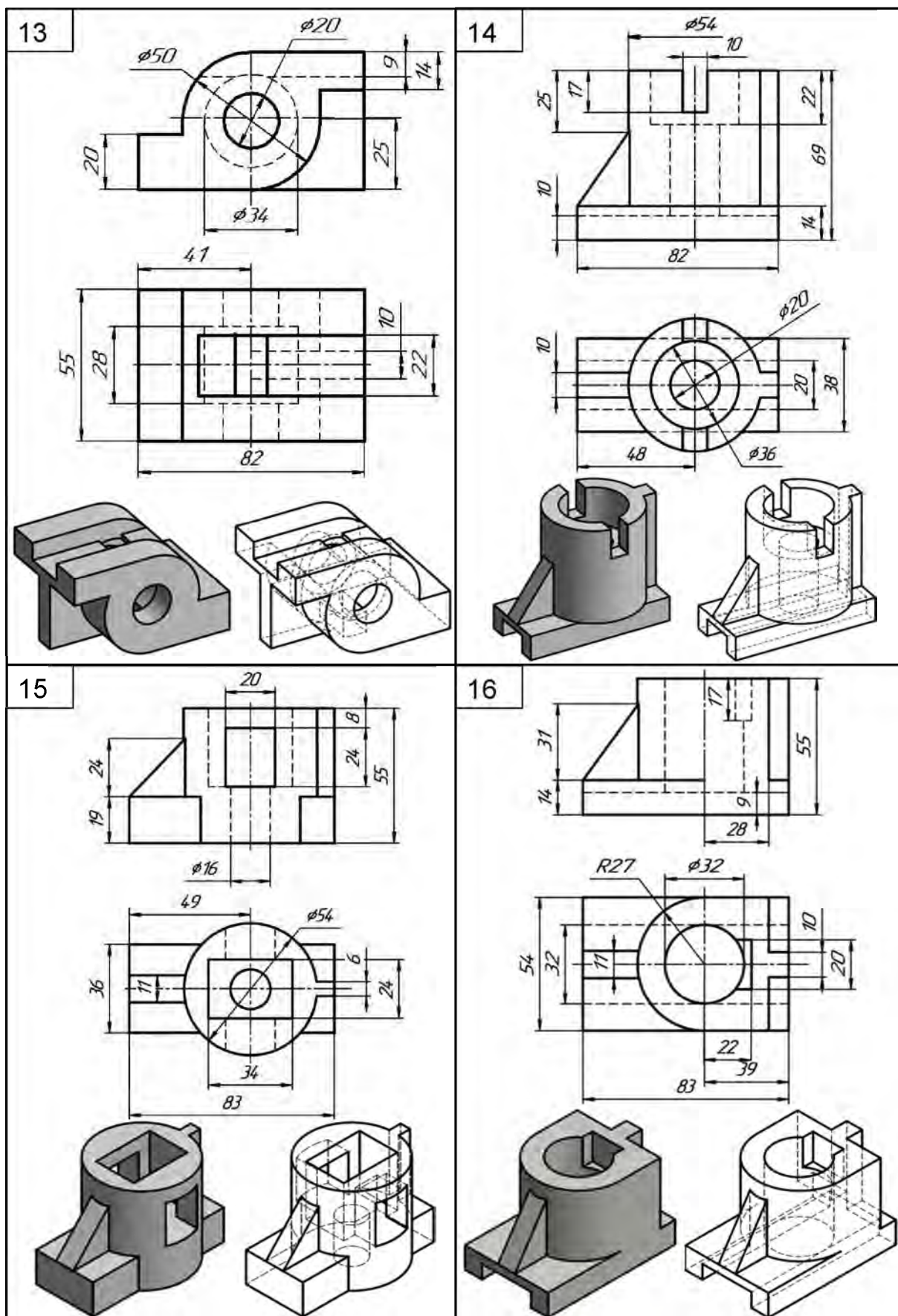
Рис. 3.5. Образец выполнения графической работы № 7

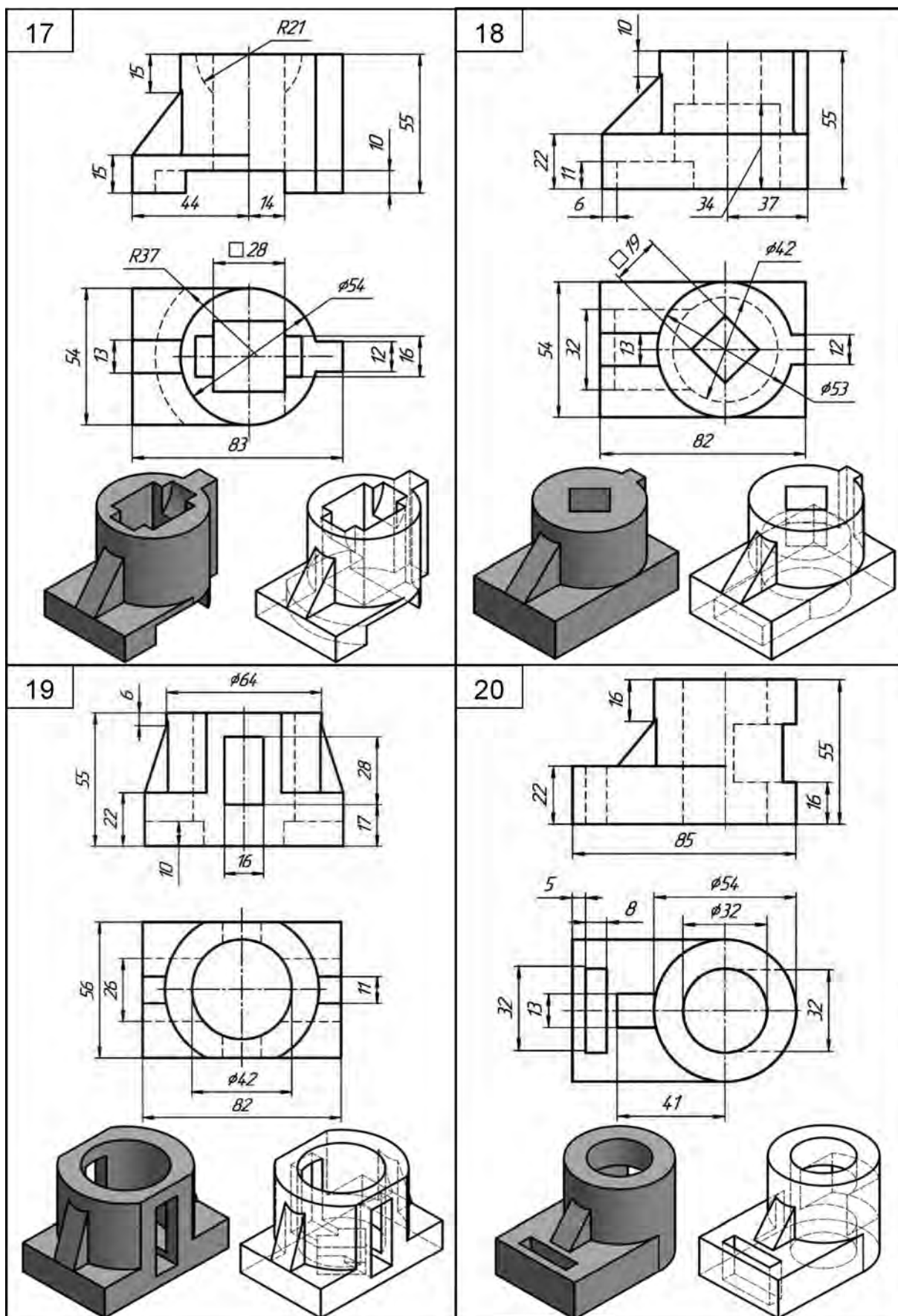
Исходные данные к графической работе № 8

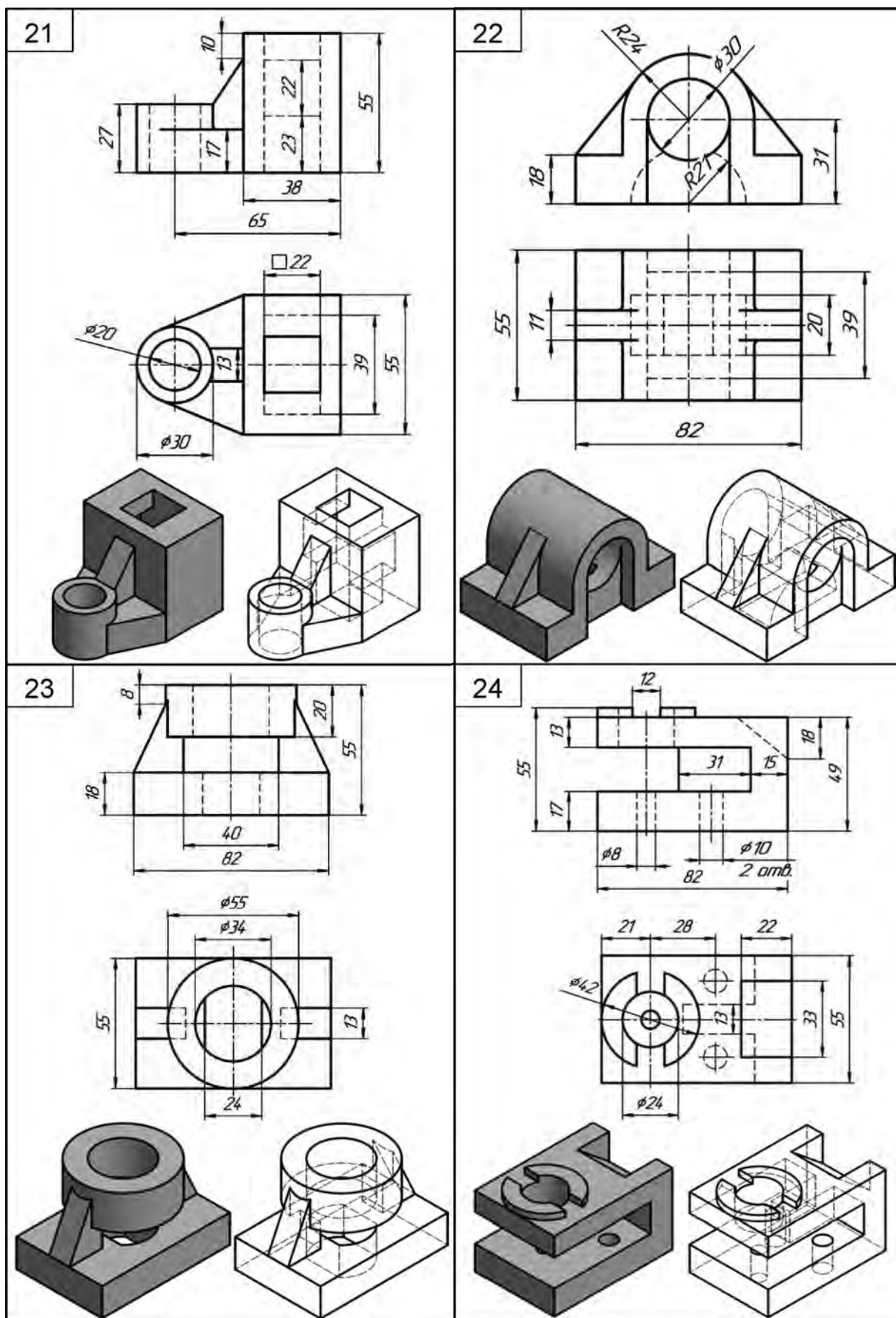


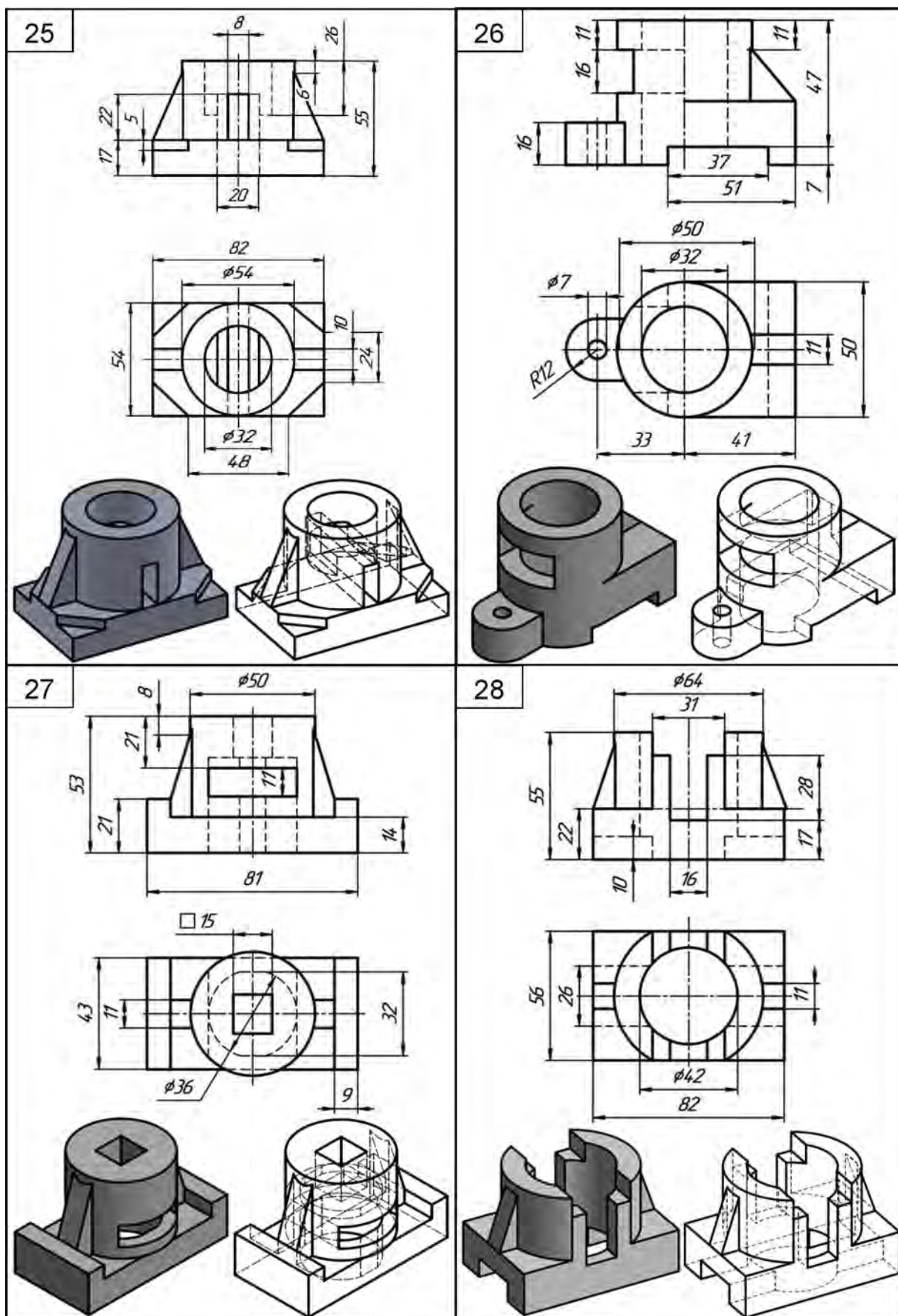


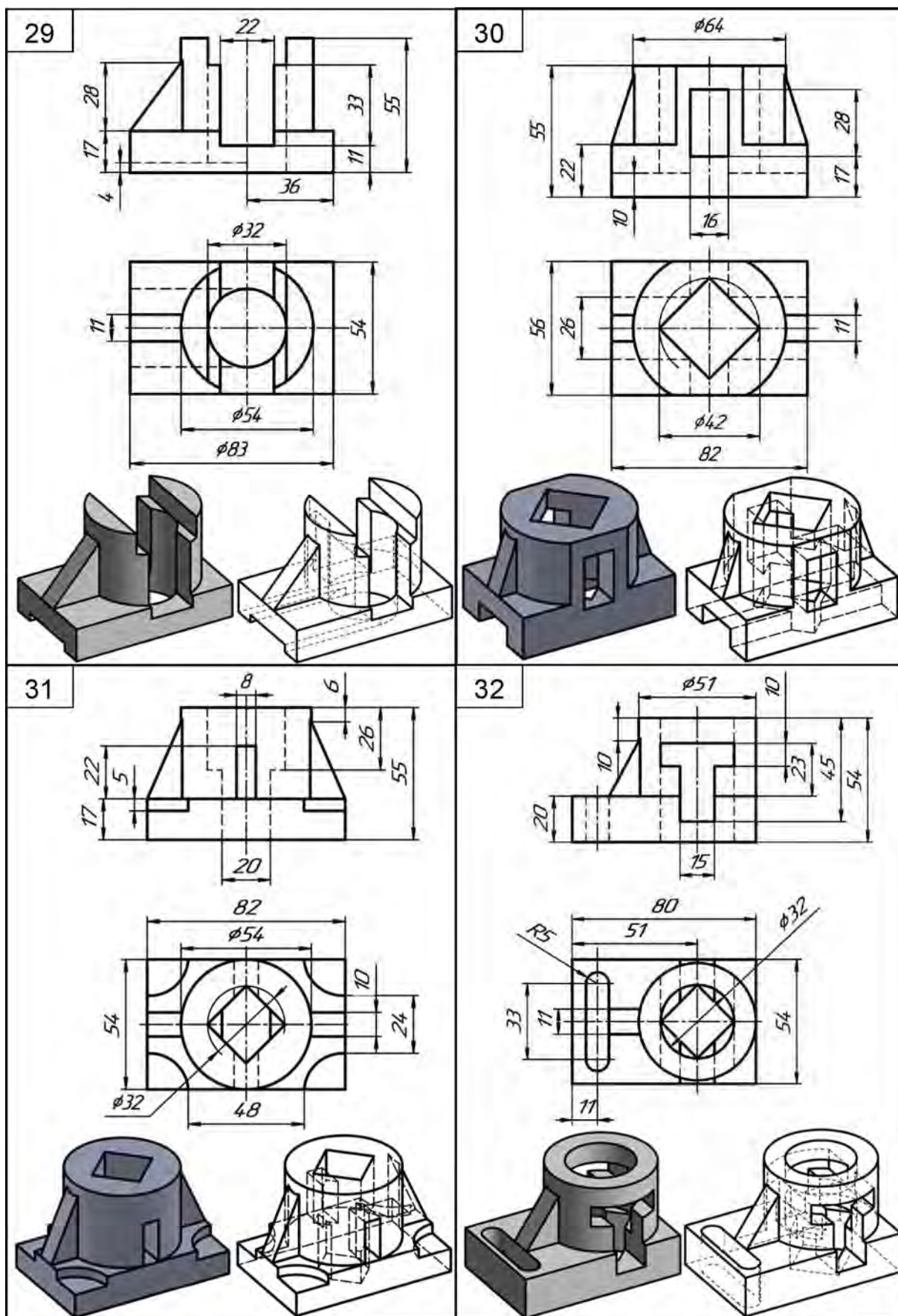












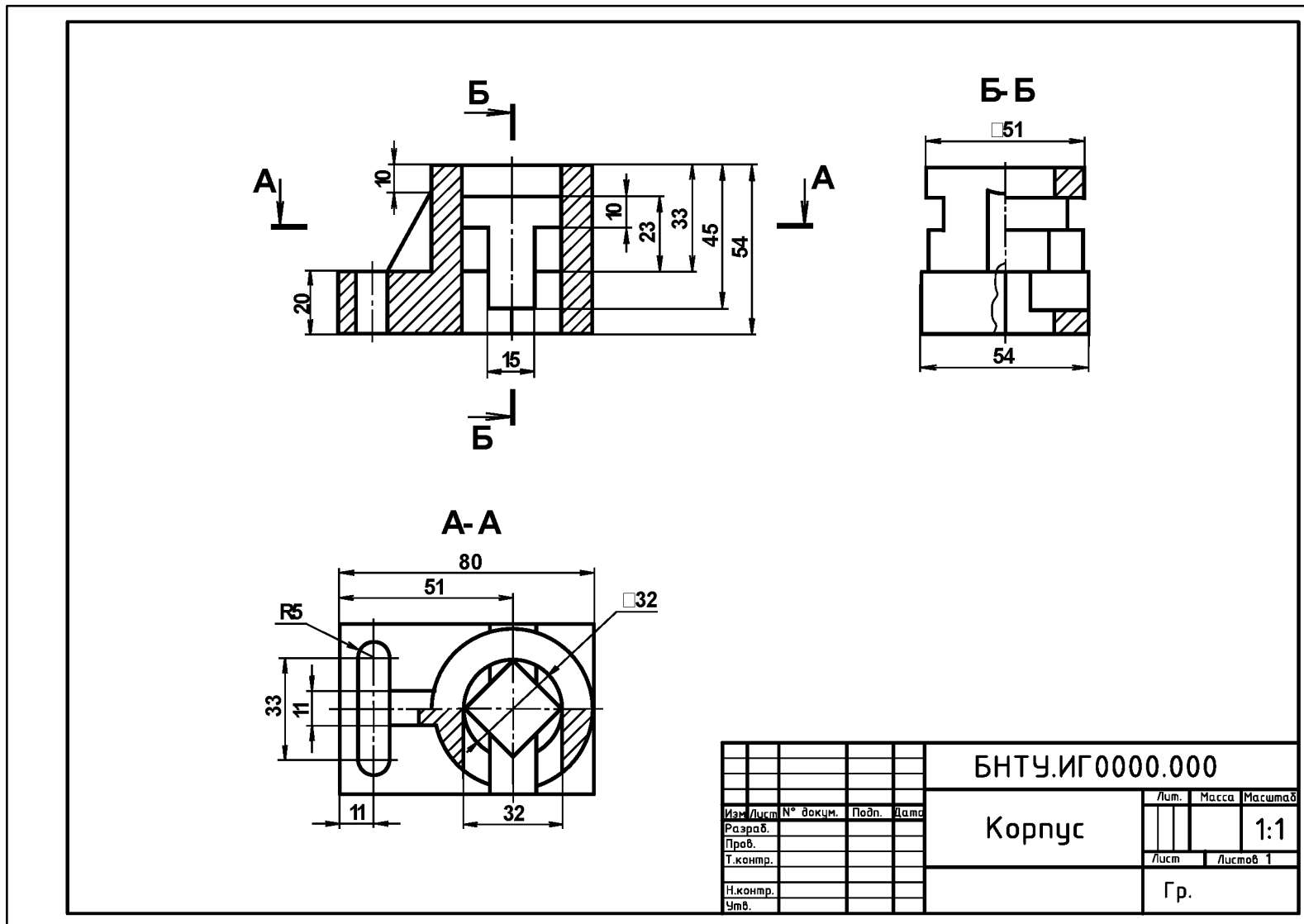


Рис. 3.6. Образец выполнения графической работы № 8

Графические работы № 9 и 10

Сложные разрезы – ломаный и ступенчатый

В соответствии с указанным вариантом выполнить чертеж комбинированного геометрического тела с отверстиями и вырезами.

Необходимые условия по вариантам для выполнения данных графических работ приведены табл. 3.7 и 3.8. В каждом варианте приведены два вида заданного геометрического тела – главный вид и вид сверху, указаны размеры всех его элементов. Для облегчения чтения чертежа приведены трехмерные изображения геометрического тела, одно из которых – тоновое, а на втором геометрическое тело изображено только контурными линиями.

Порядок выполнения задания следующий:

в тонких линиях перечертить главный вид и вид сверху;
вид слева следует выполнять только в графической работе № 10 (рис. 3.8 к табл. 3.8);

на построенных изображениях выполнить разрезы;

нанести необходимые размеры и обозначения разрезов;

оформить чертеж в соответствии с требованиями стандартов.

Образцы выполнения графических работ к каждой таблице приведены на рис. 3.7 и 3.8. Их исходные условия соответствуют варианту 32 в табл. 3.7 и 3.8.

Цель работы

1. Совершенствовать навыки построения *основных видов* геометрических тел.

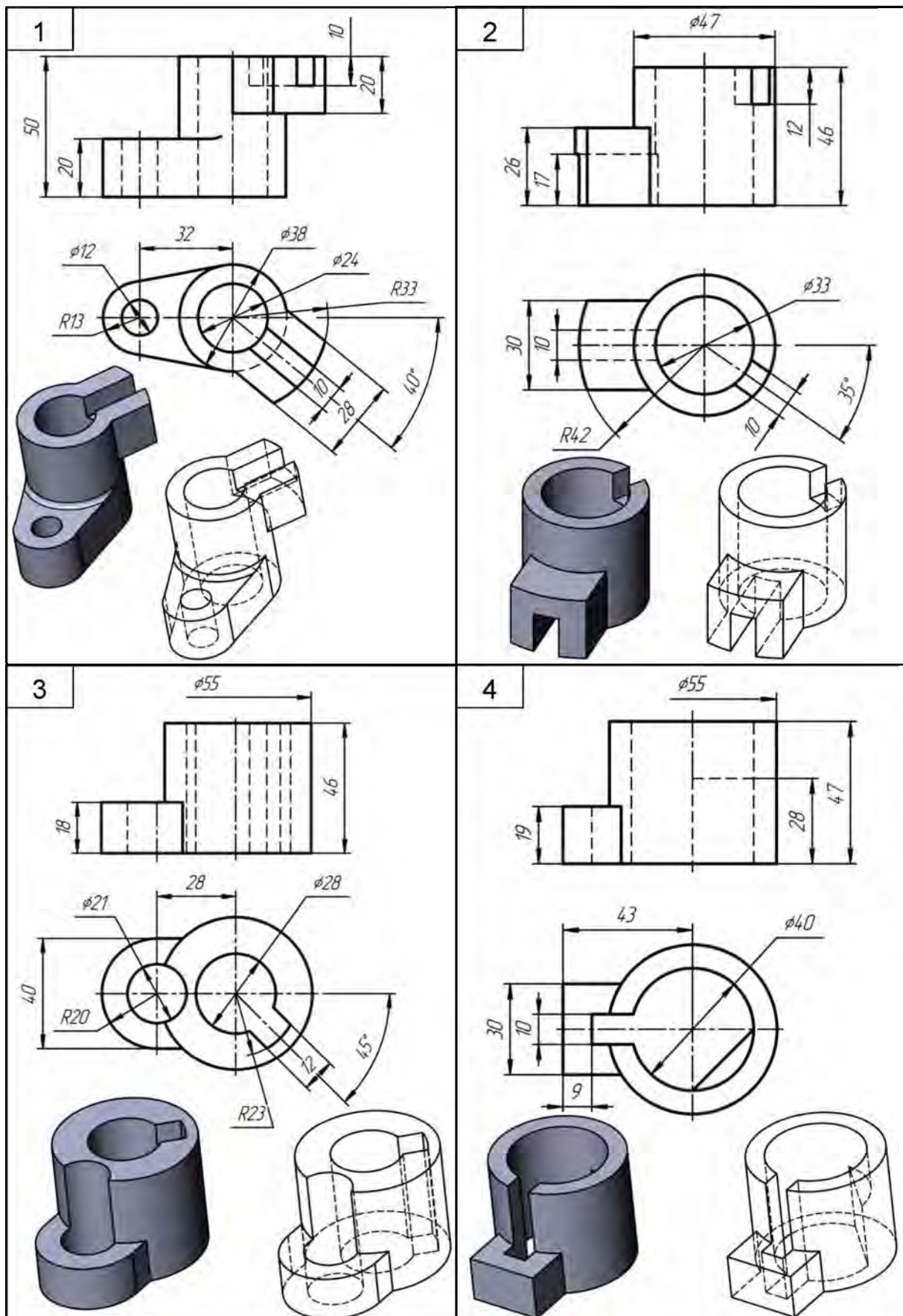
2. Получить навыки выполнения на чертеже *ломаного* (см. рис. 3.7) и *ступенчатого* (см. рис. 3.8) разрезов.

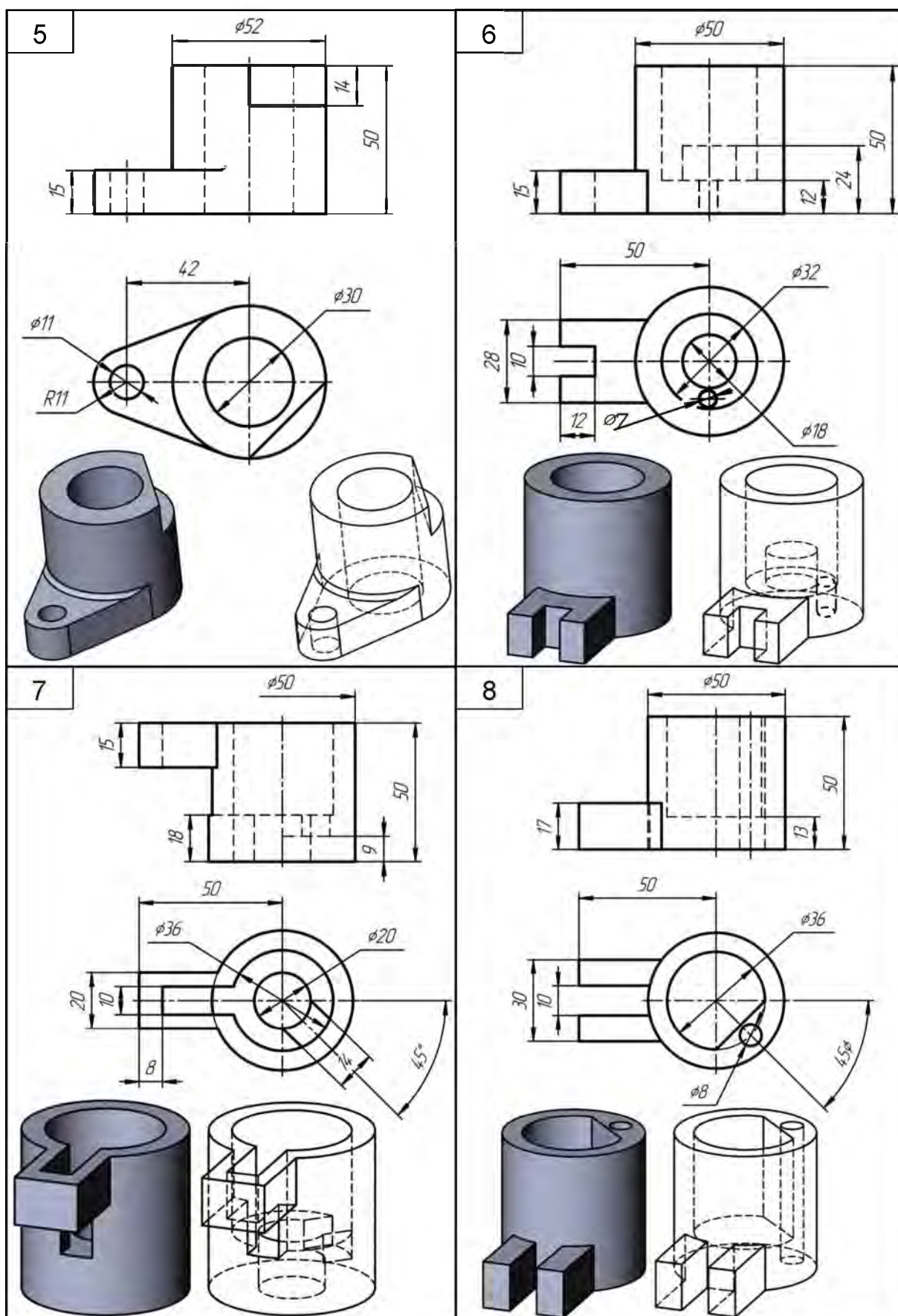
3. Совершенствовать навыки построения *линий пересечения* плоскостей частного положения и получить навыки построения *линий пересечения* плоскостями *цилиндрических поверхностей* вдоль их образующих.

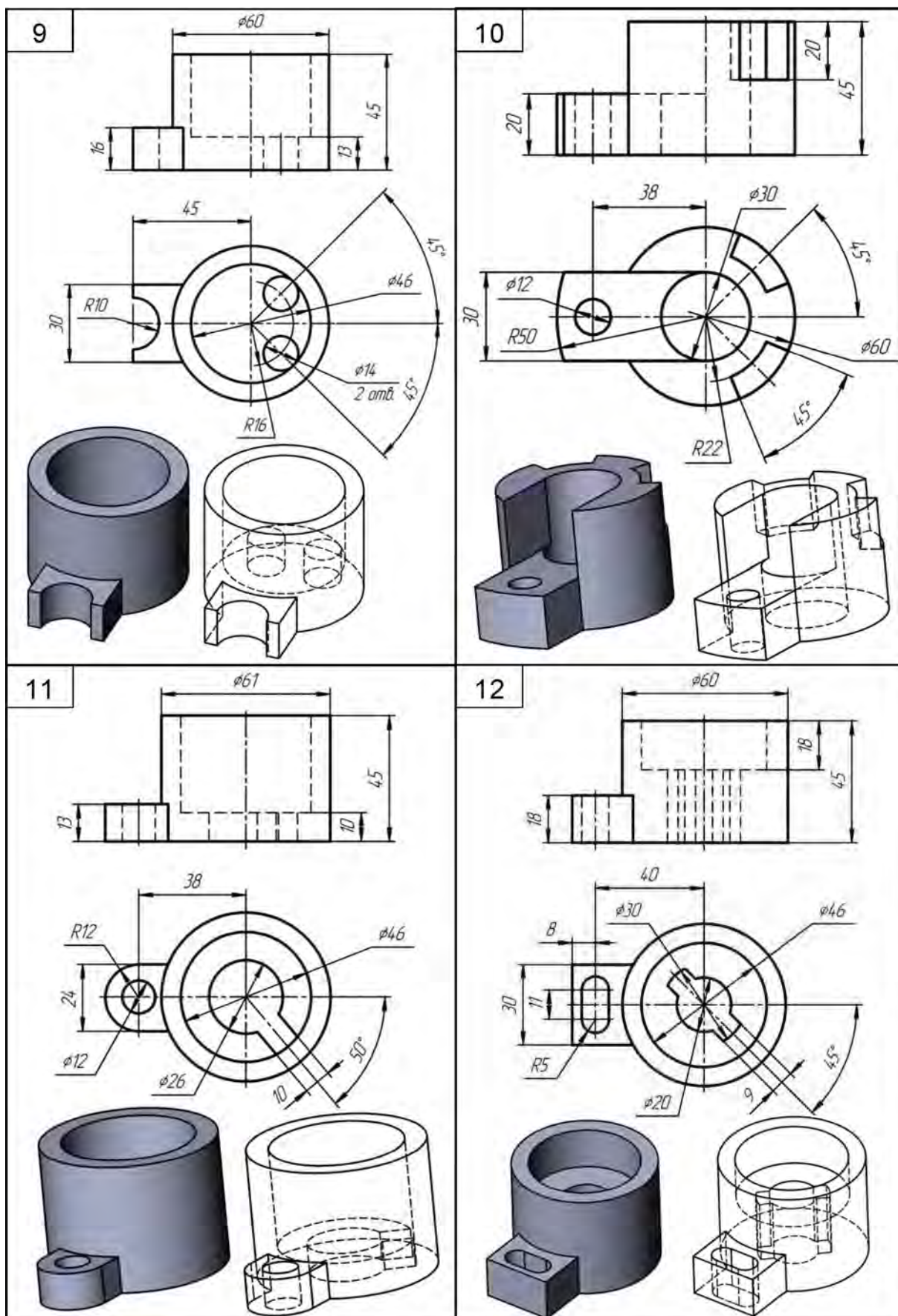
4. Совершенствовать ранее полученные навыки оформления чертежей – правильного применения и начертания линий, выполнения штриховки, нанесения размеров и обозначения *сложных* разрезов.

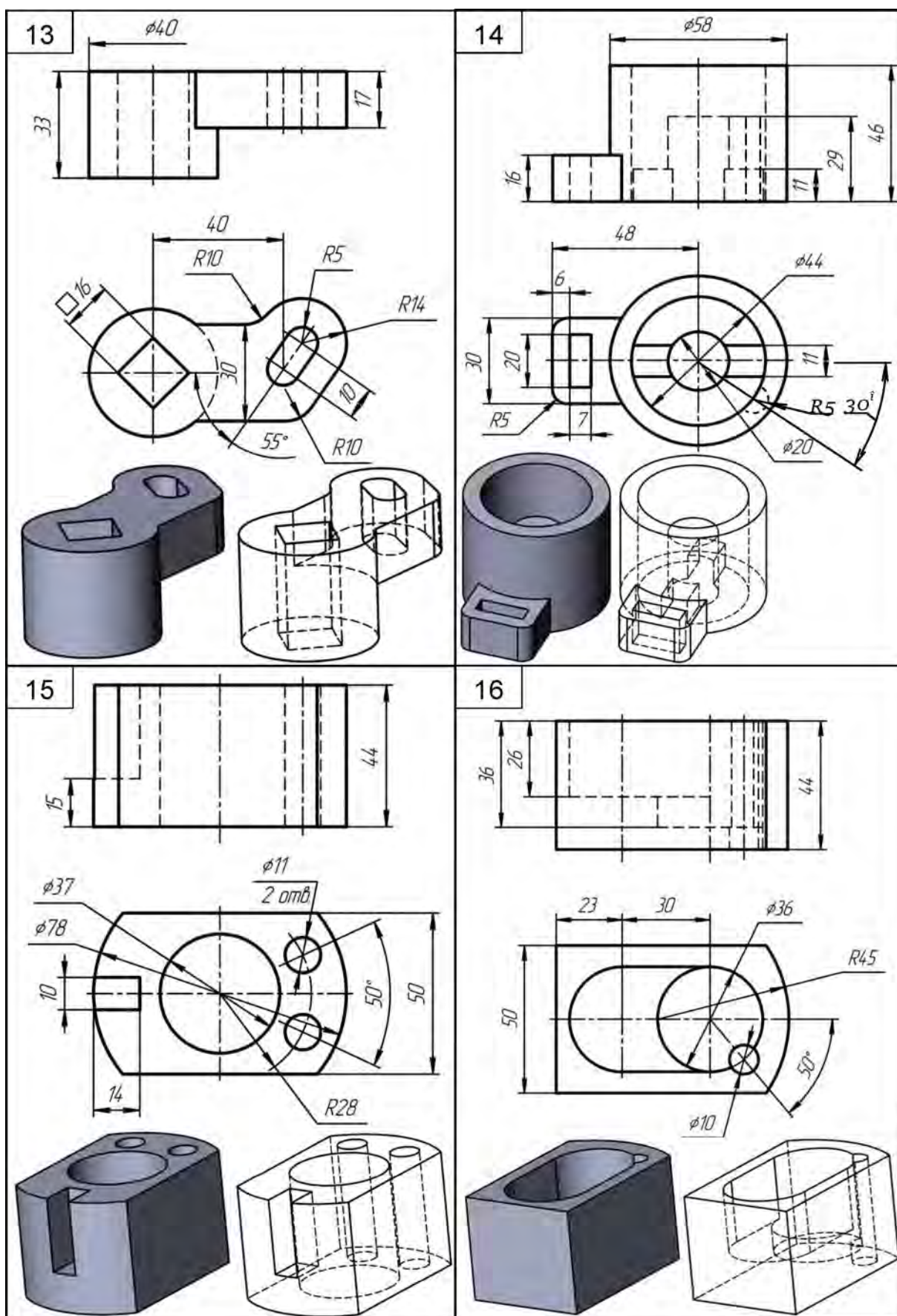
Графическую работу № 9 выполнить на белой чертежной бумаге формата А4 в масштабе 1 : 1 или на формате А3 в масштабе 2 : 1, а графическую работу № 10 – на формате А3 в масштабе 2 : 1 и оформить по образцу (см. рис. 3.7 и 3.8), соблюдая установленные указанными ранее стандартами начертания и назначение линий на чертежах, правила нанесения размеров, начертание букв, цифр и знаков и требования к основной надписи (см. прил. 1).

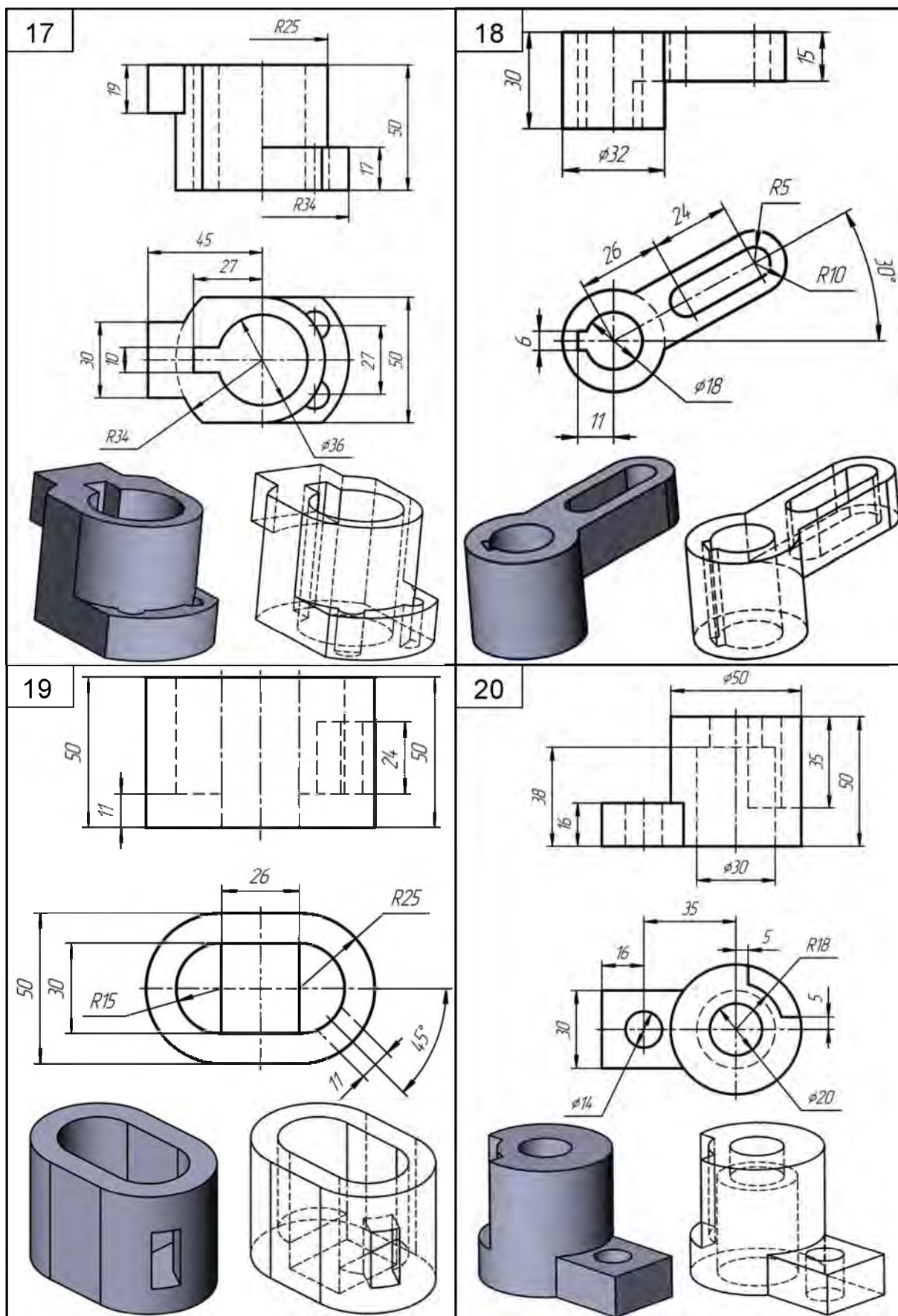
Исходные данные к графической работе № 9

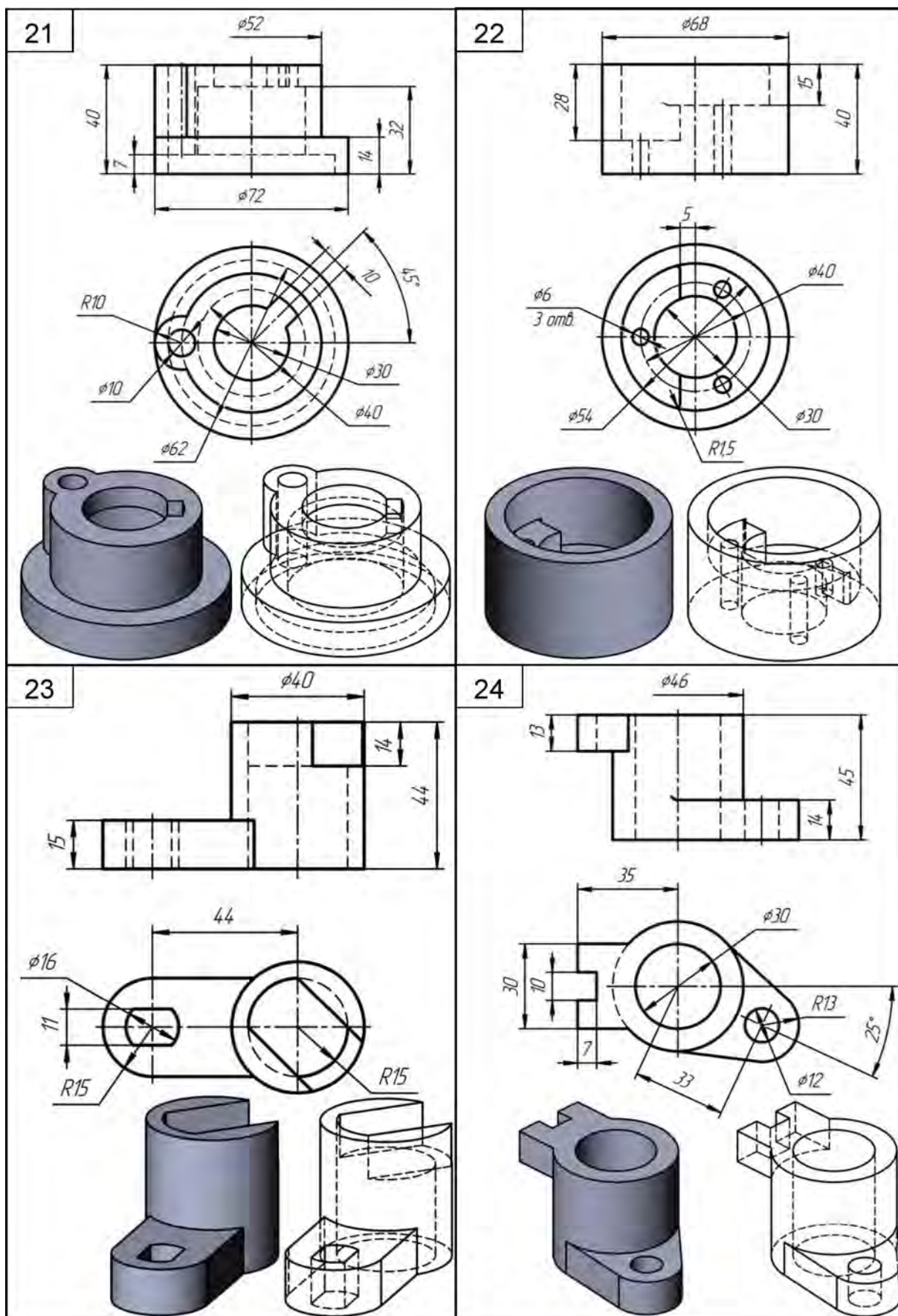


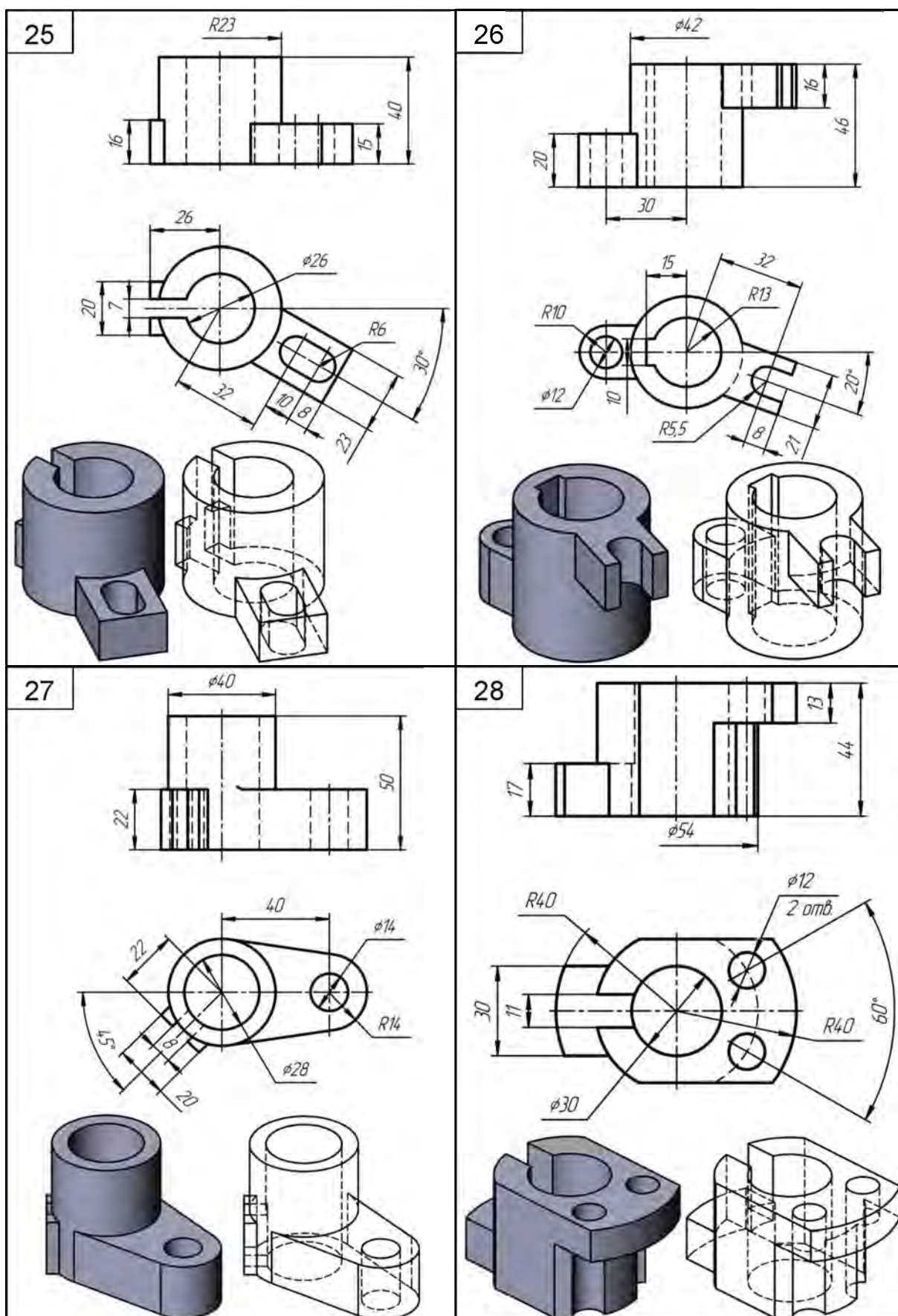


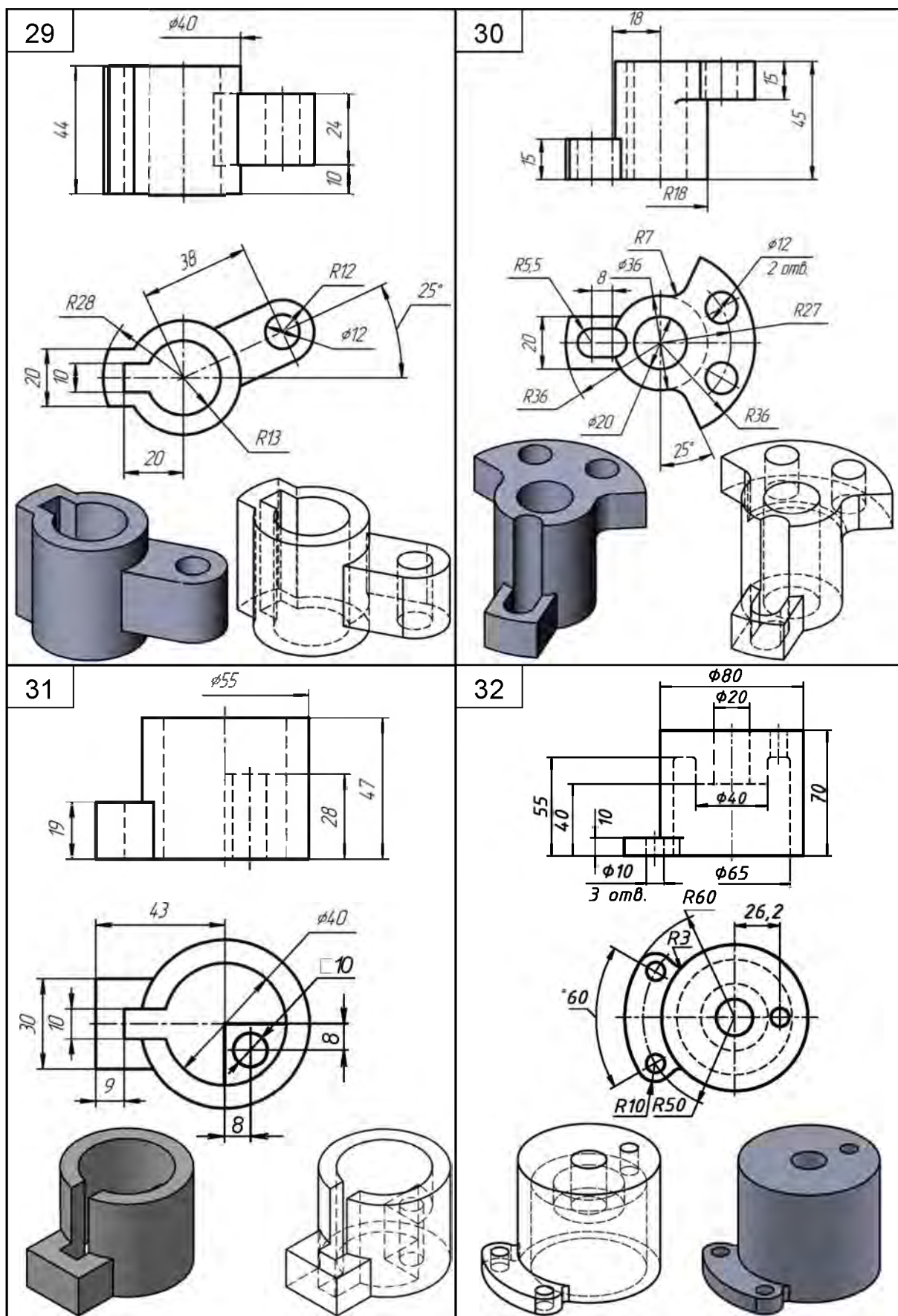












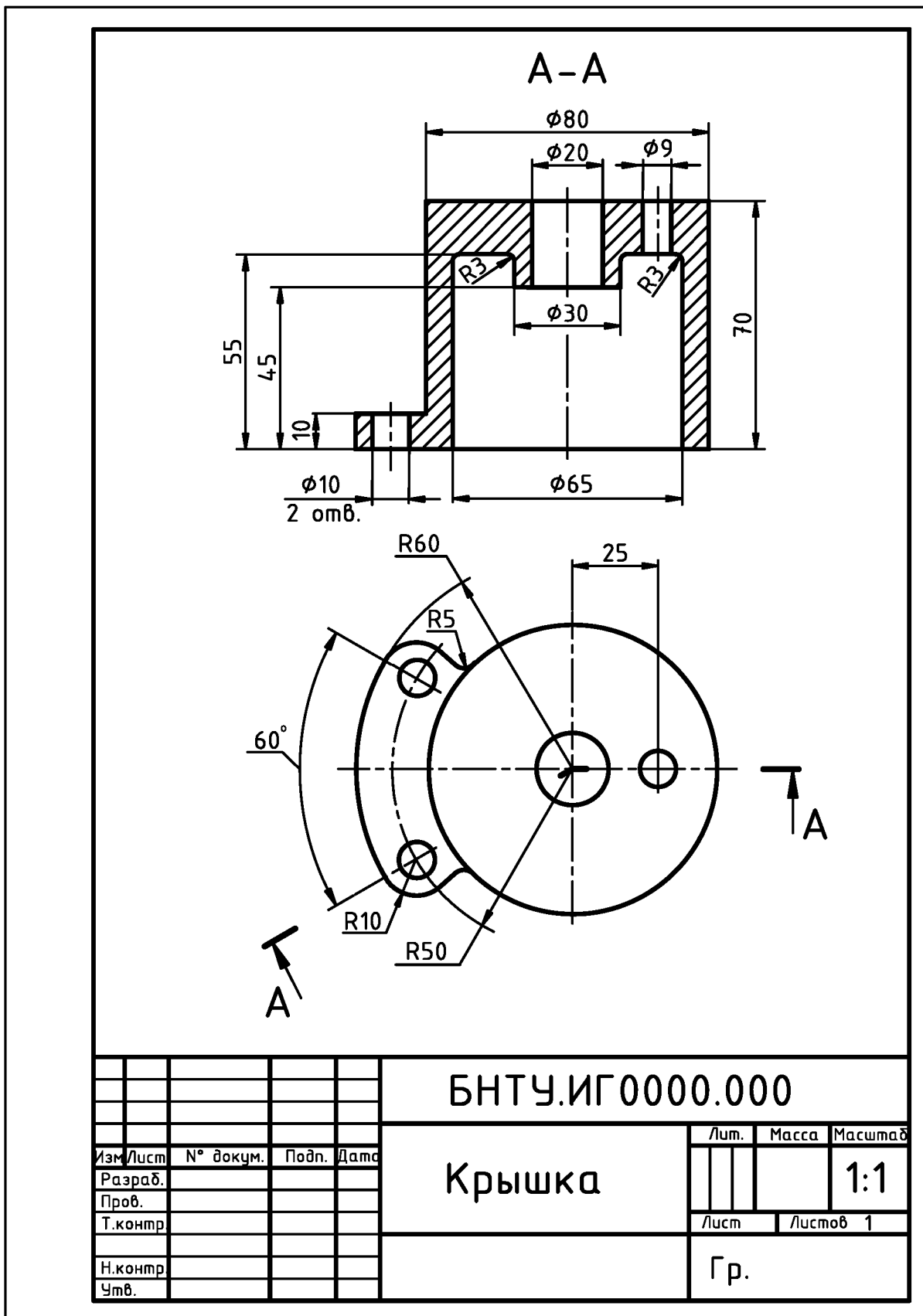
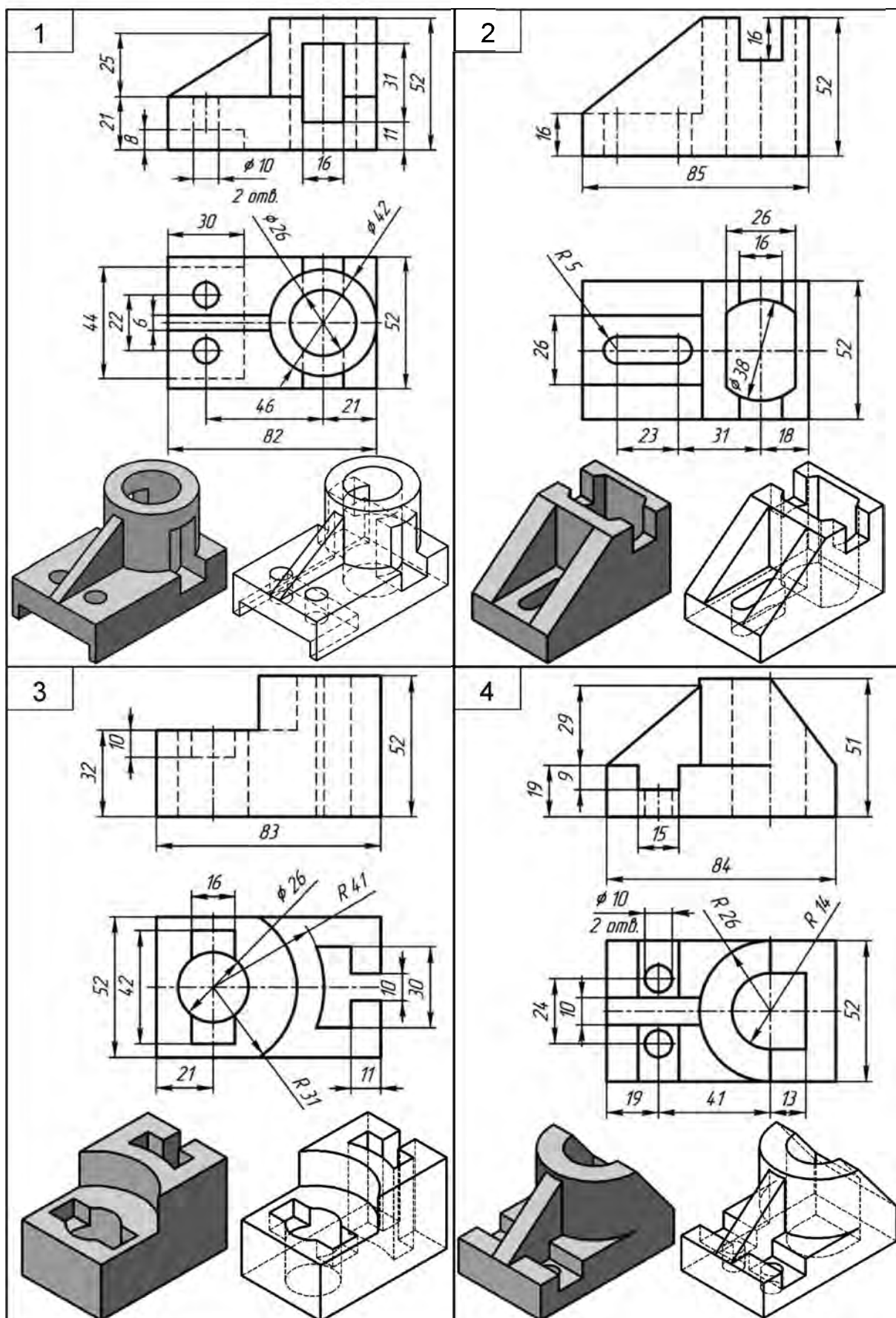
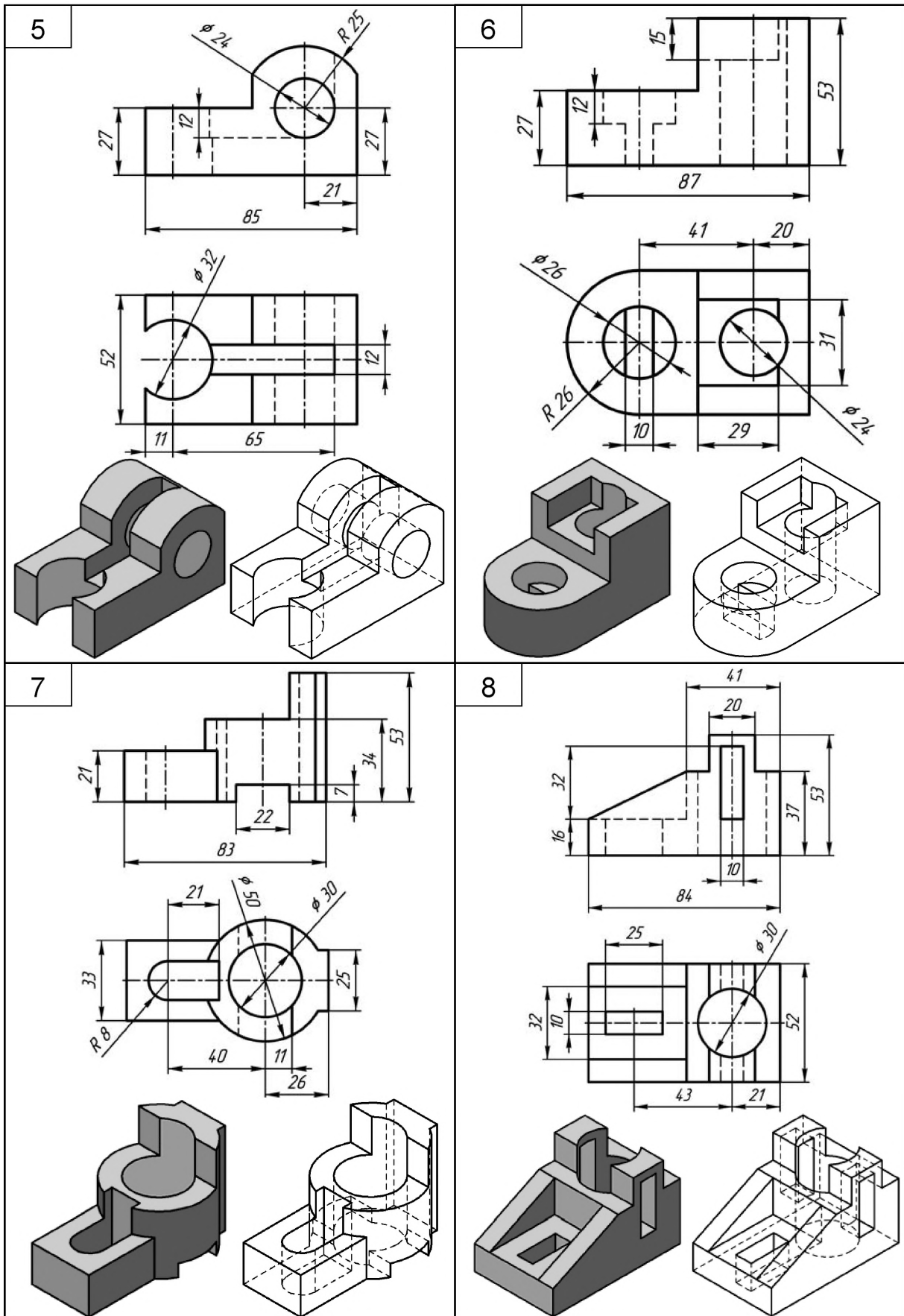
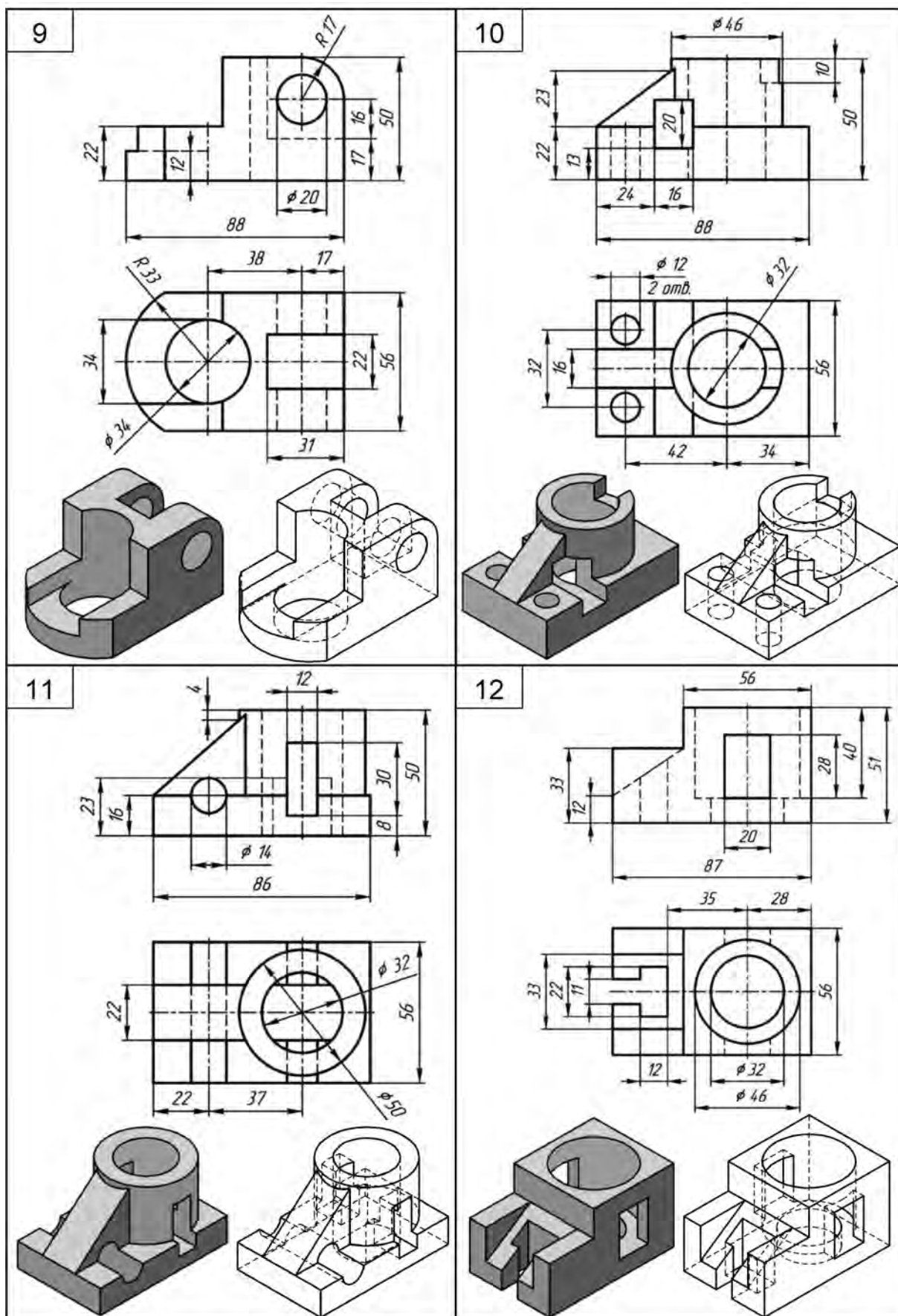


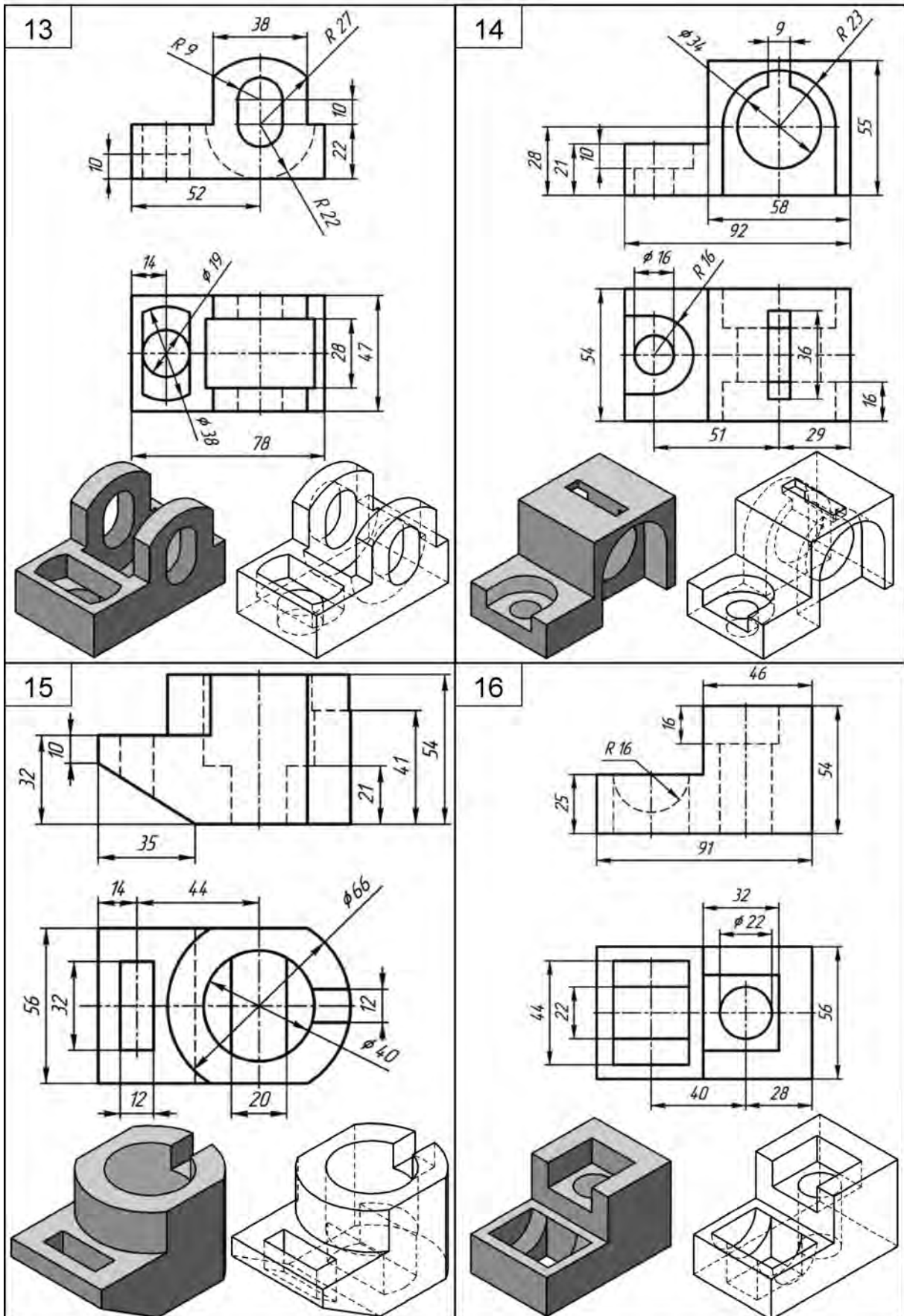
Рис. 3.7. Образец выполнения графической работы № 9

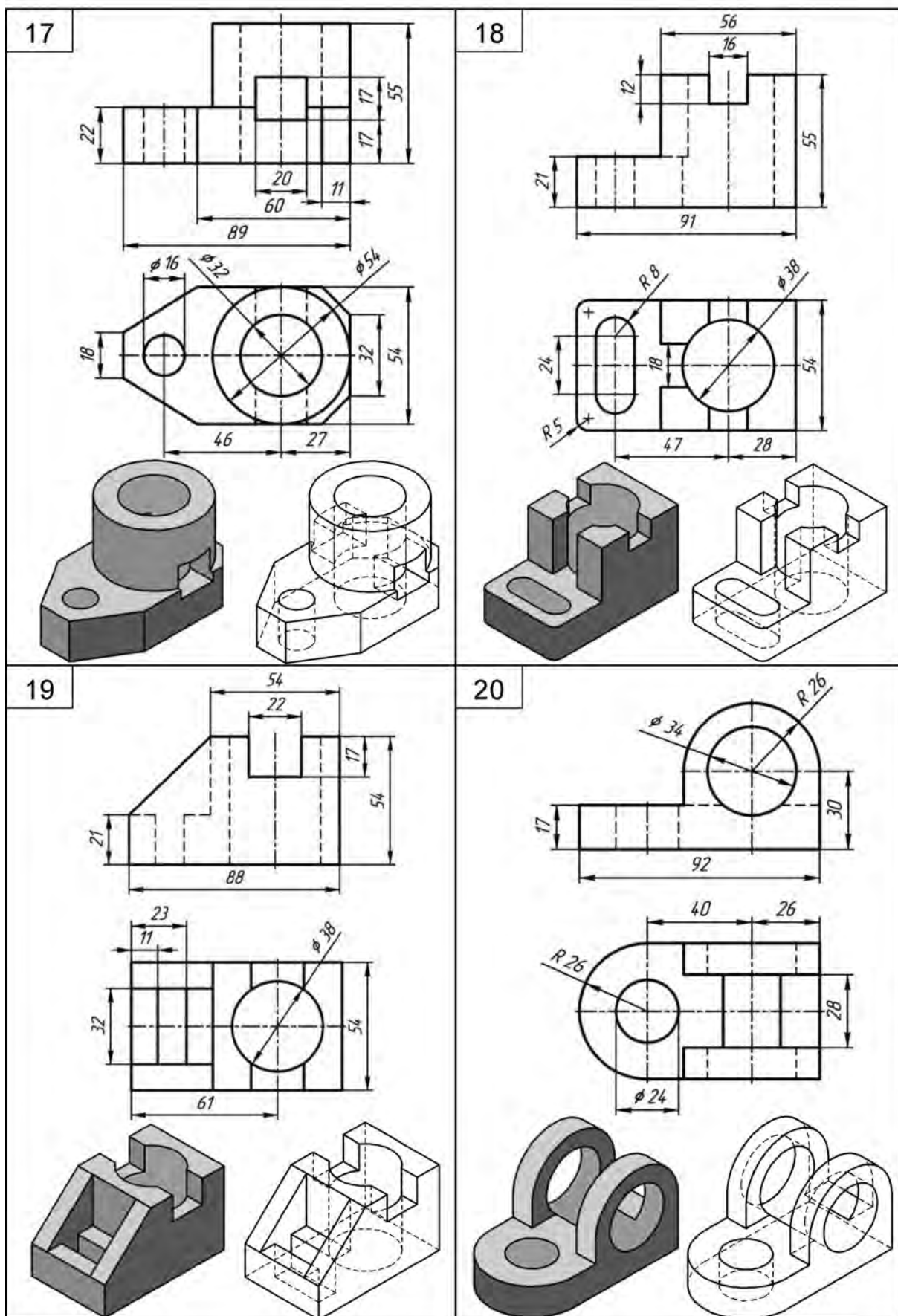
Исходные данные к графической работе № 10

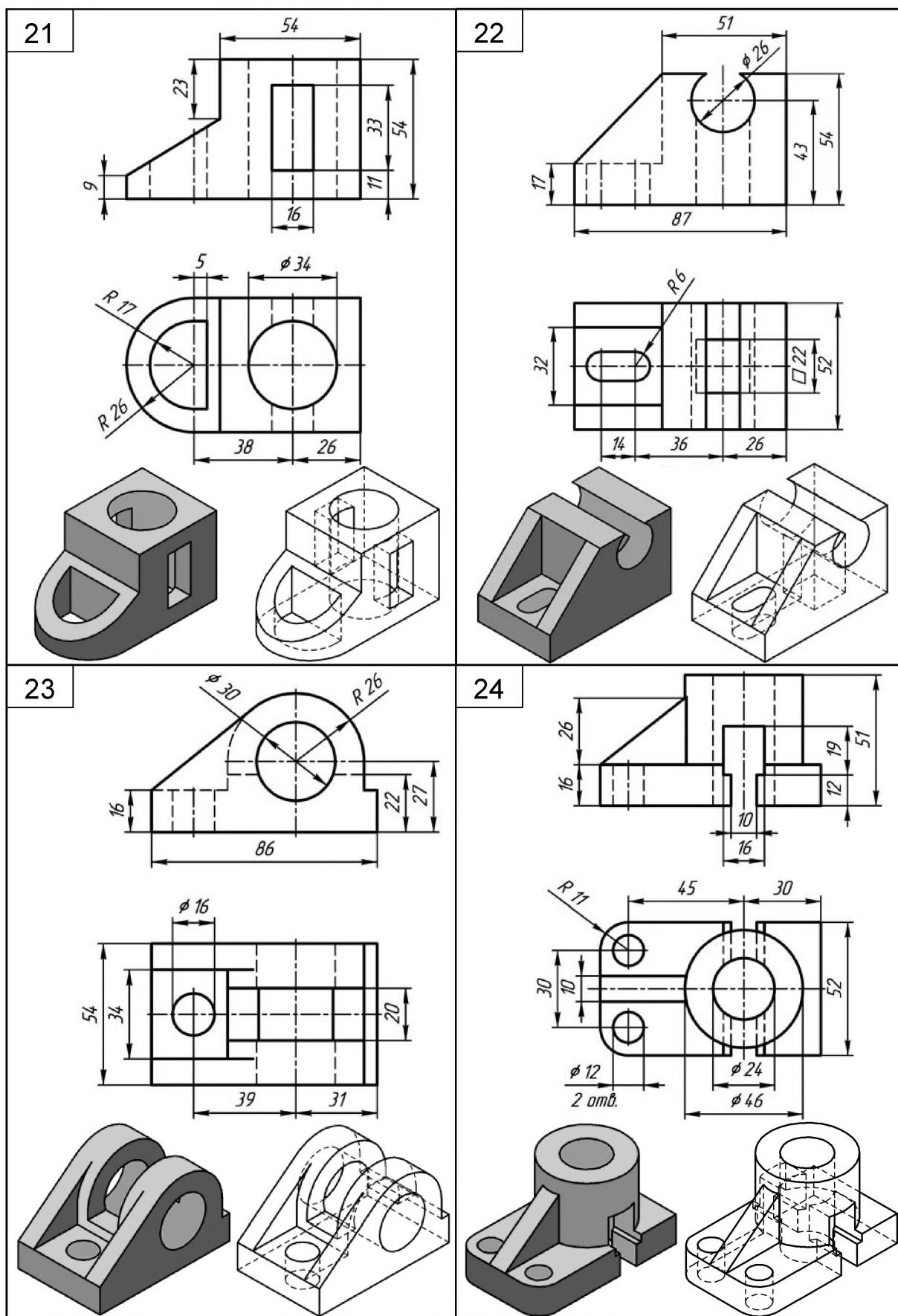


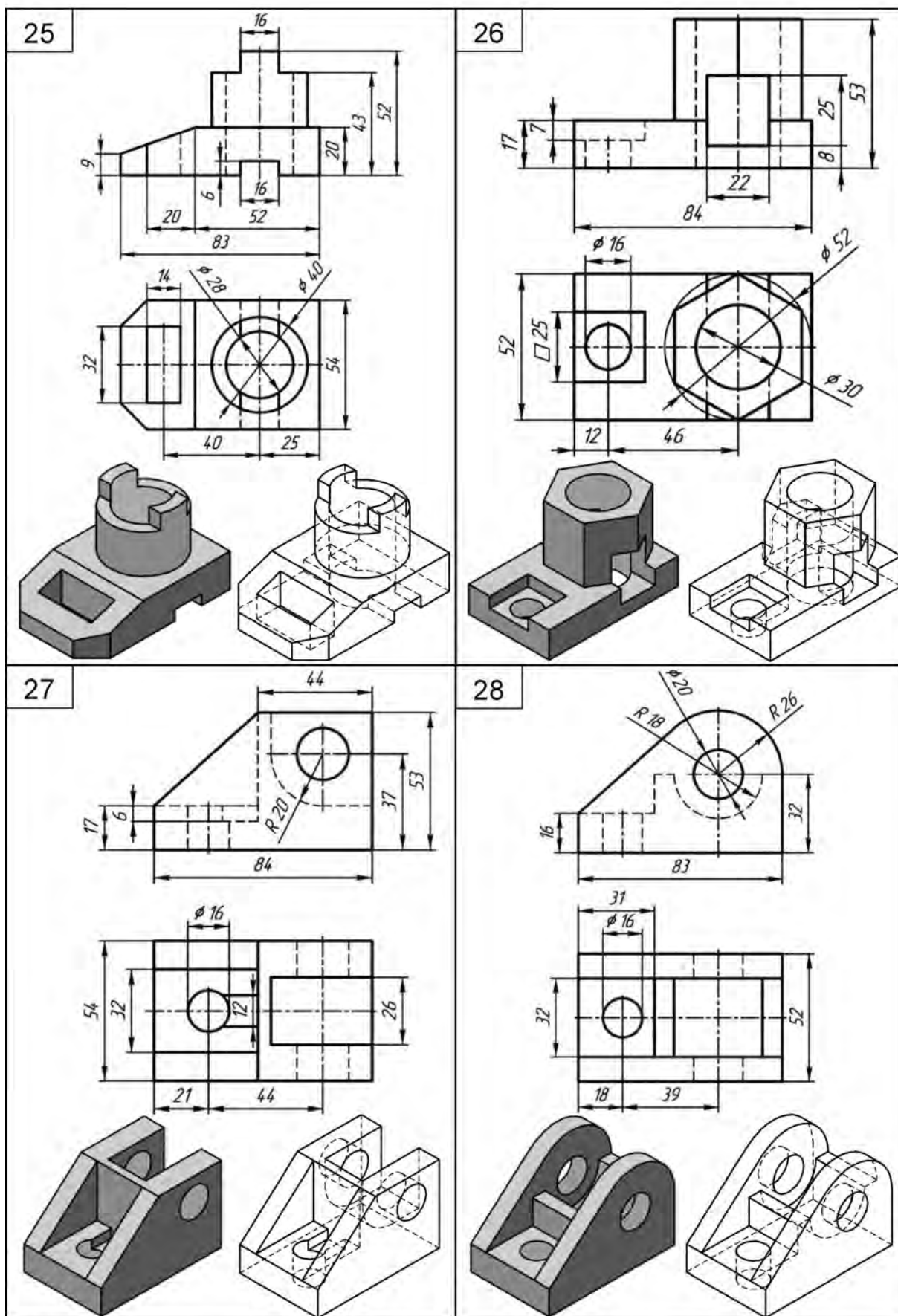


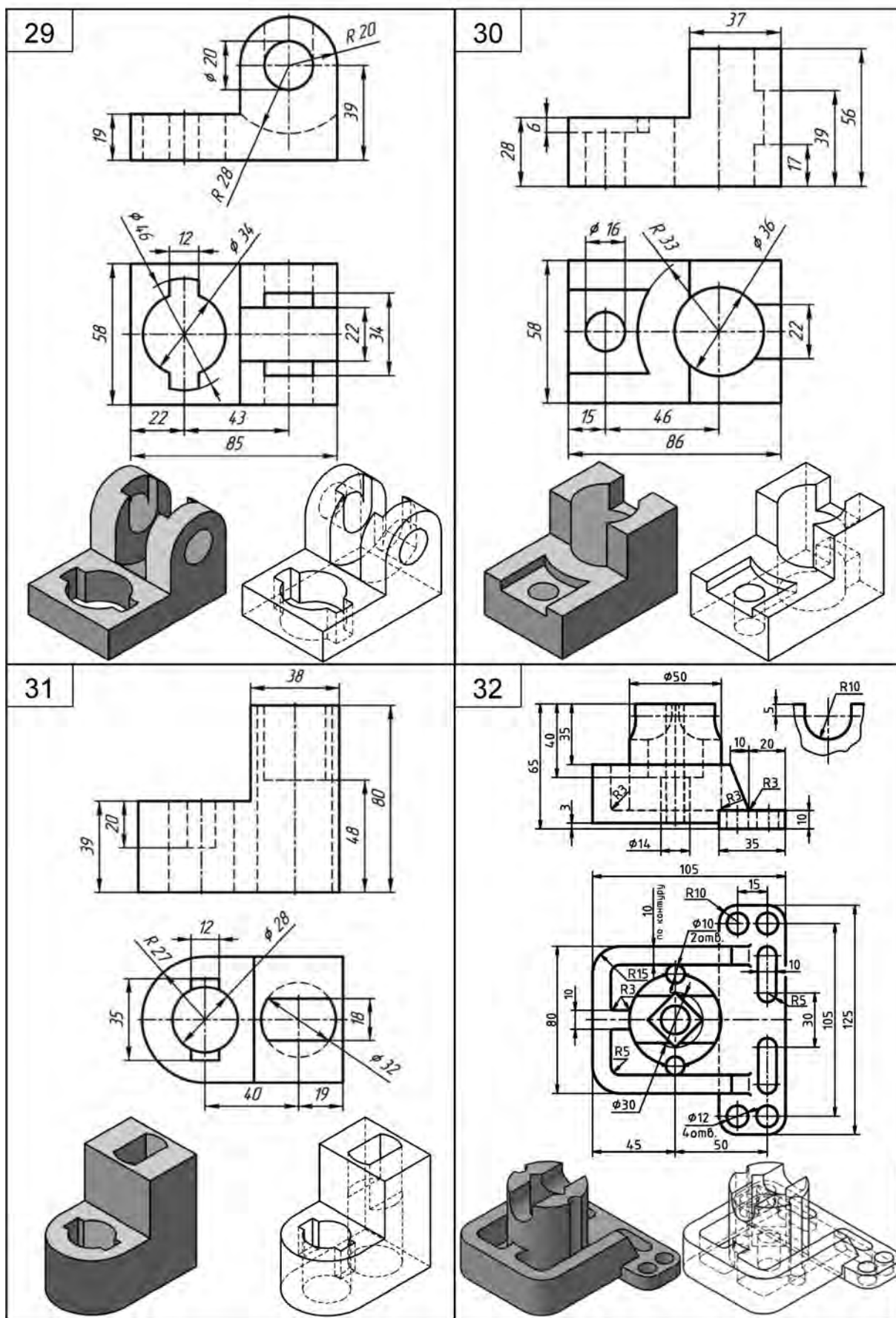












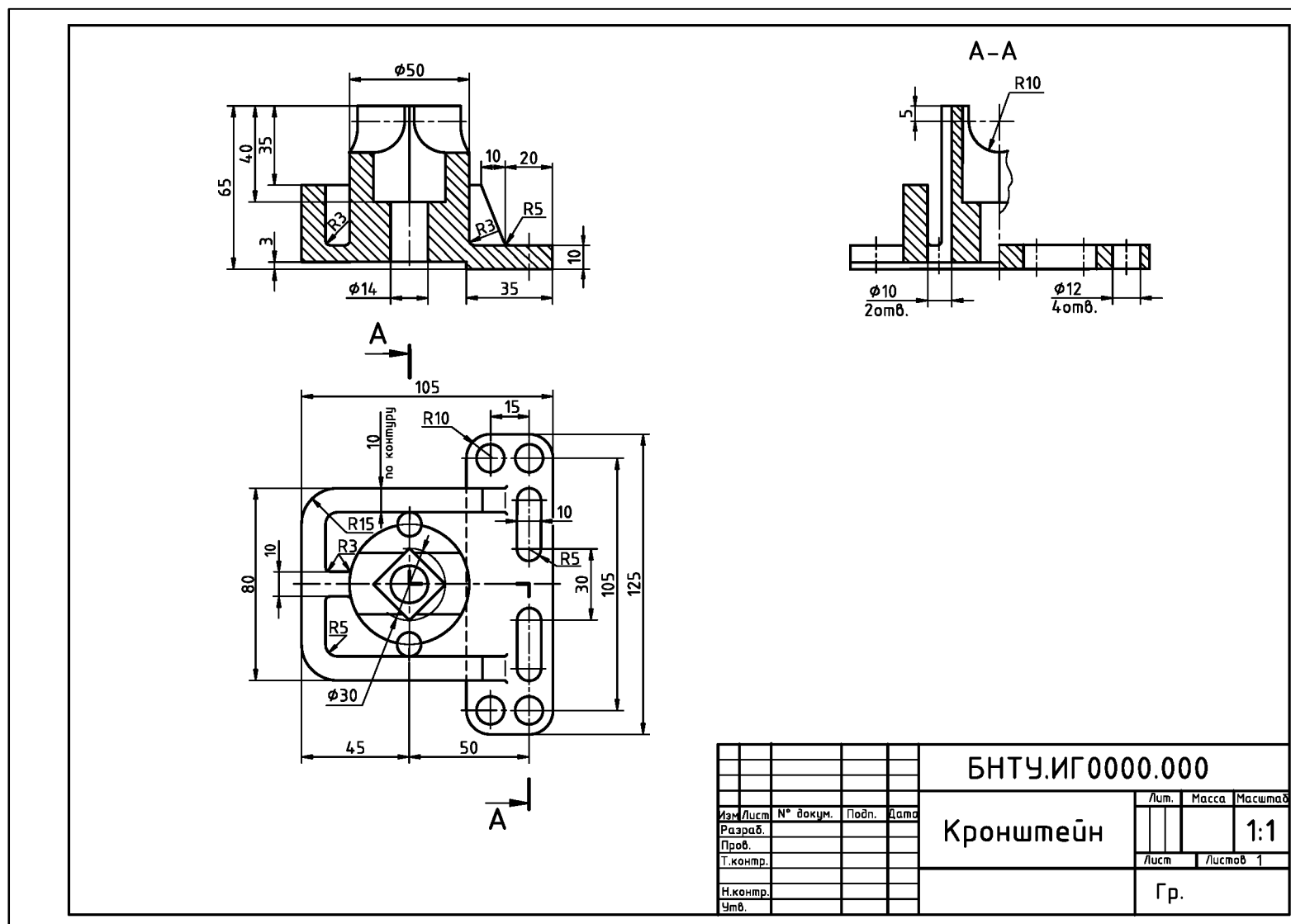


Рис. 3.8. Образец выполнения графической работы № 10

Графические работы № 11–13

Чертежи комбинированных геометрических тел

В соответствии с указанным вариантом выполнить чертеж комбинированного геометрического тела со срезами и вырезами плоскостями частного положения и проецирующими отверстиями.

В табл. 3.9–3.11 приведены необходимые условия к данным графическим работам по вариантам – главный вид и вид сверху на геометрическое тело, указаны размеры всех его формообразующих элементов. Вид сверху к графическим работам № 11 и 12* и частично к графической работе № 13 не закончен. Для облегчения чтения чертежей в условиях приведены также трехмерные изображения геометрических тел – тоновое и в контурных линиях (видимых и невидимых).

Порядок выполнения заданий следующий:

- в тонких линиях перечертить приведенные условия;
- достроить вид сверху и построить вид слева;
- на построенных изображениях выполнить разрезы;
- нанести необходимые размеры;
- оформить чертеж в соответствии с требованиями стандартов.

Образцы выполнения графических работ к каждой таблице приведены на рис. 3.11–3.13. Их исходные условия соответствуют варианту 32 каждой таблицы.

Цель работы

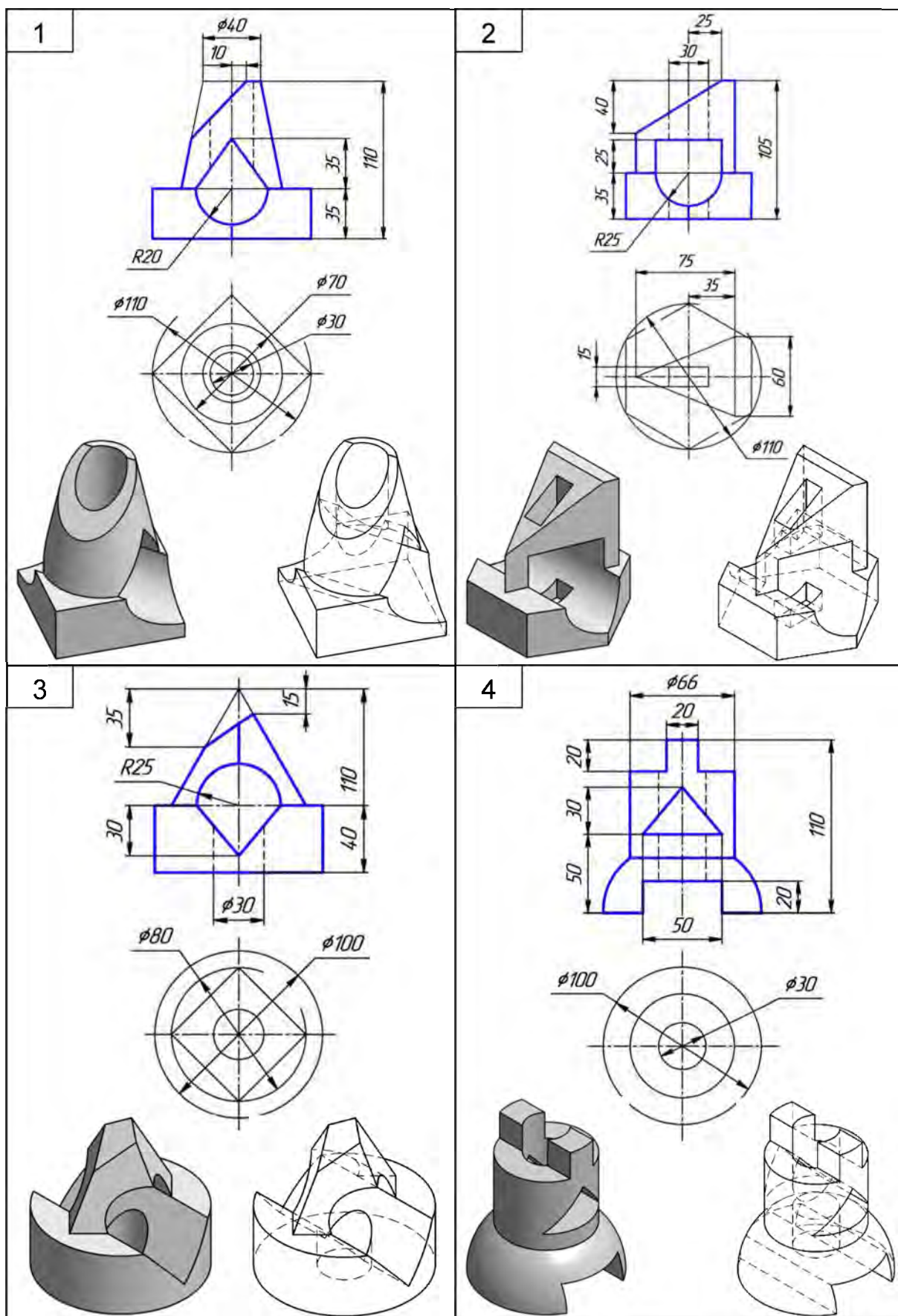
1. Получить навыки построения *проекций* комбинированных геометрических тел.
2. Совершенствовать навыки выполнения на чертеже *разрезов* – вертикальных и горизонтального, и соединения части разреза с частью вида.
3. Получить навыки построения *линий пересечения* различных поверхностей, в том числе кривых, проецирующими плоскостями и между собой.
4. Совершенствовать ранее полученные навыки оформления чертежей – правильного применения и начертания линий, выполнения штриховки, нанесения размеров и обозначения разрезов.

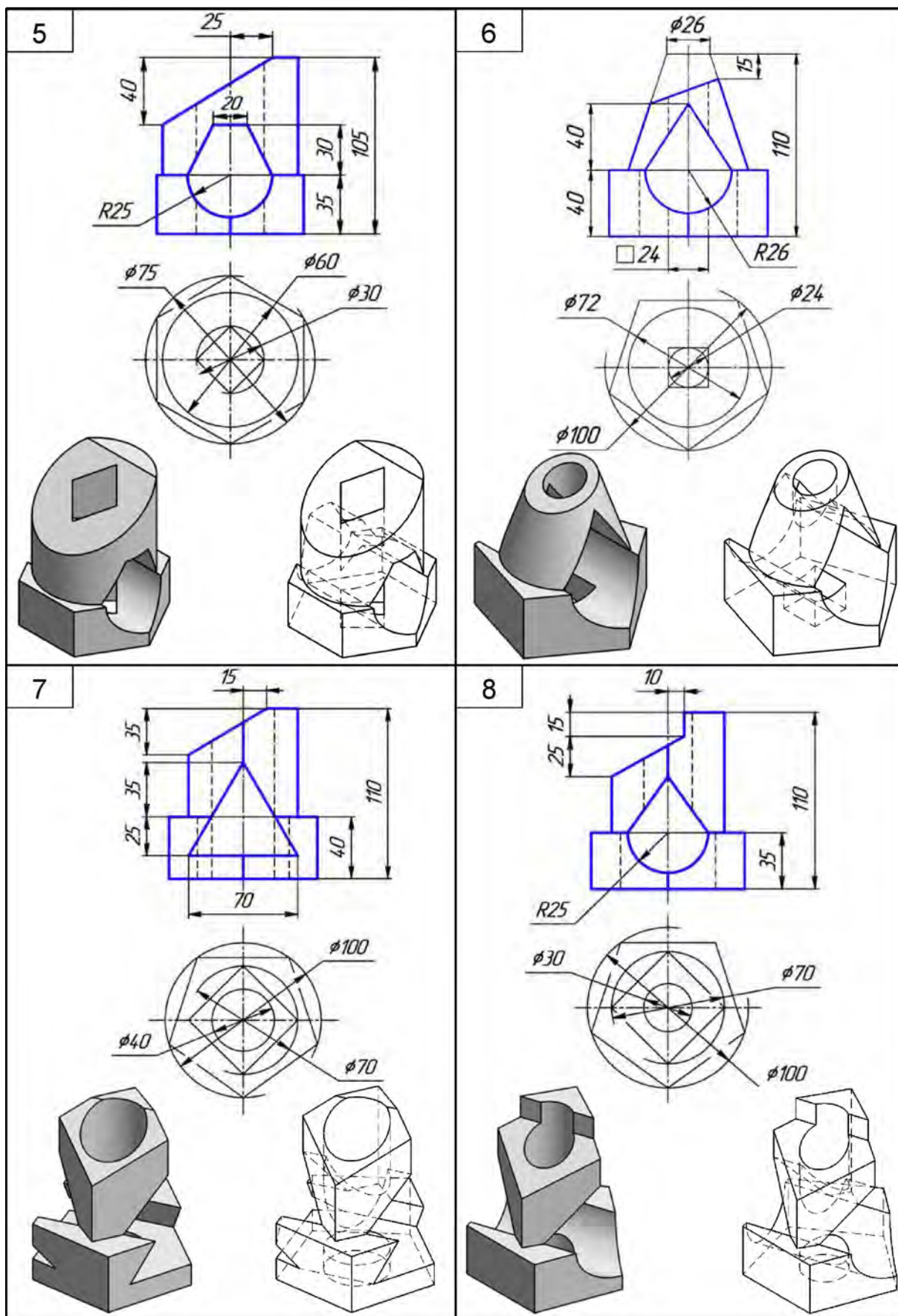
Графические работы № 11–13 выполнить на белой чертежной бумаге формата А3 в масштабе 1:1 и оформить по указанным образцам (см. рис. 3.11–3.13), соблюдая установленные указанными ранее стандартами начертания и назначение линий на чертежах, правила нанесения размеров, начертание букв, цифр и знаков и требования к основной надписи (см. прил. 1).**

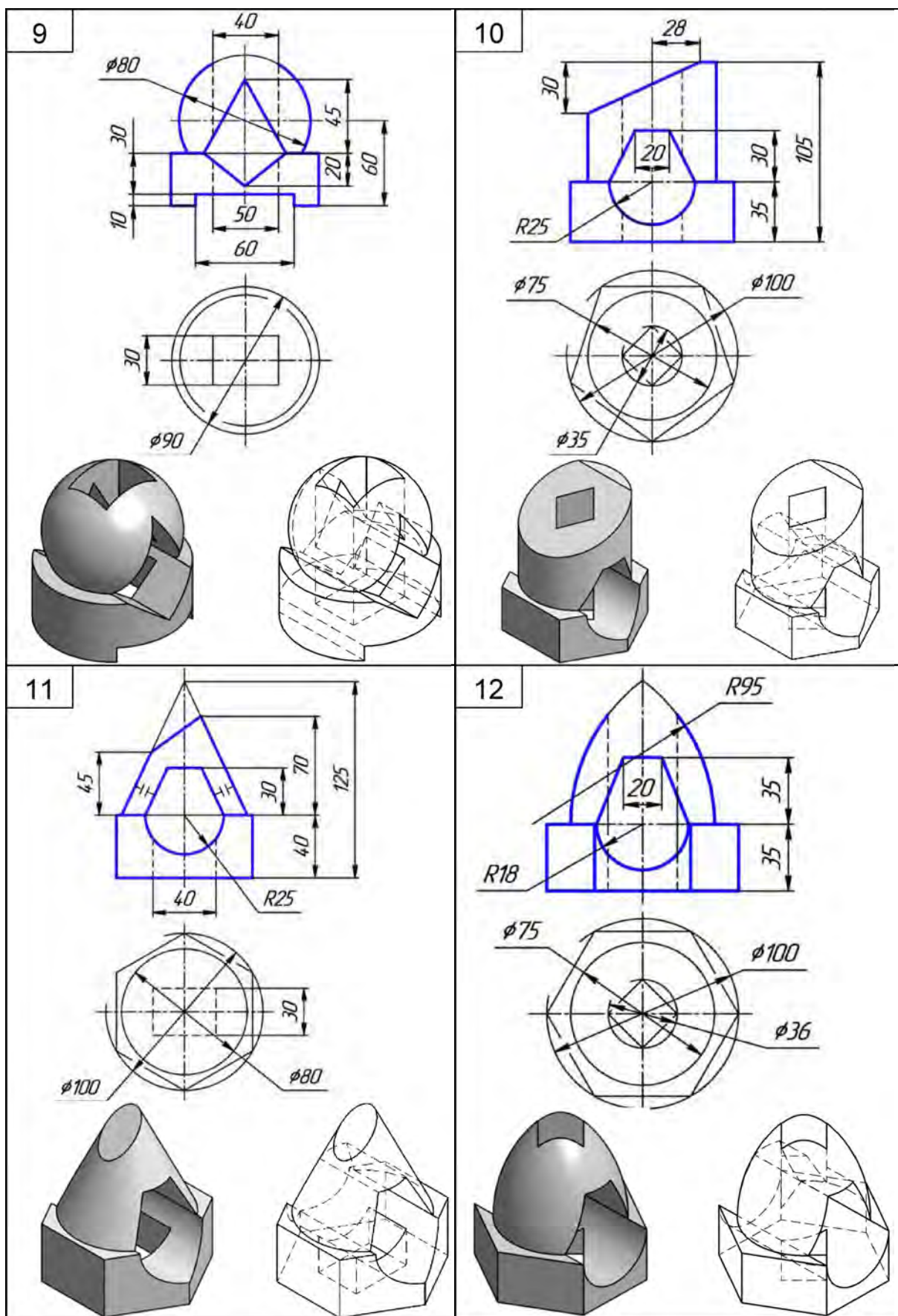
* Исходные данные и образцы выполнения графических работ № 11 и 12 заимствованы из учебных пособий по инженерной графике и начертательной геометрии, разработанных Зелёным П.В. совместно с Беляковой Е.И. [2, 5, 7].

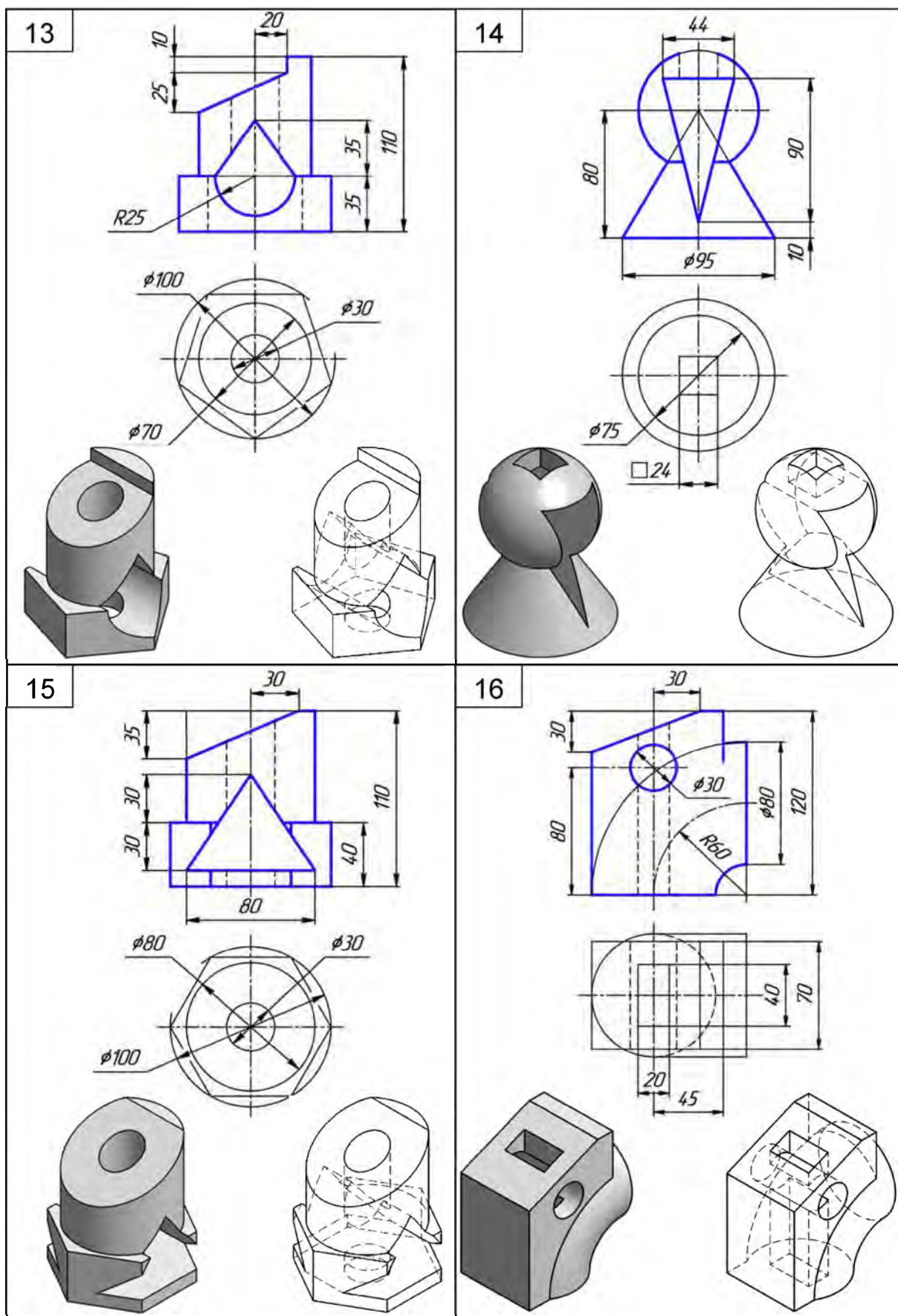
** В прил. 3 (рис. ПЗ.2–ПЗ.3, ПЗ.5–ПЗ.8, ПЗ.10, ПЗ.13–ПЗ.17) приведены дополнительные образцы выполнения чертежей комбинированных геометрических тел с поэтапным построением их проекций ввиду сложности данных графических работ.

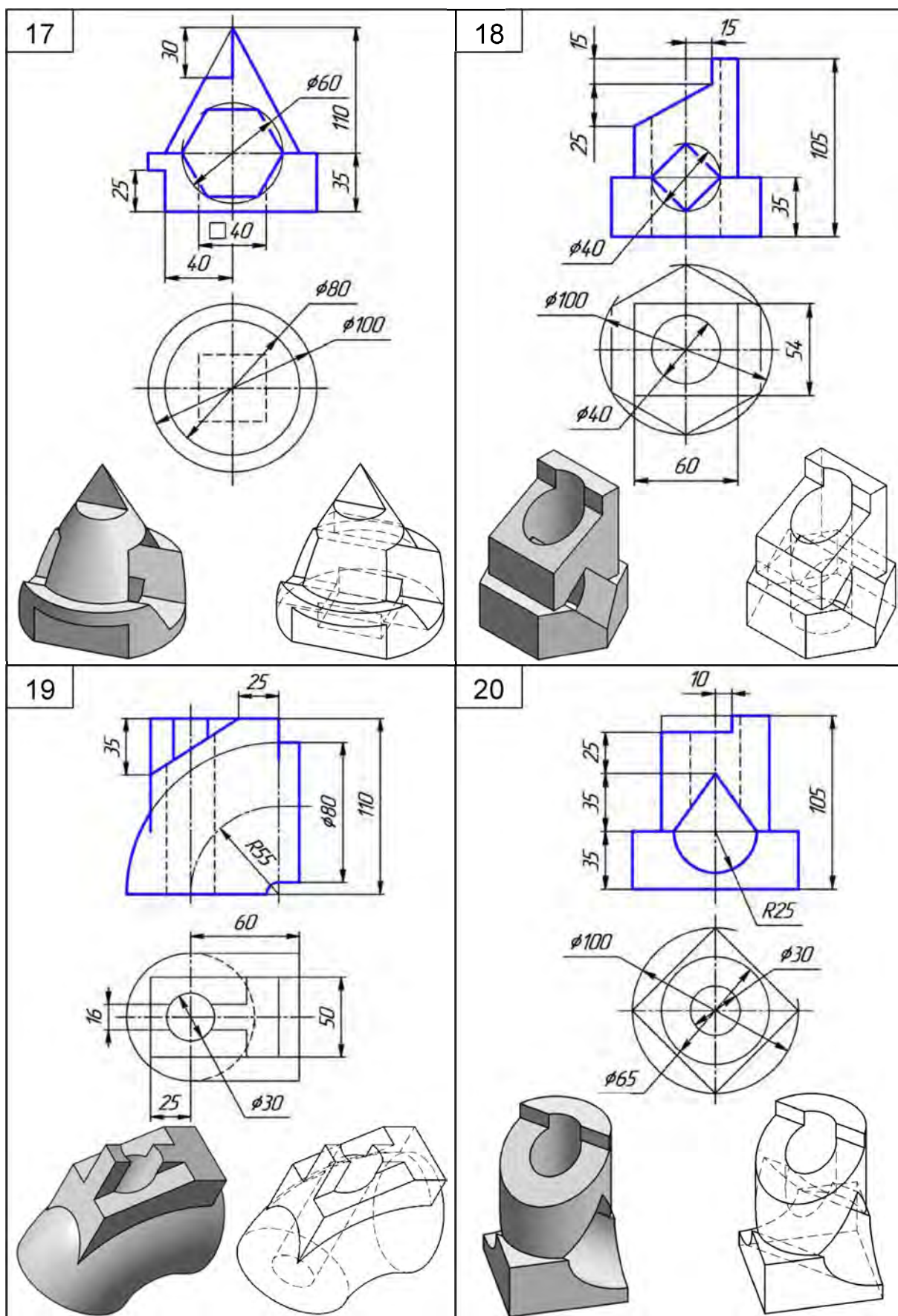
Исходные данные к графической работе № 11

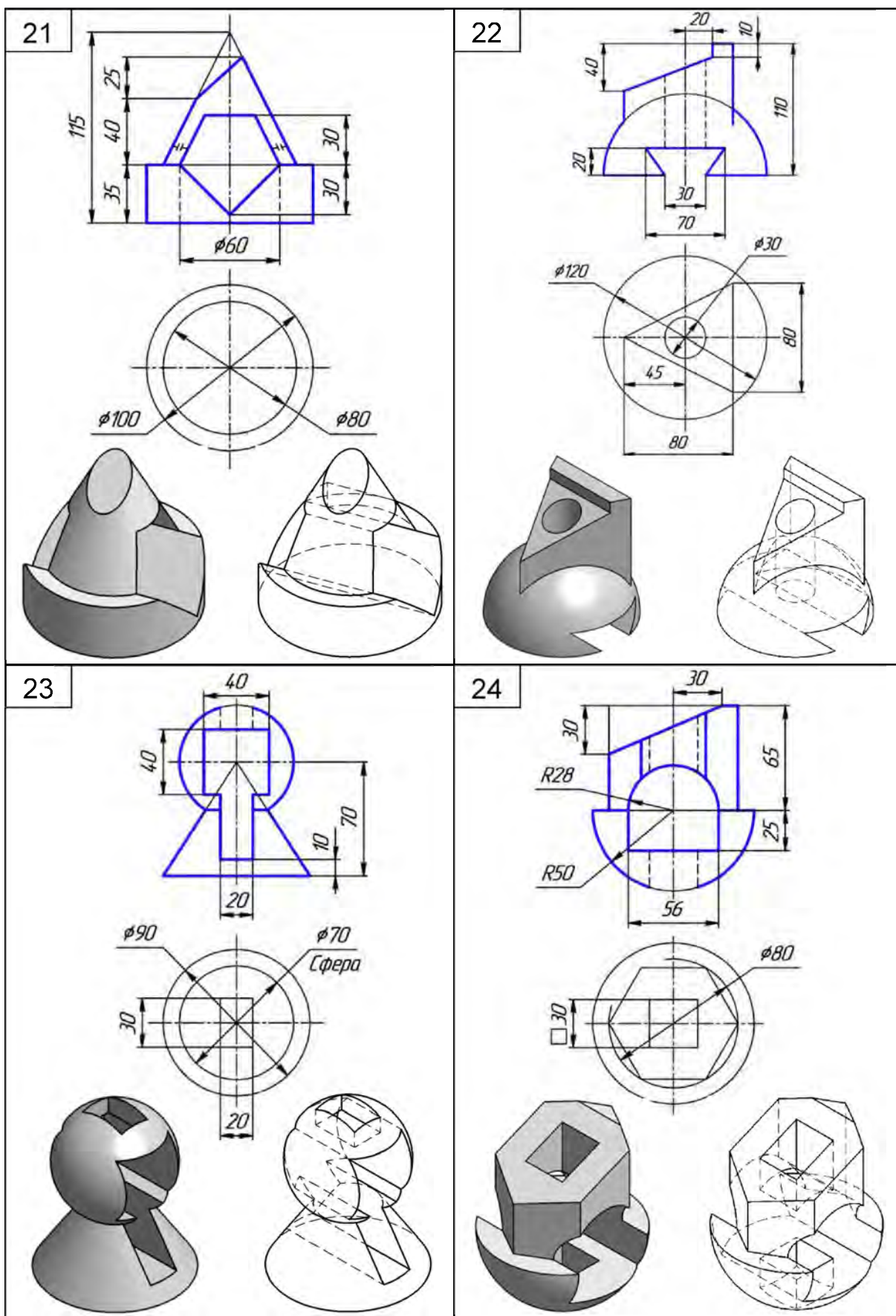


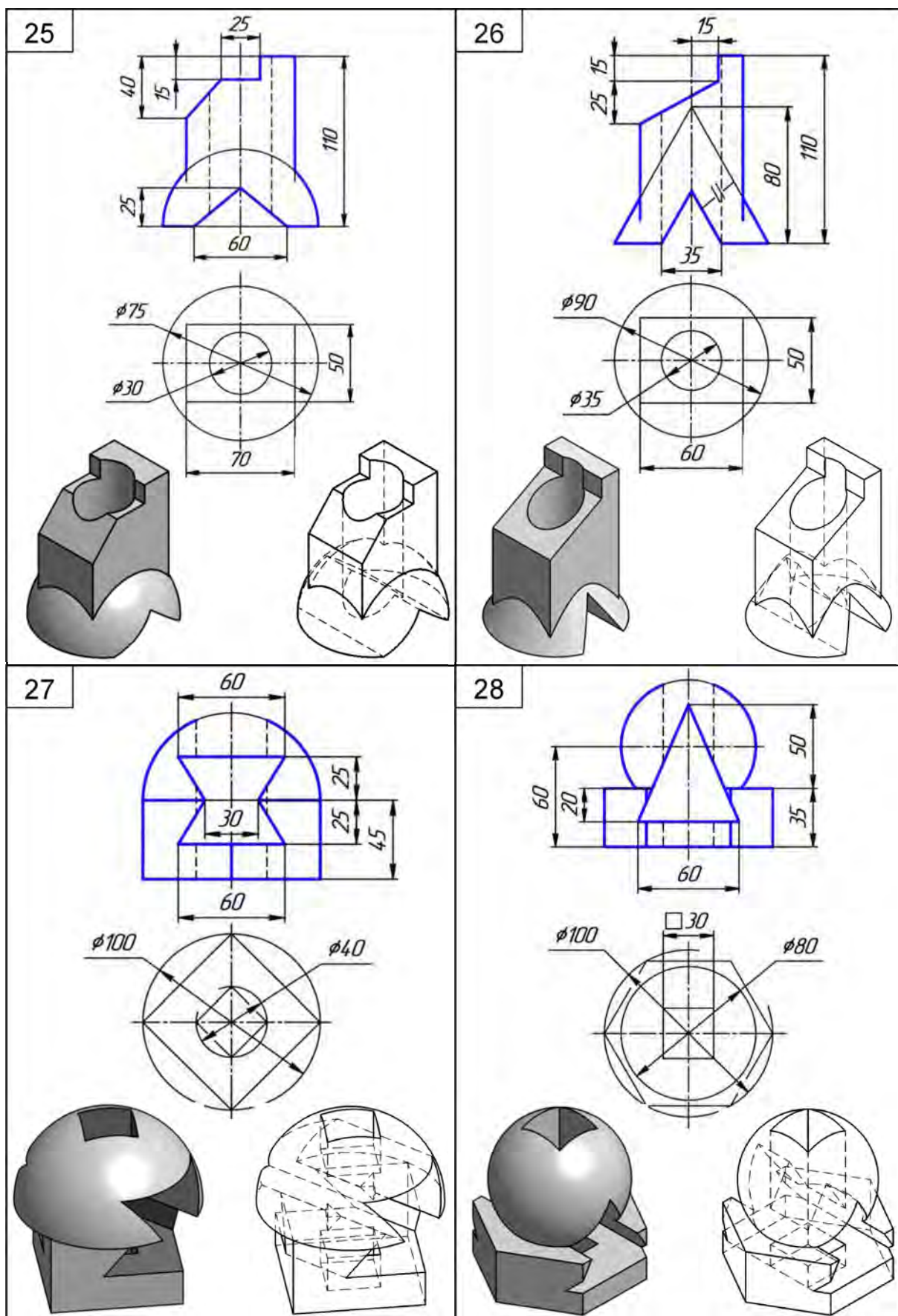


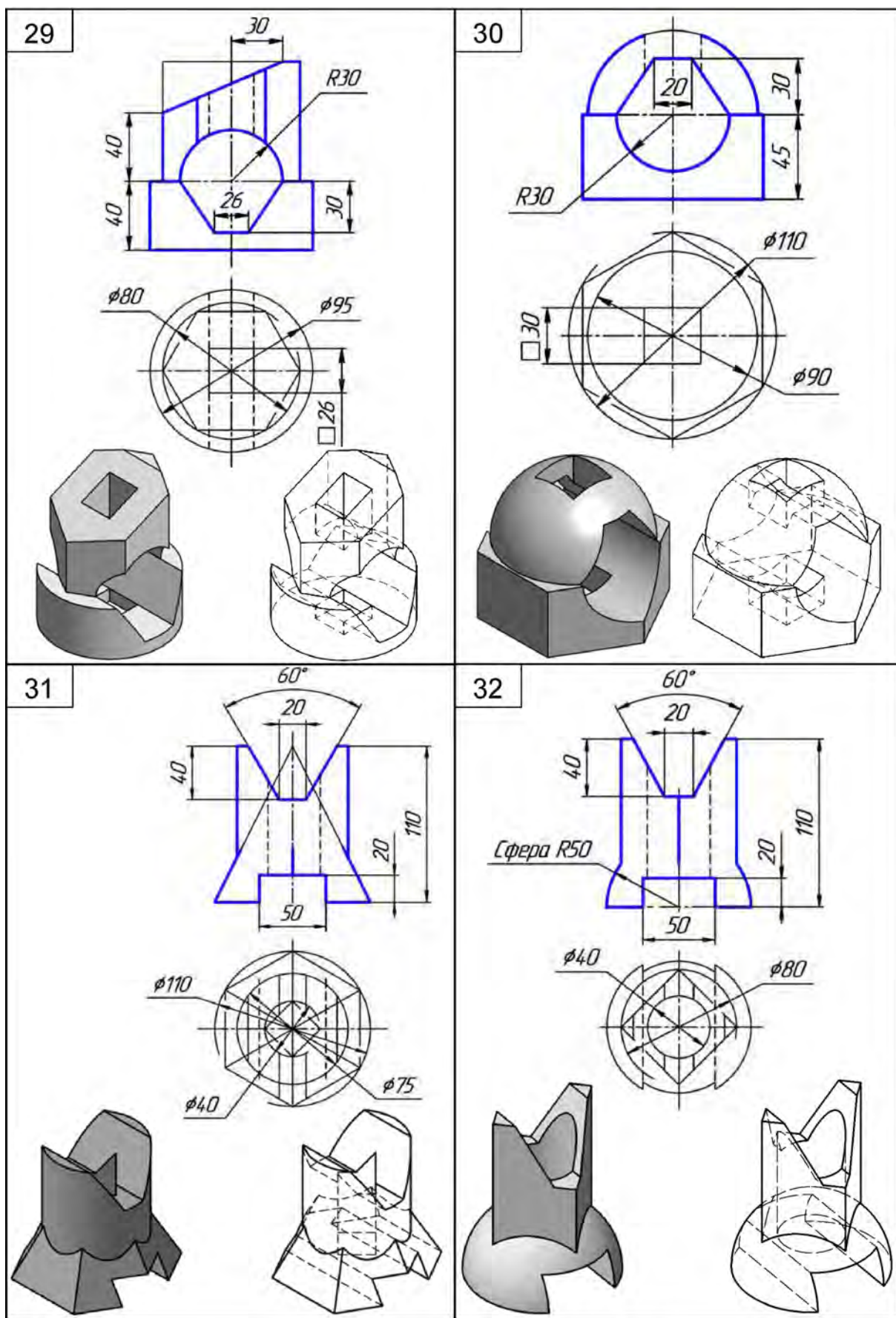












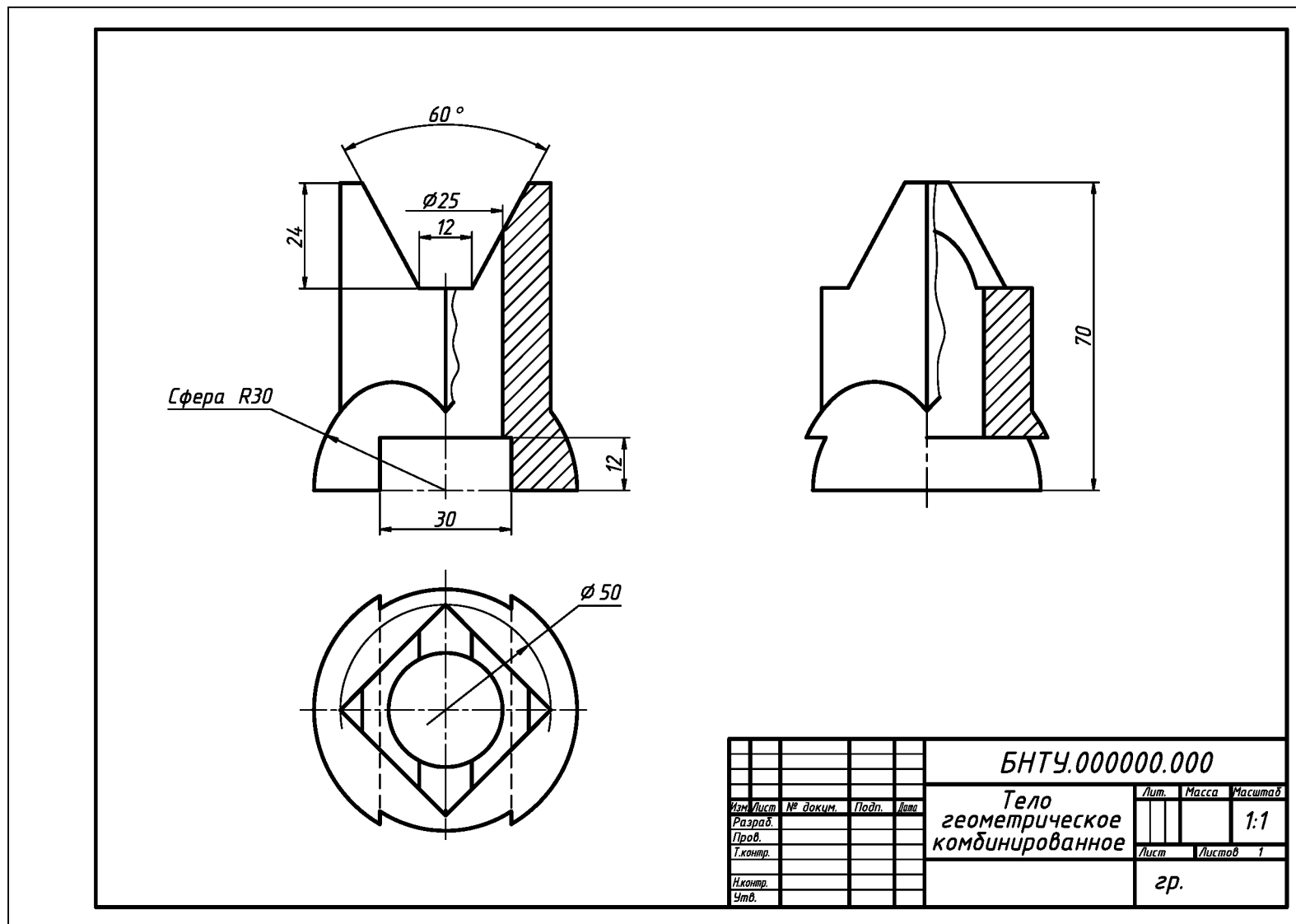
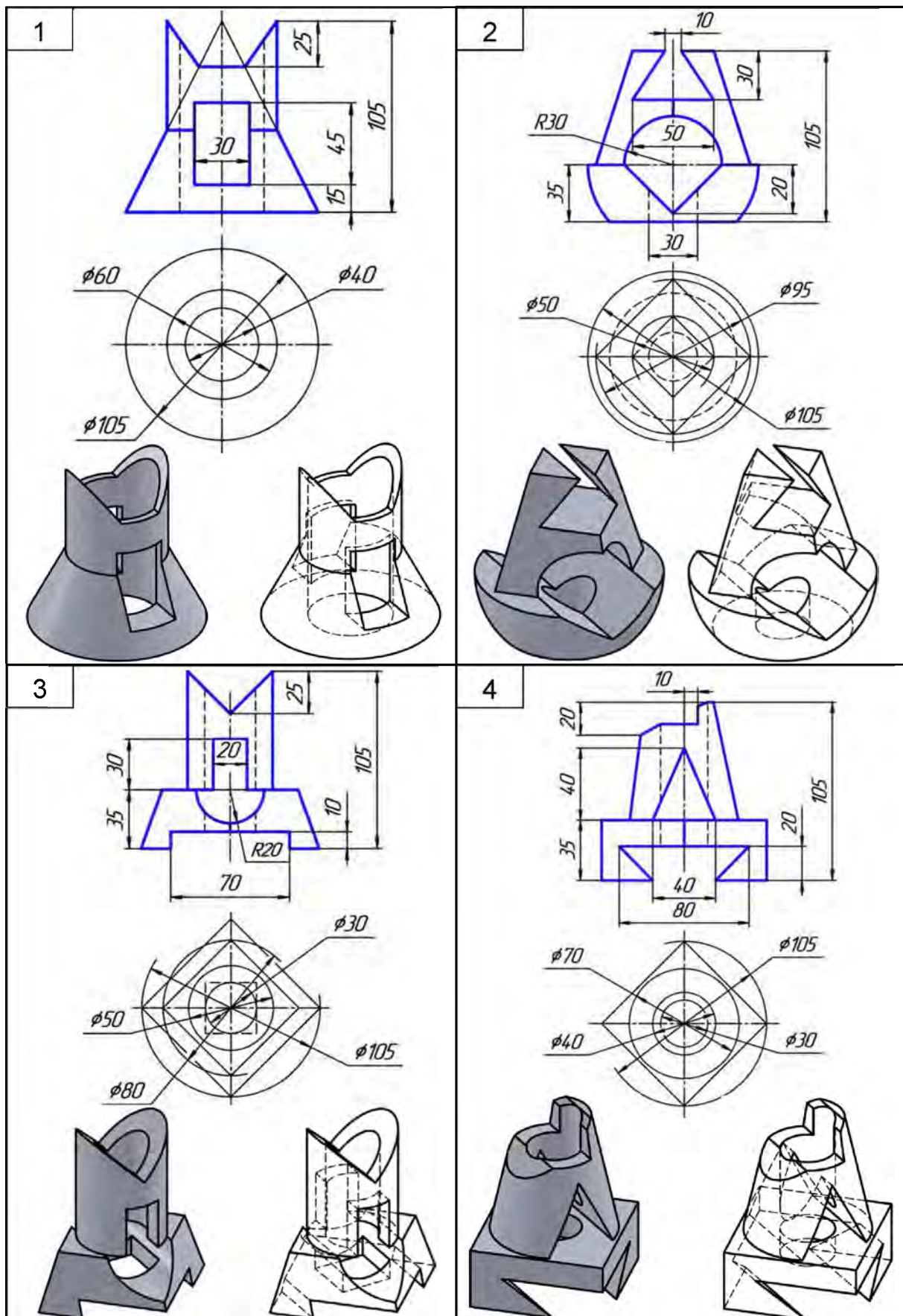
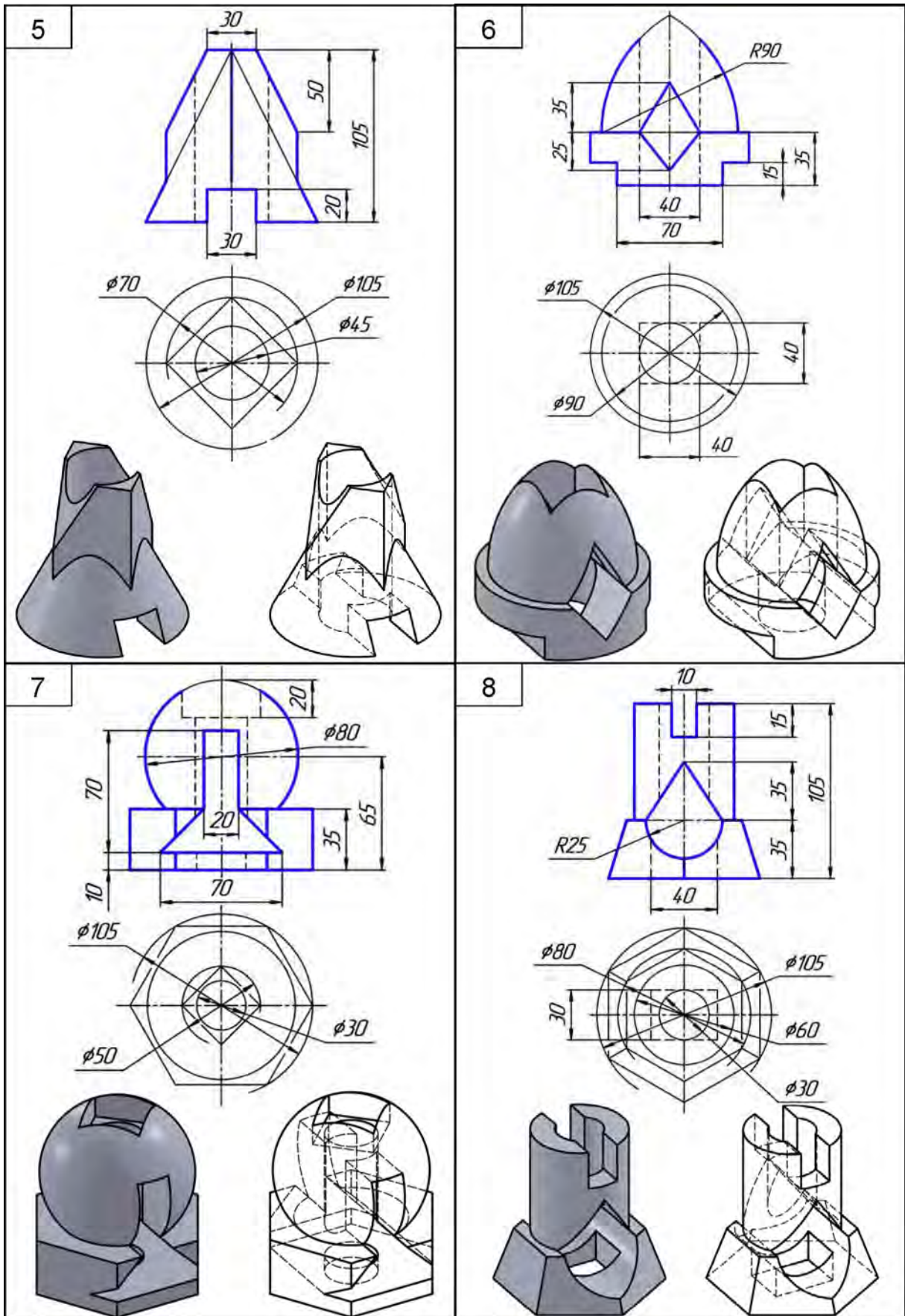
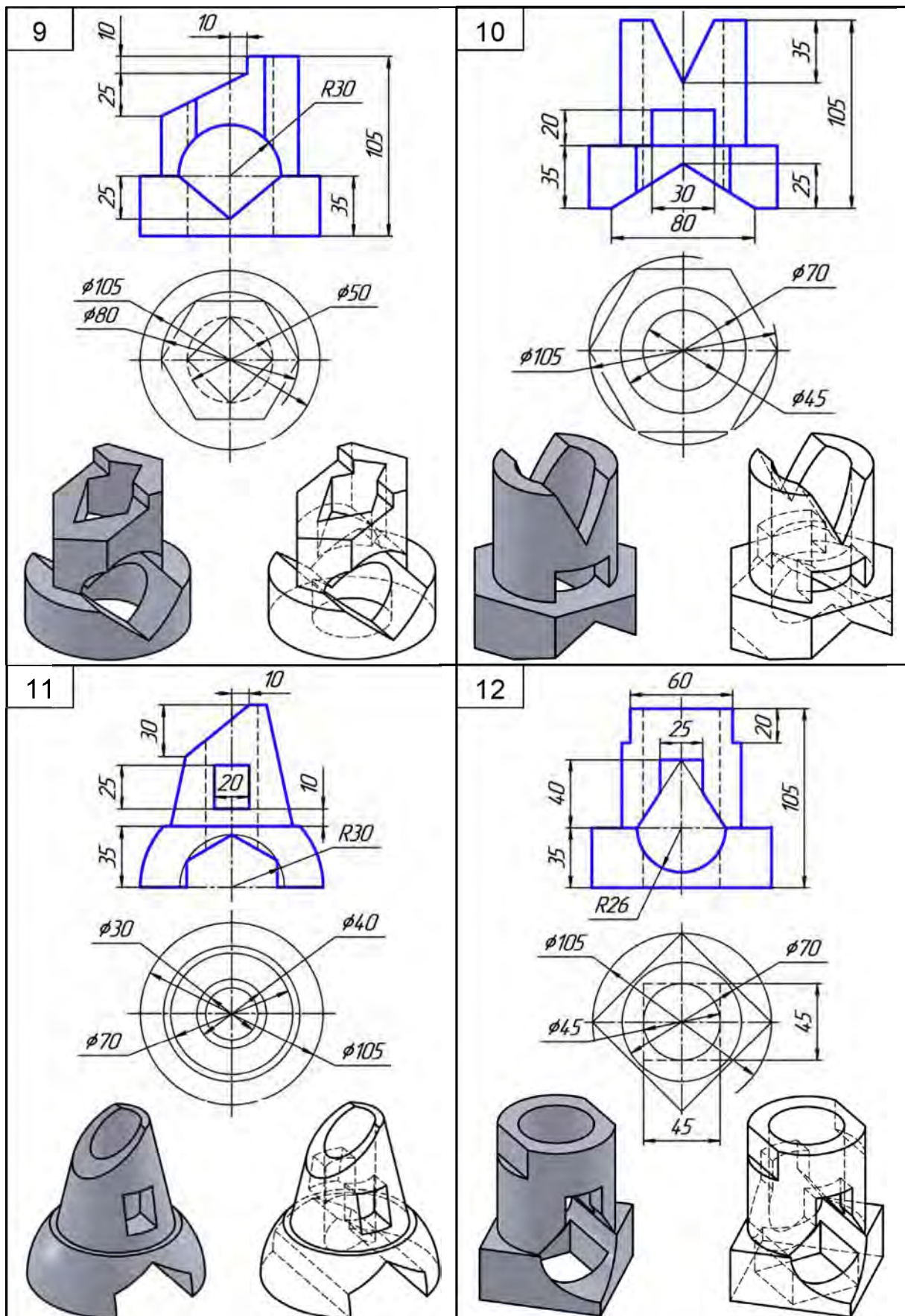


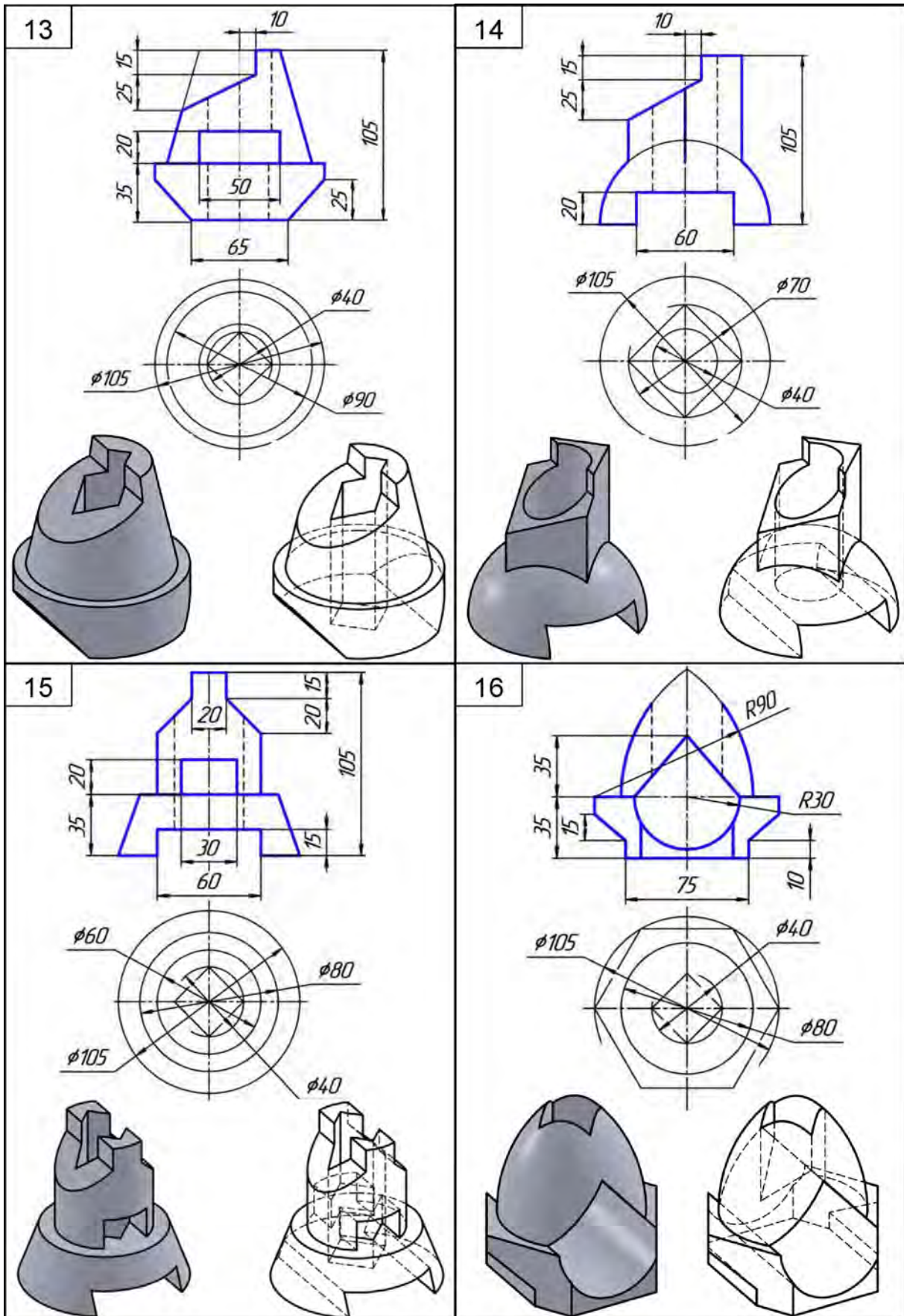
Рис. 3.11. Образец выполнения графической работы № 11

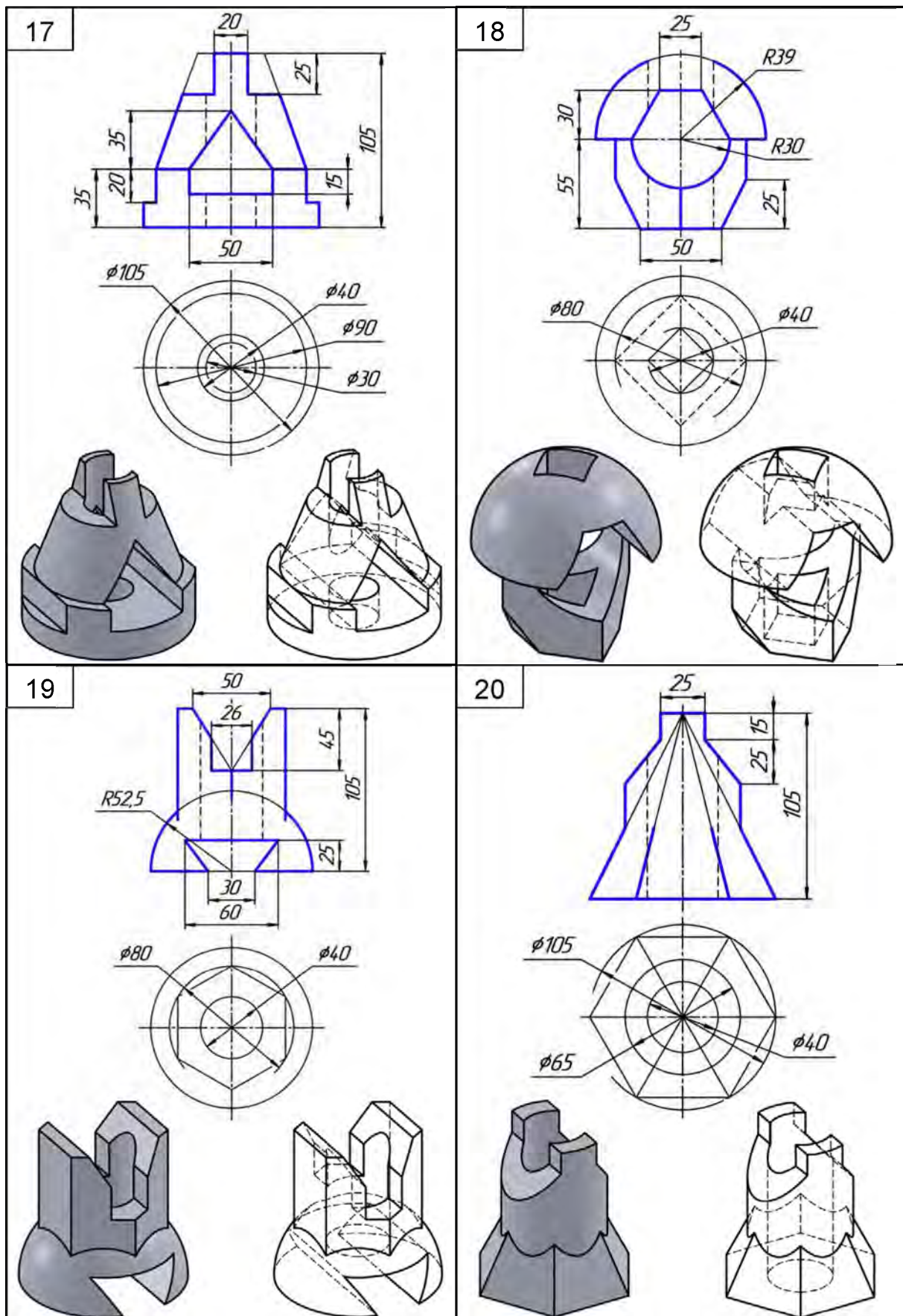
Исходные данные к графической работе № 12

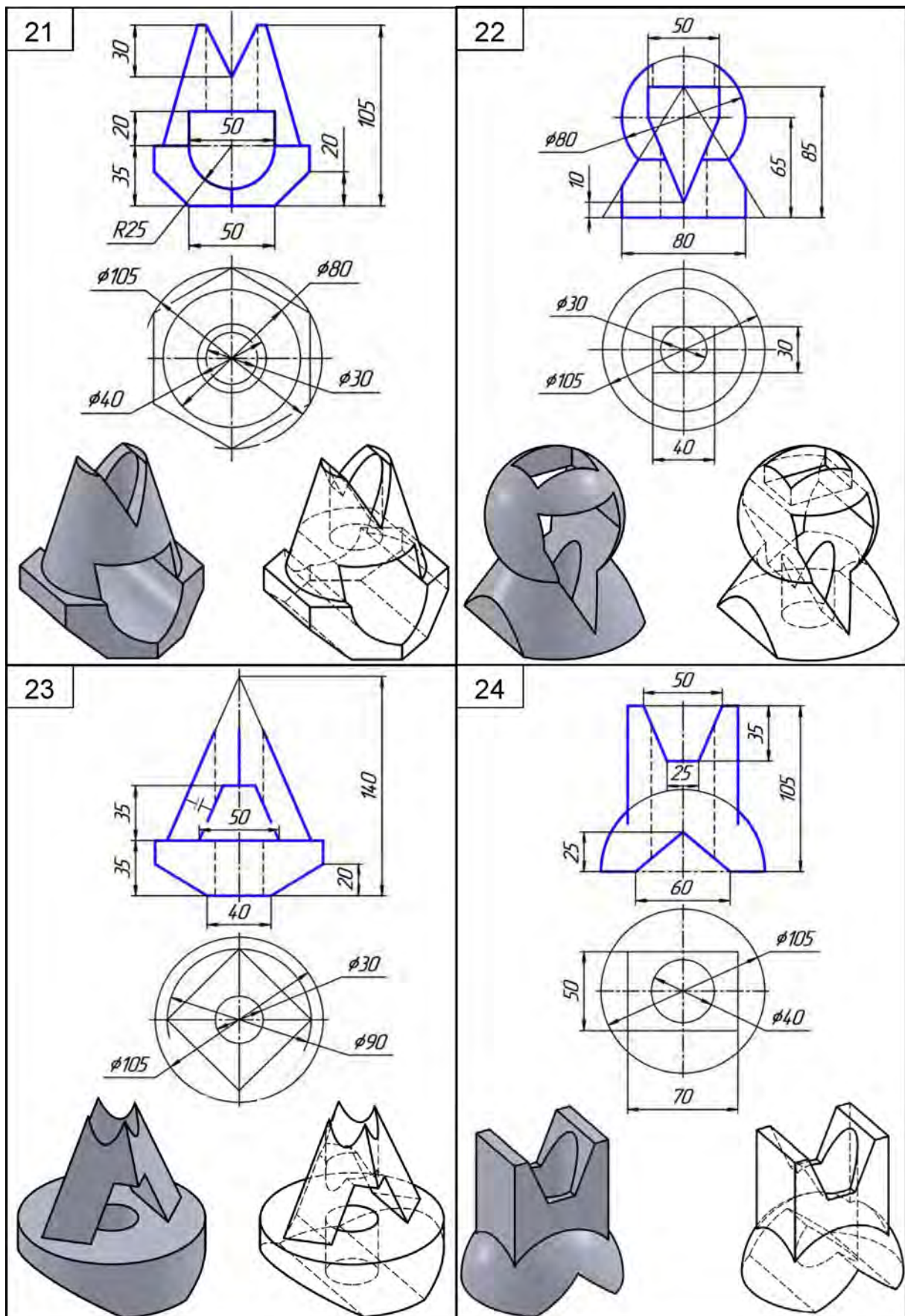


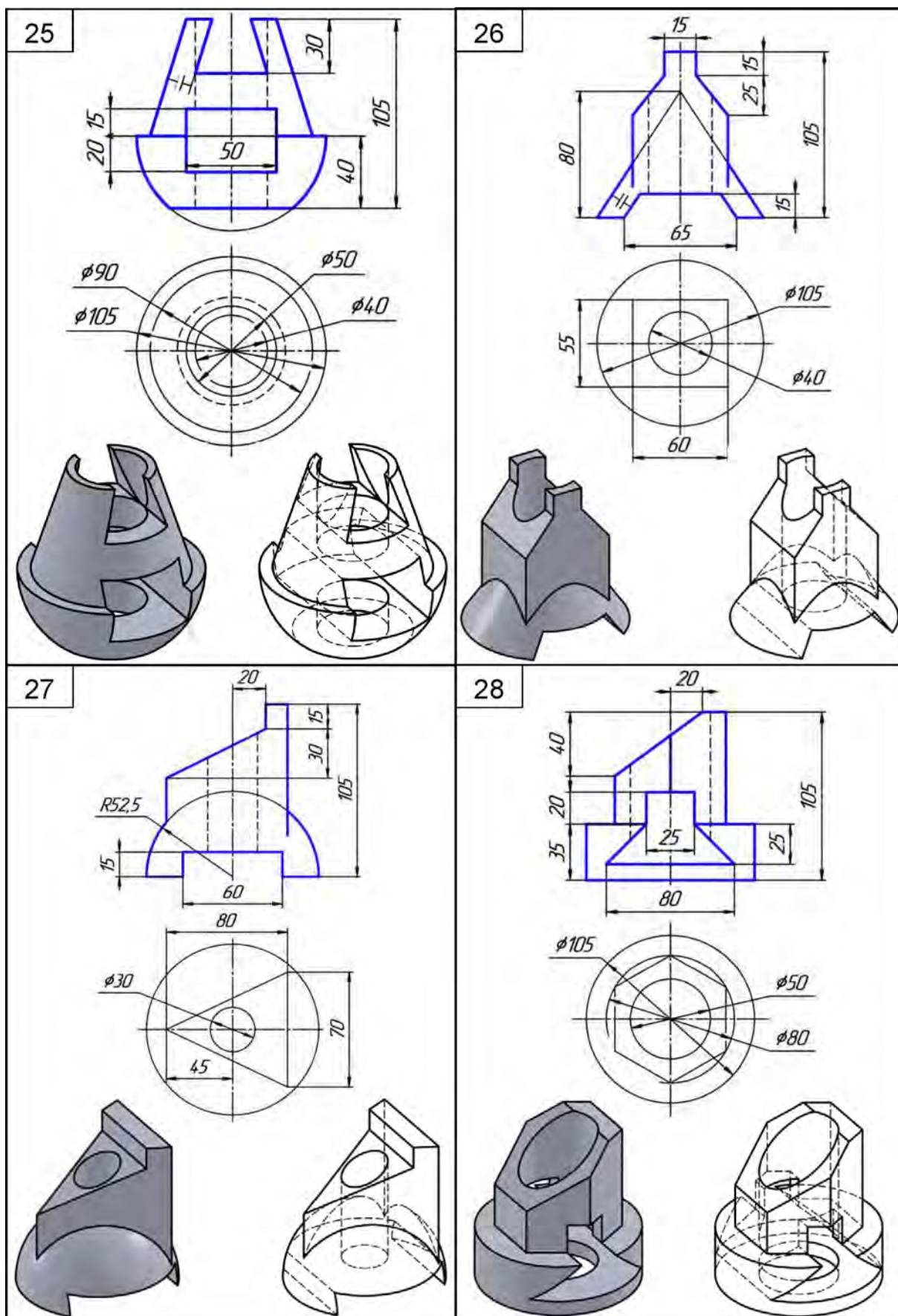


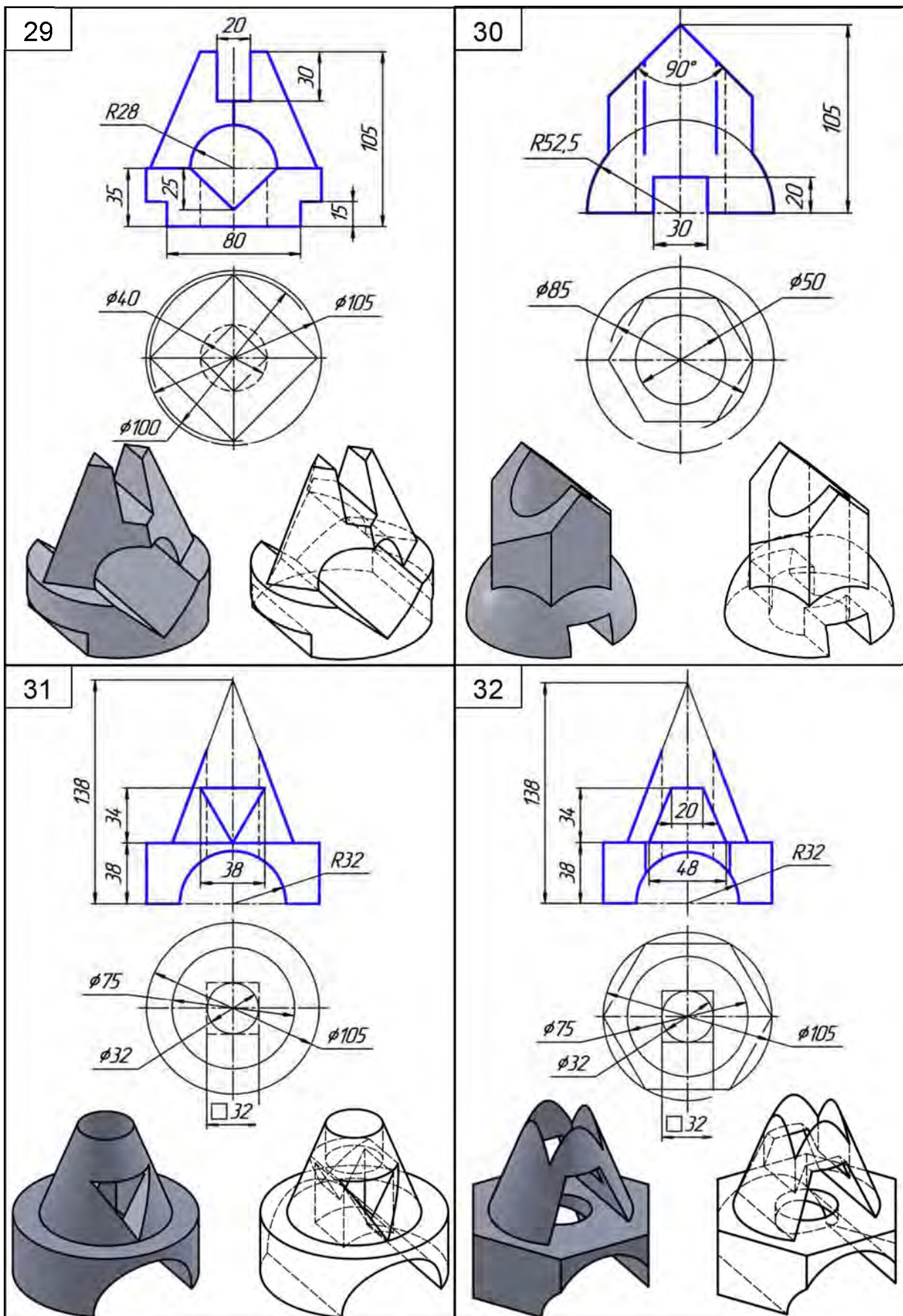












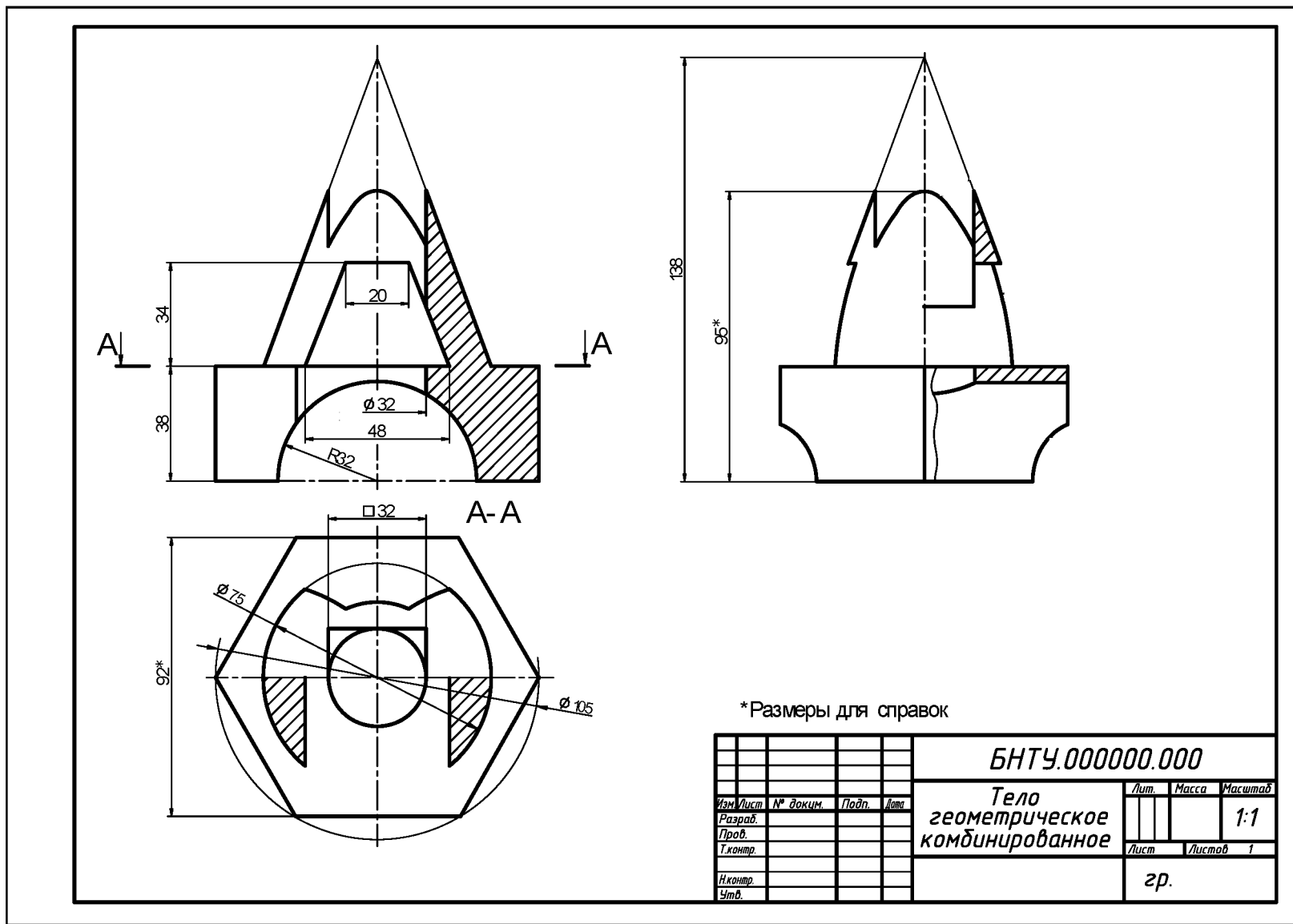
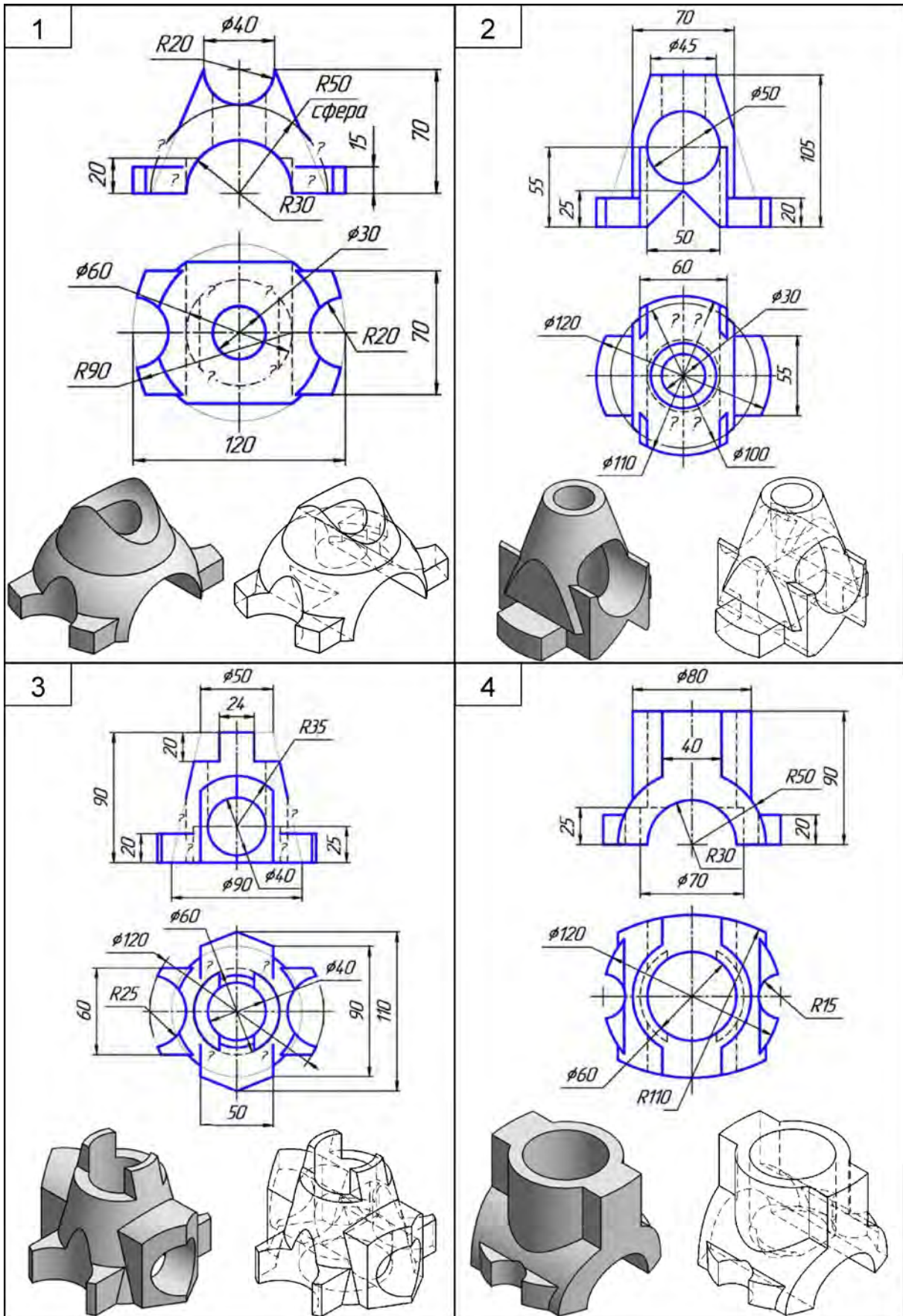
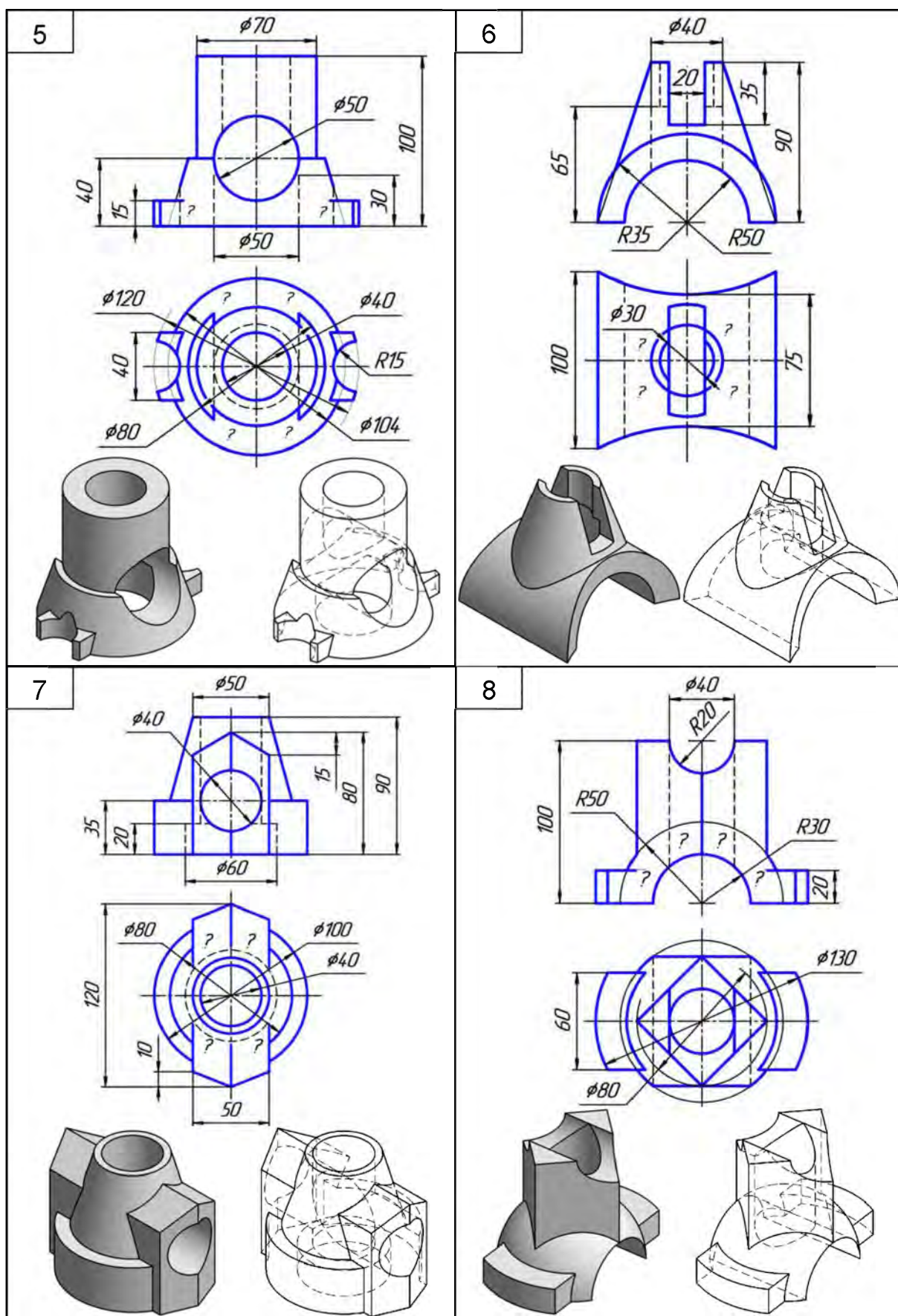
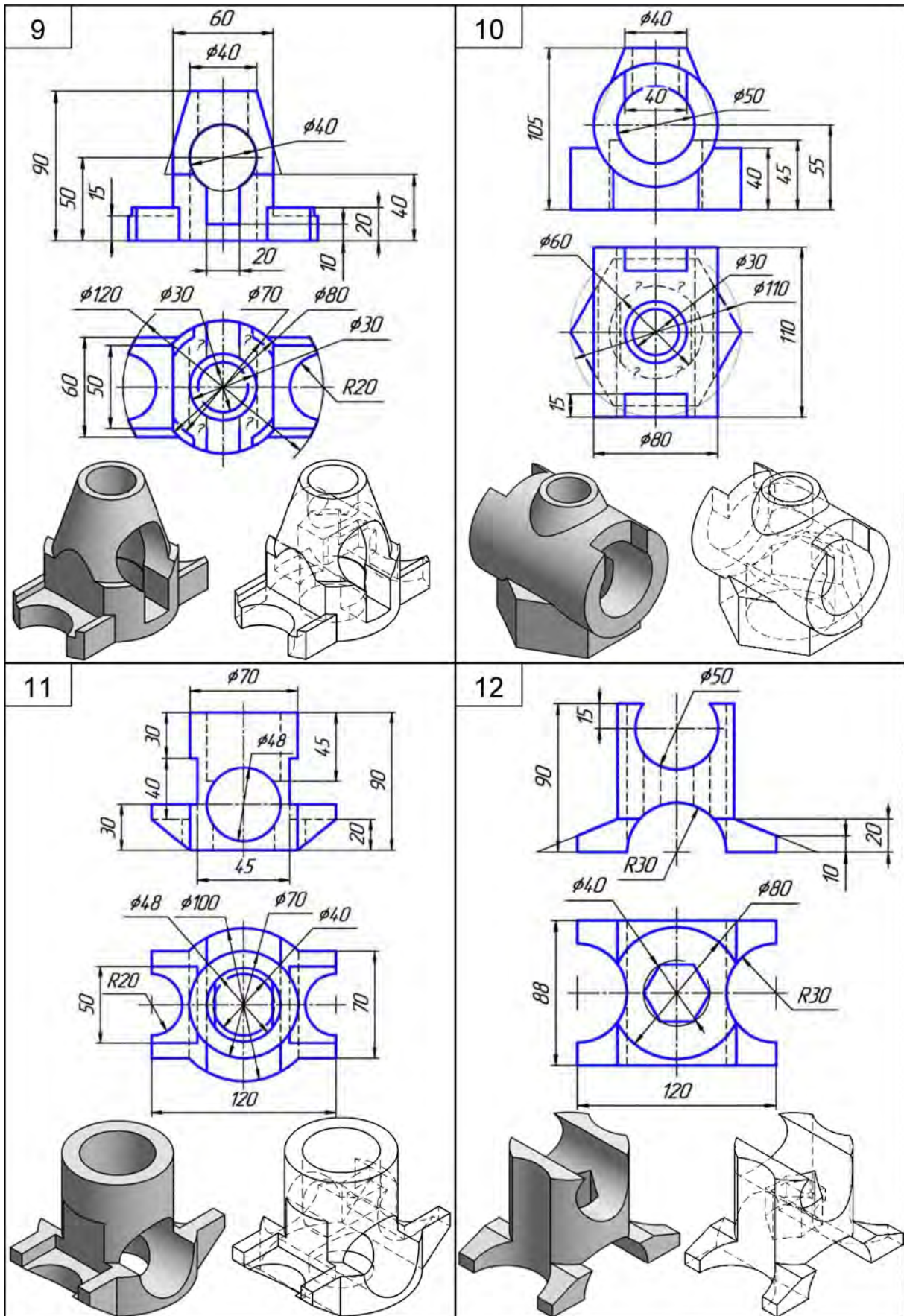


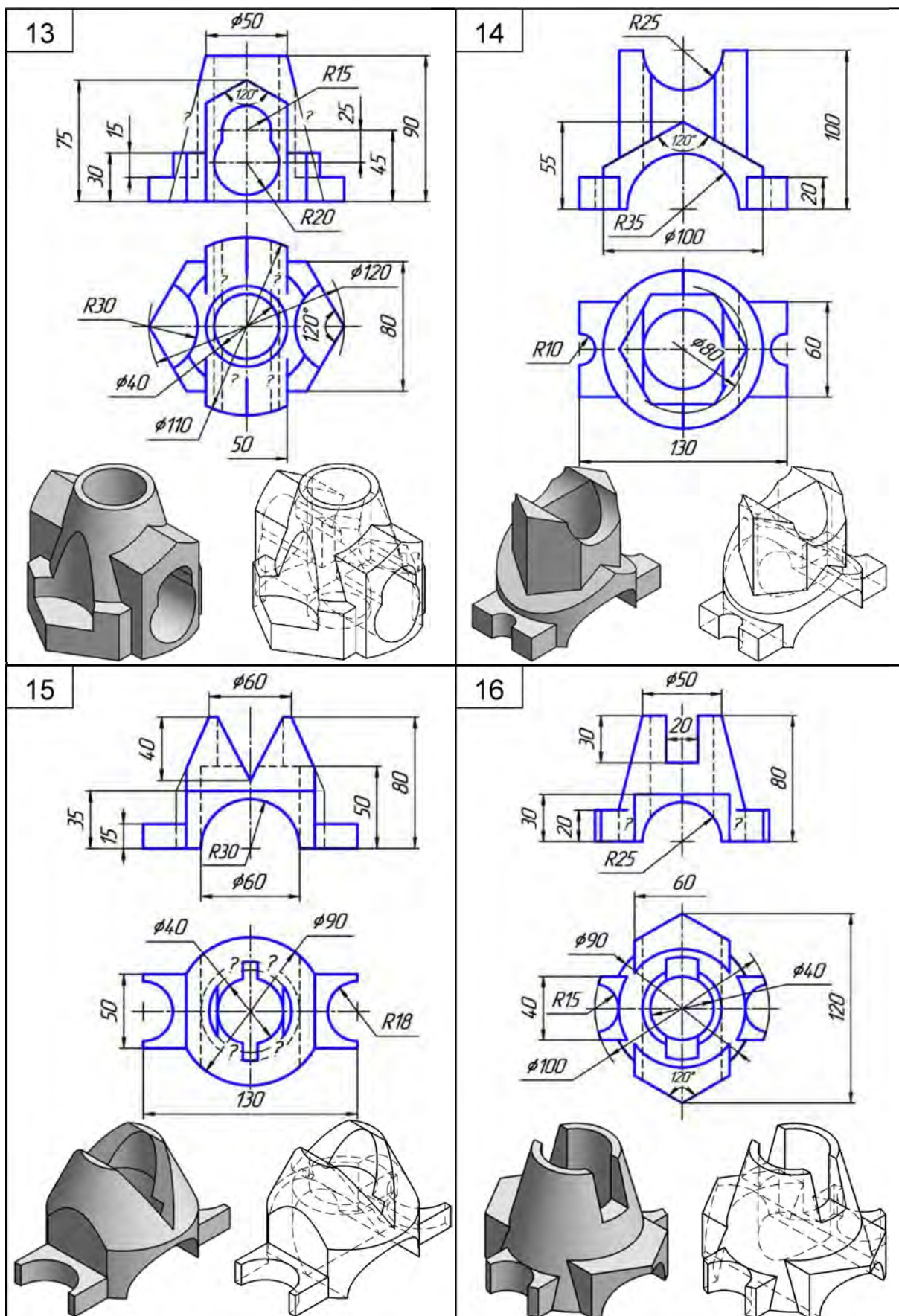
Рис. 3.12. Образец выполнения графической работы № 12

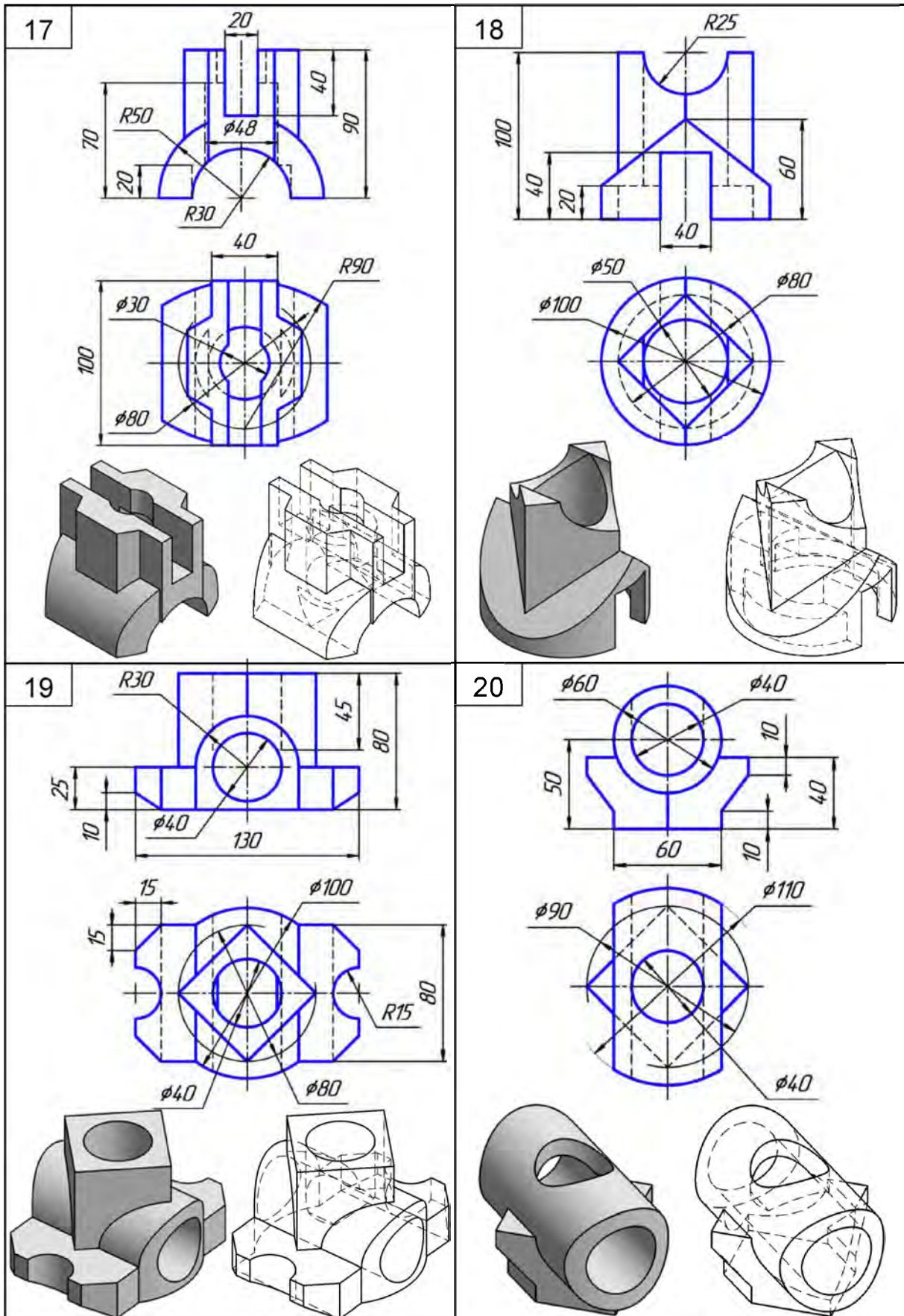
Исходные данные к графической работе № 13

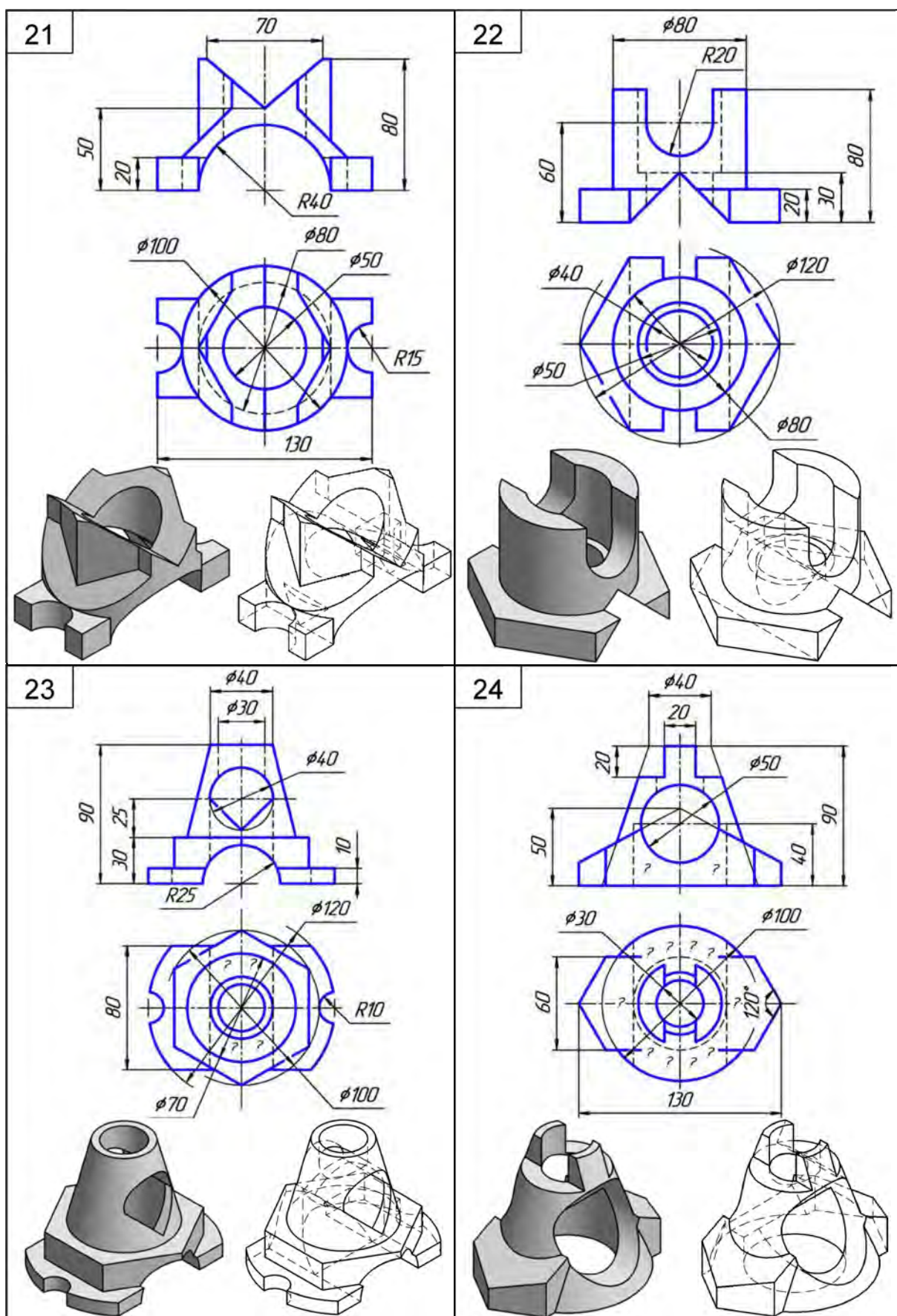


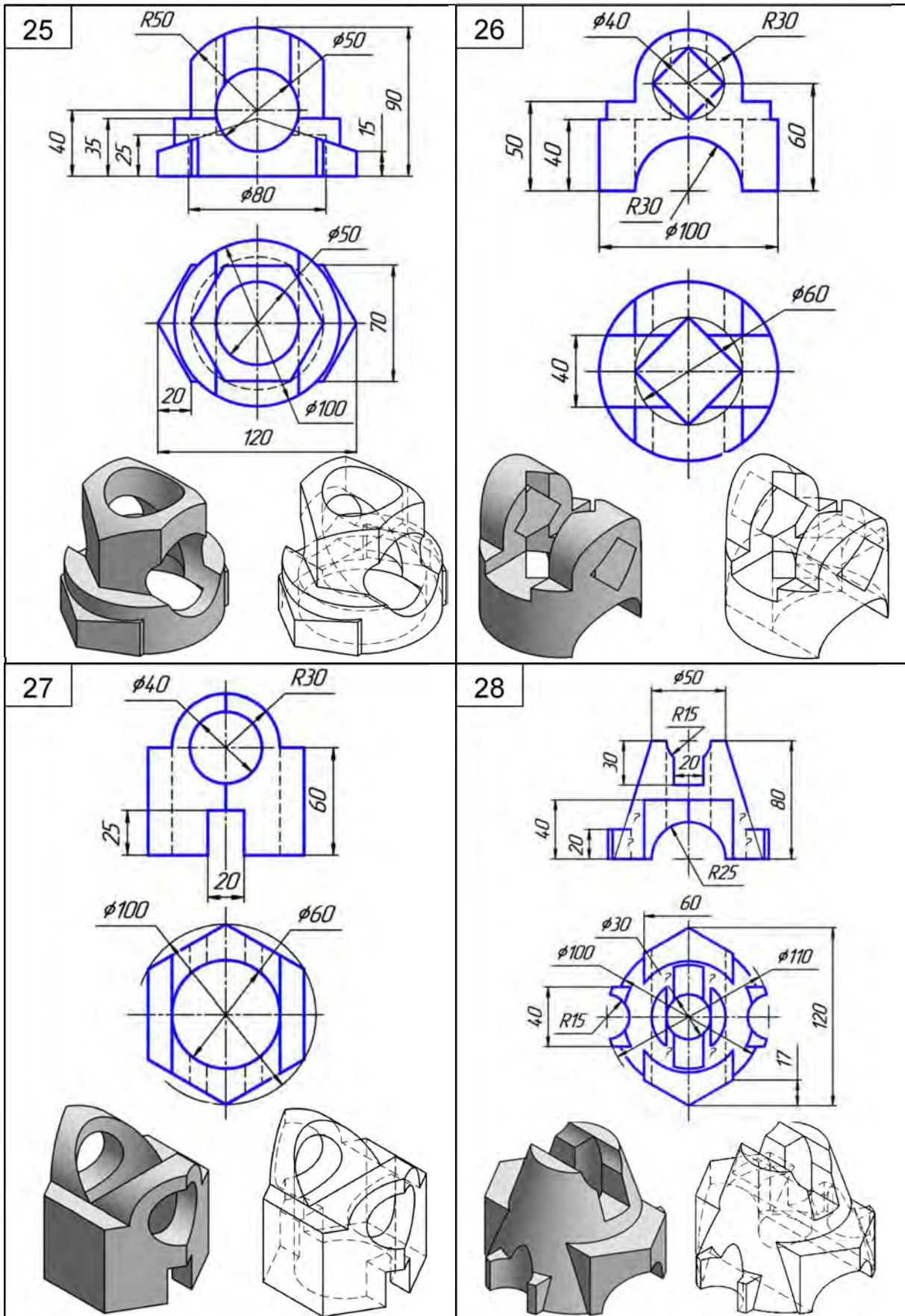


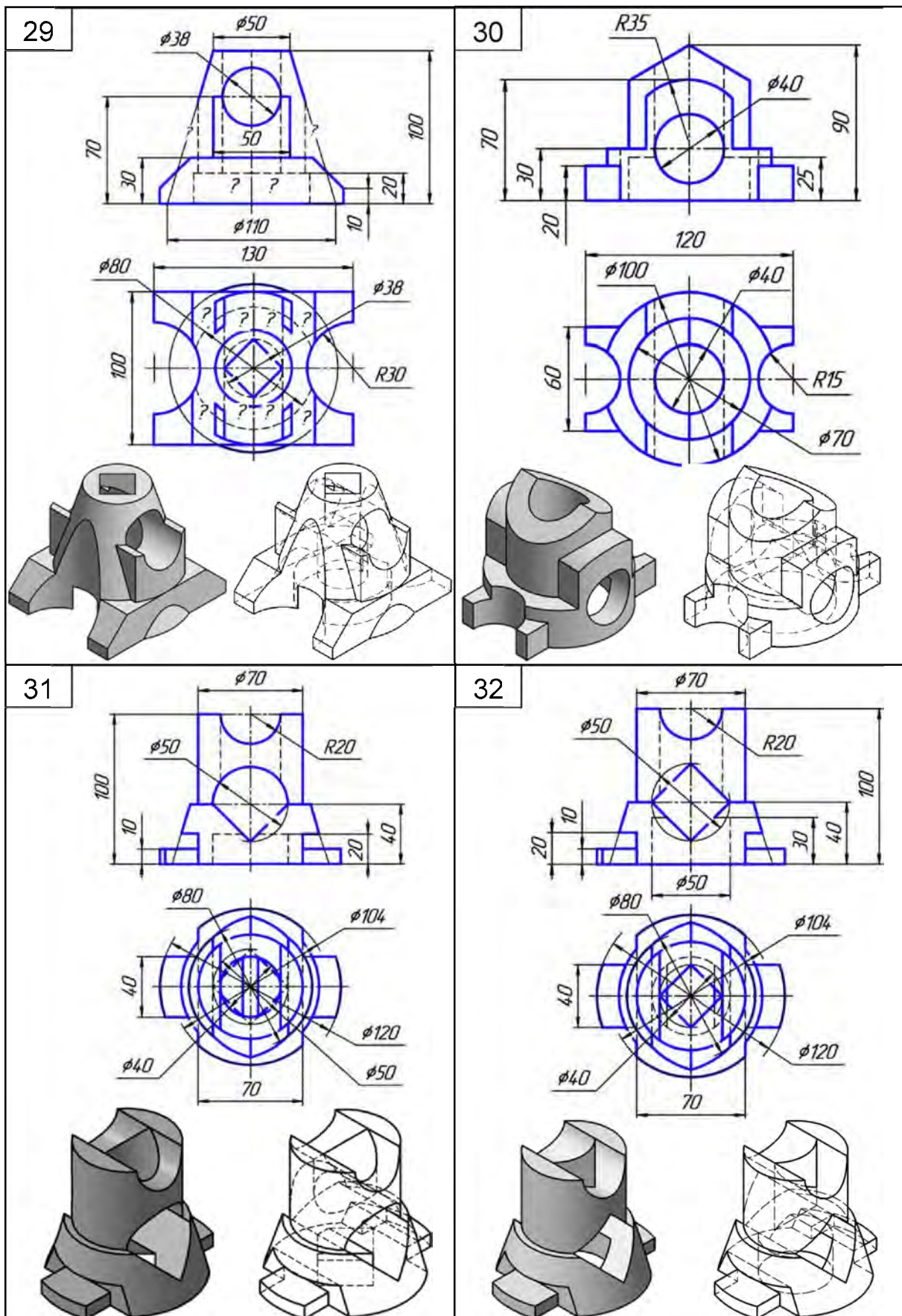












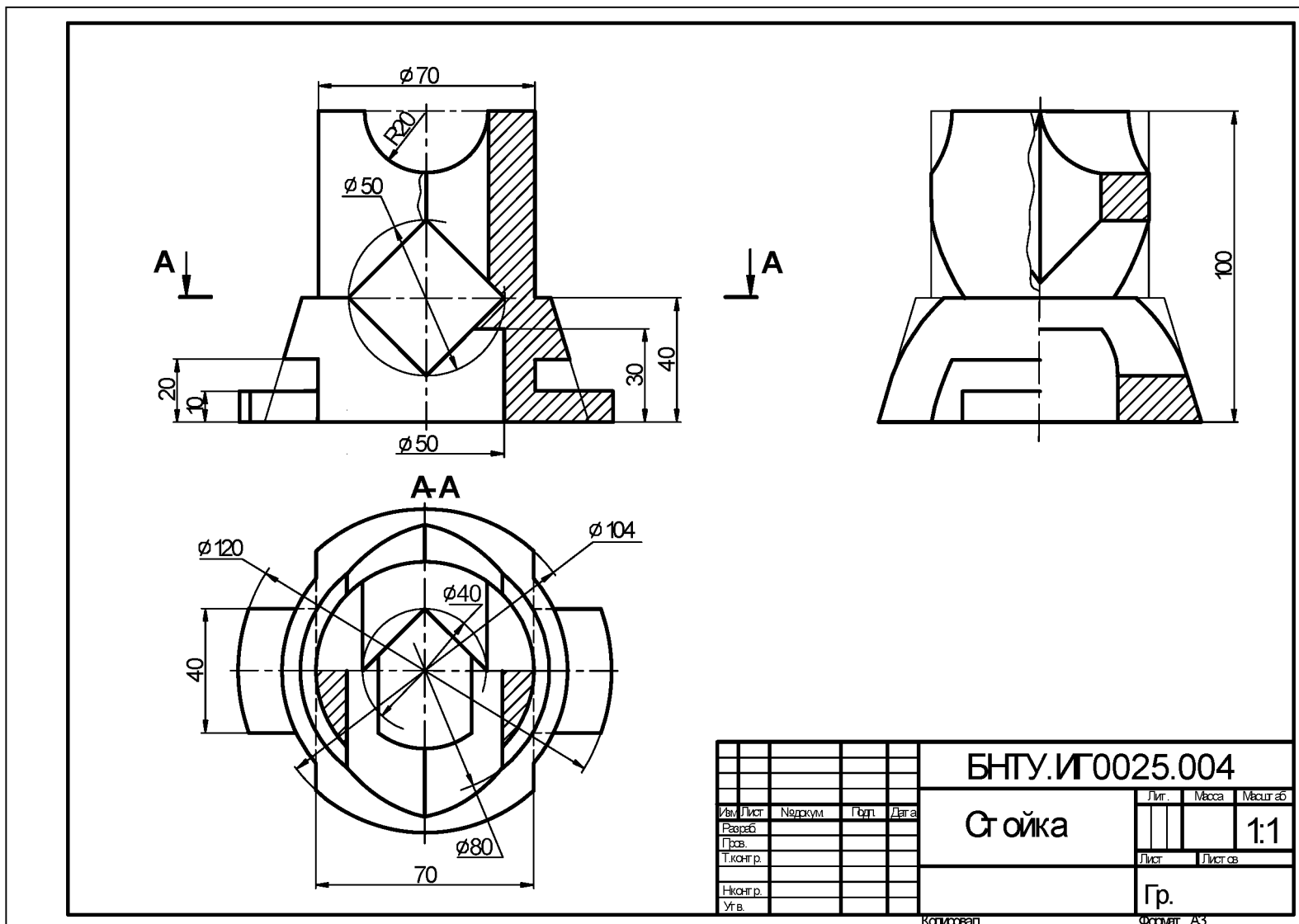


Рис. 3.13. Образец выполнения графической работы № 13

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александрович, З.Н. Черчение: учебное пособие для подготовительных отделений вузов / З.И. Александрович, И.А. Зенюк, В.С. Якубенко. – Минск : Вышэйшая школа, 1983.
2. Белякова, Е.И. Начертательная геометрия : учебное пособие / Е.И. Белякова, П.В. Зелёный; под ред. П.В. Зелёного. – 4-е изд. – Минск : Новое знание, 2013. – 264 с.: ил. – (Высшее образование).
3. Геометрические построения. Кривые линии, сопряжения : учебно-методическое пособие по инженерной графике с вариантами индивидуальных заданий для студентов машиностроительных специальностей / Т.А. Марамыгина [и др.]; под общ. ред. П.В. Зелёного. – Минск : БНТУ, 2010.
4. Машиностроительное черчение : задания и методические указания по курсу «Начертательная геометрия и черчение» для студентов машиностроительных специальностей : в 3 ч. / Л.С. Шабека [и др.]. – Минск : БПИ, 1985. – Ч. 3. – 60 с.
5. Зелёный, П.В. Инженерная графика. Практикум по проекционному черчению : учебное пособие / П.В. Зелёный, Е.И. Белякова; под ред. П.В. Зелёного. – Минск : БНТУ, 2014. – 200 с.: ил.
6. Зелёный, П.В. Инженерная графика. Практикум : учебное пособие / П.В. Зелёный, Е.И. Белякова; под ред. П.В. Зелёного. – 2-е изд. – Минск : Новое знание, 2013. – 304 с.: ил. – (Высшее образование).
7. Зелёный, П.В. Инженерная графика. Практикум: учебное пособие / П.В. Зелёный, Е.И. Белякова; под ред. П.В. Зелёного. – Минск : Новое знание; Москва : ИНФРА-М, 2012. – 303 с.: ил. – (Высшее образование).
8. Зелёный, П.В. Инженерная графика. Практикум : учебное пособие / П.В. Зелёный, Е.И. Белякова; под ред. П.В. Зелёного. – Минск : БНТУ, 2011. – 258 с.: ил.
9. Зелёный, П.В. Инженерная графика. Практикум : учебное пособие / П.В. Зелёный, Е.И. Белякова; под ред. П.В. Зелёного. – Минск : Новое знание, 2011. – 302 с.: ил.
10. Зелёный, П.В. Начертательная геометрия : учебное пособие / П.В. Зелёный, Е.И. Белякова; под ред. П.В. Зелёного. – Минск : БНТУ, 2015. – 224 с. : ил.
11. Инженерная графика : учебное пособие / Л.С. Шабека [и др.]. – Минск : БГПА, 2001. – 123 с.
12. Королев, Ю.И. Инженерная графика : учебник для вузов / Ю.И. Королев, С.Ю. Устюжанина. – Санкт-Петербург : Питер, 2013. – 464 с.: ил.
13. Проекционное черчение с задачами : учебное пособие для технических специальностей вузов / И.В. Манцветова [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Минск : Вышэйшая школа, 1978. – 341 с., ил.

14. Проекционное черчение : учебно-методическое пособие к практическим занятиям по дисциплине «Начертательная геометрия. Инженерная графика» / П.В. Зелёный [и др.]. – Минск : БГПА, 2002. – 61 с.

15. Чекмарев, А.А. Инженерная графика : учебник для вузов / А.А. Чекмарев. – 7-е изд., стер. – Москва : Высшая школа, 2006 – 364 с.

16. Чекмарев, А.А. Начертательная геометрия и черчение : учебник для бакалавров / А.А. Чекмарев. – 4-е изд., испр. и доп. – Москва : Юрайт, 2012. – 471с.: ил. – (Серия : Бакалавр).

17. Шабека, Л.С. Технические формы. Задания для самостоятельной работы по курсу «Начертательная геометрия. Инженерная графика» / Л.С. Шабека, Е.И. Белякова. – Минск : БПИ, 1990. – 72 с.

Можно пользоваться указанными учебниками, учебными пособиями и сборниками задач и других лет издания, а также учебниками и сборниками по начертательной геометрии и проекционному черчению других авторов.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1*

Общие правила оформления чертежей в соответствии со стандартами ЕСКД

Для оформления чертежей пользуются Единой системой конструкторской документации (ЕСКД), стандарты которой устанавливают единые для всех предприятий правила разработки, оформления и обращения конструкторской документации. Рассмотрим кратко некоторые стандарты (ГОСТ – государственный стандарт) этой системы, знание которых необходимо для оформления любых чертежей, в том числе чертежей графических работ по начертательной геометрии и проекционному черчению.

Форматы (ГОСТ 2.301–68)

Стандарт устанавливает форматы листов чертежей – размеры внешней рамки чертежа в миллиметрах (мм).

Формат с размерами сторон 1189×841 мм, площадь которого равна 1 м^2 , с соотношением сторон $5/7$, принят за самый большой основной формат.

Прочие основные форматы получают последовательным делением большей стороны предыдущего формата пополам параллельно его меньшей стороне (табл. П1.1).

Таблица П1.1

Основные стандартные форматы чертежей по ГОСТ 2.301–68

Обозначение	A0	A1	A2	A3	A4	A5
Размеры сторон	1189×841	594×841	594×420	297×420	297×210	148×210

Для выполнения чертежей применяются и дополнительные форматы, образование и размеры которых даны в указанном стандарте (здесь не приведены).

Чертежи индивидуальных заданий контрольной работы следует выполнять на форматах A3 с размерами сторон 297×420 или A4 (297×210 мм).

Масштабы (ГОСТ 2.302–68)

Этот стандарт устанавливает масштабы изображений и их обозначение на чертежах.

Масштабы изображений на чертежах должны выбираться из следующих рядов (табл. П1.2).

* Материал прил 1–4 заимствован из учебного пособия по инженерной графике, разработанного Зелёным П.В. совместно с Беляковой Е.И. [5].

Масштабы изображений на чертежах по ГОСТ 2.302–68

Масштаб уменьшения	1 : 2	1 : 2,5	1 : 4	1 : 5	1 : 10	...	1 : 1000
Натуральная величина	1 : 1						
Масштаб увеличения	2 : 1	1 : 2,5	4 : 1	5 : 1	100 : 1

Чертежи индивидуальных заданий выполнять в натуральную величину в М 1 : 1 или в масштабе увеличения М 2 : 1.

Линии (ГОСТ 2.303–68)




Этот стандарт устанавливает начертание и основные назначения линий на чертежах.

Толщина линий одного и того же типа должна быть одинакова для всех изображений на чертеже.

Толщина s сплошной толстой основной линии должна быть в пределах от 0,5 до 1,4 мм в зависимости от величины и сложности изображения, а также от формата чертежа, а толщина всех прочих линий на чертеже берется в зависимости от выбранной для чертежа сплошной толстой основной линии.

Начертание, назначение и относительная толщина линий, применяемых при выполнении чертежей, приведены в табл. П1.3.

Таблица П1.3

Наименование	Начертание	Толщина линии по отношению к толщине основной линии	Основное назначение
1	2	3	4
1. Сплошная толстая основная		$s = 0,5-1,4$ мм	Линии видимого контура
2. Сплошная тонкая		От $s/3$ до $s/2$	Линии контура наложенного сечения. Линии выносные и размерные. Линии штриховки. Линии-выноски и полки линий-выносок. Линии перехода воображаемые
3. Сплошная волнистая		От $s/3$ до $s/2$	Линия обрыва изображения. Линии разграничения вида и разреза

1	2	3	4
4. Штриховая		От $s/3$ до $s/2$	Линии невидимого контура
5. Штрихпунктирная тонкая		От $s/3$ до $s/2$	Линии осевые, центровые и линии симметрии
6. Штрихпунктирная с двумя точками		От $s/3$ до $s/2$	Линии сгиба на развертках. Линии для изображения частей изделий в крайних или промежуточных положениях
7. Разомкнутая		От s до $1\frac{1}{2} s$	Линии сечений

Рекомендуемая толщина линий различного назначения и их начертание для выполнения графических работ по инженерной графике на формате А3:

- а) сплошная толстая основная – $s = 0,7-0,9$ мм;
- б) все тонкие линии – $s/3$;
- в) начертание штриховой линии:
 - длина штрихов – 4 мм,
 - разрывы между штрихами – 1 мм.

На чертеже:

– штрихи этой линии должны касаться линий видимого контура,

– на изгибах линии ее штрихи должны касаться друг друга;

г) начертание штрихпунктирной линии:

- длинные штрихи – 12 мм,
- между длинными штрихами под короткий пунктир расстояние 3 мм,
- длина пунктира – 1 мм.

Штрихпунктирные линии должны пересекаться длинными штрихами, за видимый контур изображения длинные штрихи этой линии выступают на 2 мм;

д) начертание разомкнутой линии:

- длина штрихов разомкнутой линии – 10 мм.

Шрифты чертежные (ГОСТ 2.304–81)

Этот стандарт устанавливает чертежные шрифты, т. е. размеры и начертание цифр и букв различных алфавитов (рис. П1.1–П1.3).

Шрифт N10 (типБ-широкий)

АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПРСТУ

ФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ

абвгдежзийклмнопрстуфхцч

шщъыьэюя 1234567890 3

Контрольная работа N1

Шрифт N7 (типБ-широкий)

АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПРСТУ

ФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ

абвгдежзийклмнопрстуфхцчшщъыьэюя

1234567890 3

Разработал Рецензент вариант лист

Применяемые зна-

R20 ϕ 15 \square 34 \triangleright 1:7 \succ 1:3 45°

R – радиус дуги

ϕ – диаметр окружности

\square – знак призматической поверхности (сторона квадрата)

\triangleright – знак конусности
(для конических поверхностей)

\succ – знак уклона
(для наклонных плоскостей)

Рис. П1.1. Образцы написания прямых шрифтов типа «Б» наиболее употребительных размеров 10 и 7 мм и знаков, применяемых на чертежах

75° Шрифт N10 (типБ широкий)
АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПРС
ТУФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ
абвгдежзийклмнопрстуфх
цчшщъыьэюя 1234567890 3
Контрольная работа N1 лист
Разработал Рецензент вариант

Шрифт N7 (типБ широкий)
АБВГДЕЖЗИЙКЛМНОПРС
ТУФХЦЧШЩЪЫЬЭЮЯ
абвгдежзийклмнопрстуфхцчшщъыьэюя
1234567890 3

Применяемые зна-
R20 ∅15 □34 ▷1:7 >1:3 45°

Рис. П1.2. Образцы написания наклонных шрифтов типа «Б» наиболее употребительных размеров 10 и 7 мм и знаков, применяемых на чертежах

Греческӣ алфавит

Α Β Γ Δ Ε Ζ Η Θ Ι Κ Λ Μ Ν

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

Ξ Ο Π Ρ Σ Τ Υ Φ Χ Ψ Ω

14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

α β γ δ ε ζ η θ ι κ λ μ ν

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

ξ ο π ρ σ τ υ φ χ ψ ω

14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

- | | |
|-------------|--------------|
| 1 - альфа | 13 - ню |
| 2 - бета | 14 - кси |
| 3 - гамма | 15 - омикрон |
| 4 - дельта | 16 - пи |
| 5 - эpsilon | 17 - ро |
| 6 - дзета | 18 - сигма |
| 7 - эта | 19 - тау |
| 8 - тэта | 20 - ипсилон |
| 9 - йота | 21 - фи |
| 10 - капта | 22 - хи |
| 11 - ламба | 23 - пси |
| 12 - мю | 24 - омега |

Латинскӣ алфавит

A B C D E F G H I J K L M N

O P Q R S T U V W X Y Z

a b c d e f g h i j k l m n o p q

r s t u v w x y z

Рис. П1.3. Образцы написания прямых шрифтов типа «Б» греческого и латинского алфавитов наиболее употребительных размеров 10 и 7 мм

Некоторые определения:

1. Размер шрифта h – высота прописных (больших) букв и цифр в миллиметрах.

Стандартом установлены следующие размеры шрифта: 1,8; 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14; 20; 28; 40. На рис. П1.1, П1.2 и П1.3 приведены примеры стандартных шрифтов.

2. Высота строчных (маленьких) букв c (без отростков k) определяется по отношению $c = 7/10h$, т. е. в каждом размере шрифта высота строчных букв на размер меньше прописных.

3. Толщина линий шрифта d (размер сетки) определяется в зависимости от высоты и типа шрифта:

- для шрифта типа А (узкого) $d = 1/14h$;
- для шрифта типа Б (широкого) $d = 1/10h$.

Буквы шрифта любого типа можно выполнять с наклоном в 75° к одной из сторон рамки чертежа или без наклона (прямой).

4. Ширина и начертание каждой буквы (прописной и строчной), расстояние между буквами и цифрами, минимальное расстояние между словами и минимальный шаг строк для шрифта типа Б русского (кириллицы), латинского и греческого алфавитов, а также начертание и ширина арабских цифр даны на рис. П1.1–П1.3, где все буквы и цифры выполнены шрифтом типа Б на вспомогательных сетках с шагом между линиями, равным $d = 1/10h$, которому равна толщина линий шрифта (рис. П1.4).

				БНТУ.ИГ000.000			
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Шрифт		
Разраб.							
Пров.							
Т.конт.р.							
И.конт.р.							
Утв.					Лит.	Масса	Масштаб
					Лист	Листов	
					Гр.		

Рис. П1.4. Вспомогательная сетка для написания шрифта типа «Б»
(к графической работе № 1)

Нанесение размеров (ГОСТ 2.307–2011)

В некоторых таблицах с вариантами графических работ на заданных условиях НАНЕСЕНЫ РАЗМЕРЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ, по которым на чертежах индивидуальных заданий нужно построить проекции изображений. Размеры нанесены в соответствии с рассматриваемым стандартом. Некоторые правила нанесения размеров и используемые при этом знаки, которые встречаются на заданных графических условиях задач, рассмотрены ниже.

Основанием для определения величины изображенного предмета служат размерные числа, нанесенные на чертеже. Для формата А3 размерные числа следует выполнять чертежным шрифтом № 5.

Линейные размеры (длина, высота и ширина) геометрических элементов, размеры диаметров и радиусов указывают на чертежах в миллиметрах БЕЗ ОБОЗНАЧЕНИЯ ЕДИНИЦЫ ИЗМЕРЕНИЯ.

1. Линейные размеры на чертежах указывают размерными числами и размерными линиями со стрелками на концах, ограниченными перпендикулярными к ним выносными линиями, выступающими на 1–5 мм за концы стрелок (желательно принимать 2 мм, см. образцы на рис. П1.5–П1.7).

Величины элементов стрелок размерных линий выбирают в зависимости от толщины линий видимого контура и вычерчивают их приблизительно одинаковыми на всем чертеже (см. рис. П1.5).

Размерное число наносить с небольшим зазором (примерно 0,5–1 мм) к размерной линии.

Минимальное расстояние между параллельными размерными линиями 7 мм, а между размерной и линией контура 10 мм (см. рис. П1.6).

Необходимо избегать пересечения размерных и выносных линий.

При нанесении нескольких параллельных размерных линий (больше двух) размерные числа над ними рекомендуется располагать в шахматном порядке (см. рис. П1.6).

Виды стрелок

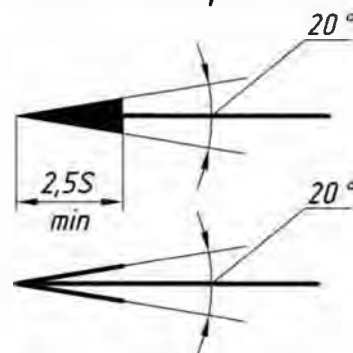


Рис. П1.5

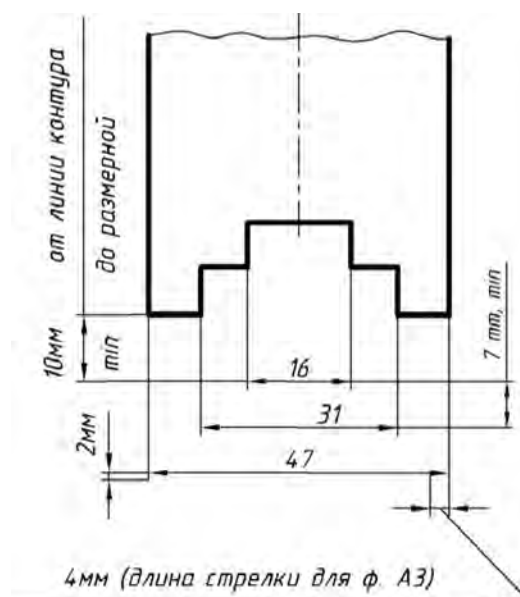


Рис. П1.6

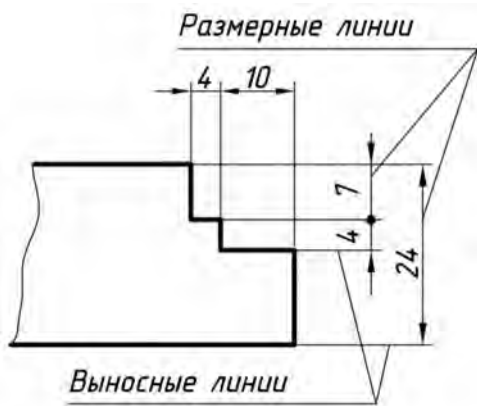


Рис. П1.7

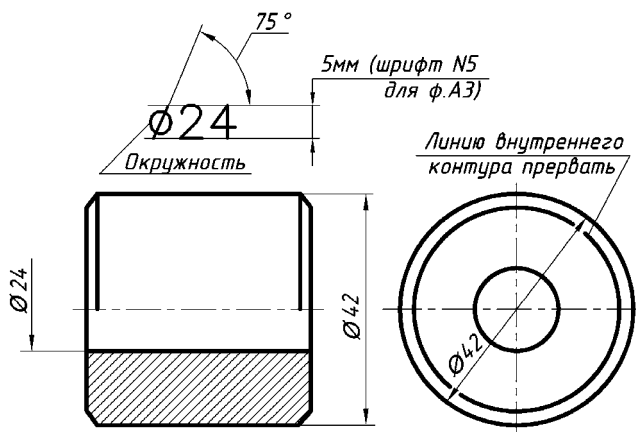


Рис. П1.8

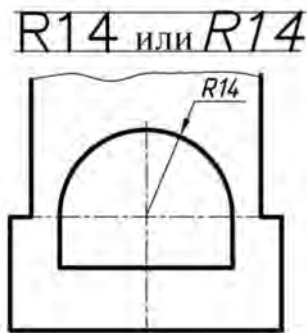


Рис. П1.9

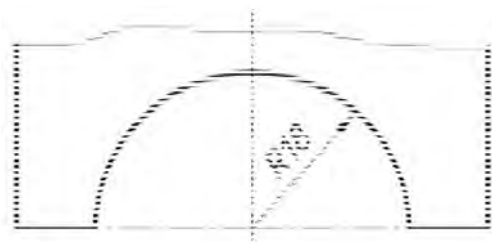


Рис. П1.10

При недостатке места для стрелок на размерных линиях, расположенных цепочкой, стрелки допускается заменять засечками, наносимыми под углом 45° к размерным линиям, или четко наносимыми точками (см. рис. П1.7).

2. Размеры окружностей поверхностей вращения (цилиндрических, конических, сферических, торовых) к их проекциям в виде окружностей или в виде очерковых образующих указывают размерной линией с двумя стрелками и размерным числом со знаком \varnothing , который заменяет слово «диаметр» и наносится перед размерным числом (рис. П1.8, справа) или размерная линия со стрелками ограничивается двумя выносными линиями (см. рис. П1.8, слева). Относительные размеры знака « \varnothing » представлены на этом же рисунке.

3. Размеры дуг окружностей, равных 180° или менее 180° , указывают на чертеже размерной линией с одной стрелкой и прописной буквой R перед размерным числом, которая заменяет слово «радиус» (рис. П1.9 и П1.10).

Перед размерным числом диаметра или радиуса сферы наносят те же знаки \varnothing или R . Если на чертеже сферическая форма не читается, то перед указанными знаками допускается наносить слово или знак в форме окружности O , например, «Сфера $\varnothing 18$ », « $OR12$ ». Диаметр знака сферы равен высоте размерных чисел на чертеже.

При недостатке места для стрелок следует прервать линию внутри контура (см. рис. П1.8, справа) или нанести стрелку за контуром (рис. П1.11).

Размерные линии допускается проводить с обрывом при указании размера диаметра окружности, как это показано на рис. П1.11, причем независимо от того, изображена окружность полностью или частично. Обрыв размерной линии делают за центром окружности на расстоянии не менее 5 мм.

4. Угловые размеры наносят на дуговых размерных линиях, ограниченных выносными линиями, выходящими из вершины угла, и размерное число сопровождается знаком «°», заменяющим слово «градус» (рис. П1.12).

5. Размеры призматических поверхностей с равными сторонами (квадрат), параллельными оси предмета, наносятся как линейные размеры, но предваряются знаком «□», заменяющим на чертеже слово «квадрат» (рис. П1.13 и П1.14).

Размерные числа не допускается разделять или пересекать какими бы то ни было линиями чертежа. Не допускается разрывать линию очеркового контура для нанесения размерного числа и наносить размерные числа в местах пересечения размерных, осевых или центровых линий. В месте нанесения размерного числа линии штриховки, осевые, центровые и другие линии прерывают (см. рис. П1.12 и П1.14).

Размеры, относящиеся к одному и тому же элементу (пазу, выступу, отверстию и т. п.), рекомендуется группировать в одном месте, на котором геометрическая форма данного элемента показана наиболее полно.



Рис. П1.11

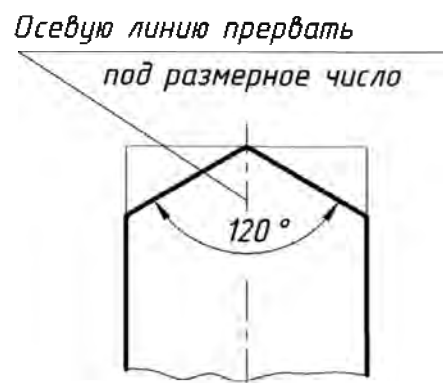


Рис. П1.12

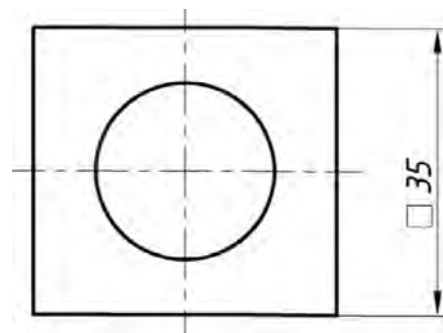


Рис. П1.13

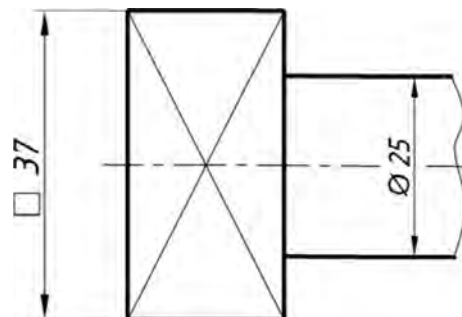


Рис. П1.14

Образец оформления зачетной работы

Образец оформления зачетной работы, выполняемой студентами при оценке их знаний, умений и навыков по результатам изучения тем дисциплины по данному практикуму, приведен на рис. П2.1. Работа выполняется на стандартном листе белой чертежной бумаги формата А3 с вычерченной рамкой чертежа и таблицей под основную надпись (см. рис. 1 и 2) и содержит задания по различным темам:

1. Построение трёх изображений заданного комбинированного тела с линиями пересечения и необходимыми разрезами, нанесение размеров.

2. Выполнение графического примера по другим темам изучаемого раздела инженерной графики «Черчение».

Ответы на все вопросы необходимо стремиться поместить на один лист (при нехватке места часть ответов можно перенести на обратную сторону листа).

При оформлении зачетного задания необходимо соблюдать требования действующих государственных стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) (см. прил. 1).

Для того чтобы отведенное на выполнение зачетных заданий время использовать эффективно – по прямому назначению, следует предлагать студентам приходить на зачет с уже оформленным листом формата А3 – с выполненной на нем рамкой чертежа с двух сторон и основной надписью на одной стороне.

В порядке исключения для экономии времени допускается выполнять зачетное задание на обороте одного из листов индивидуальных графических работ, причём без вычерчивания рамки чертежа и основной надписи.

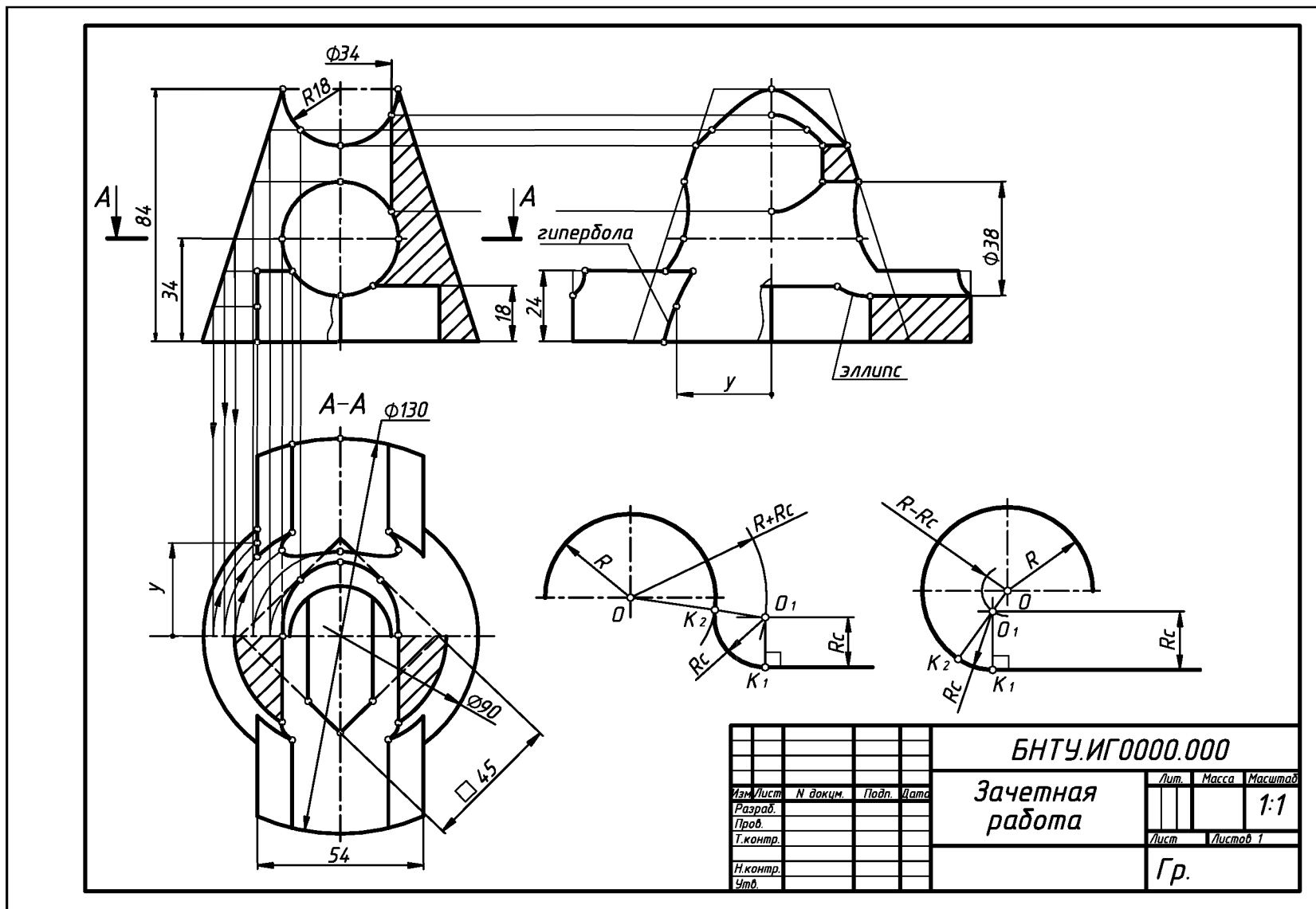


Рис. П2.1. Образец выполнения зачетного задания

**Образцы выполнения чертежей
комбинированных геометрических тел**

**ПЗ.1. Образование и построение проекционных изображений,
оформление чертежа комбинированного геометрического тела**

Образование проекционных изображений и оформление чертежа комбинированного геометрического тела приведены на рис. ПЗ.1–ПЗ.3.

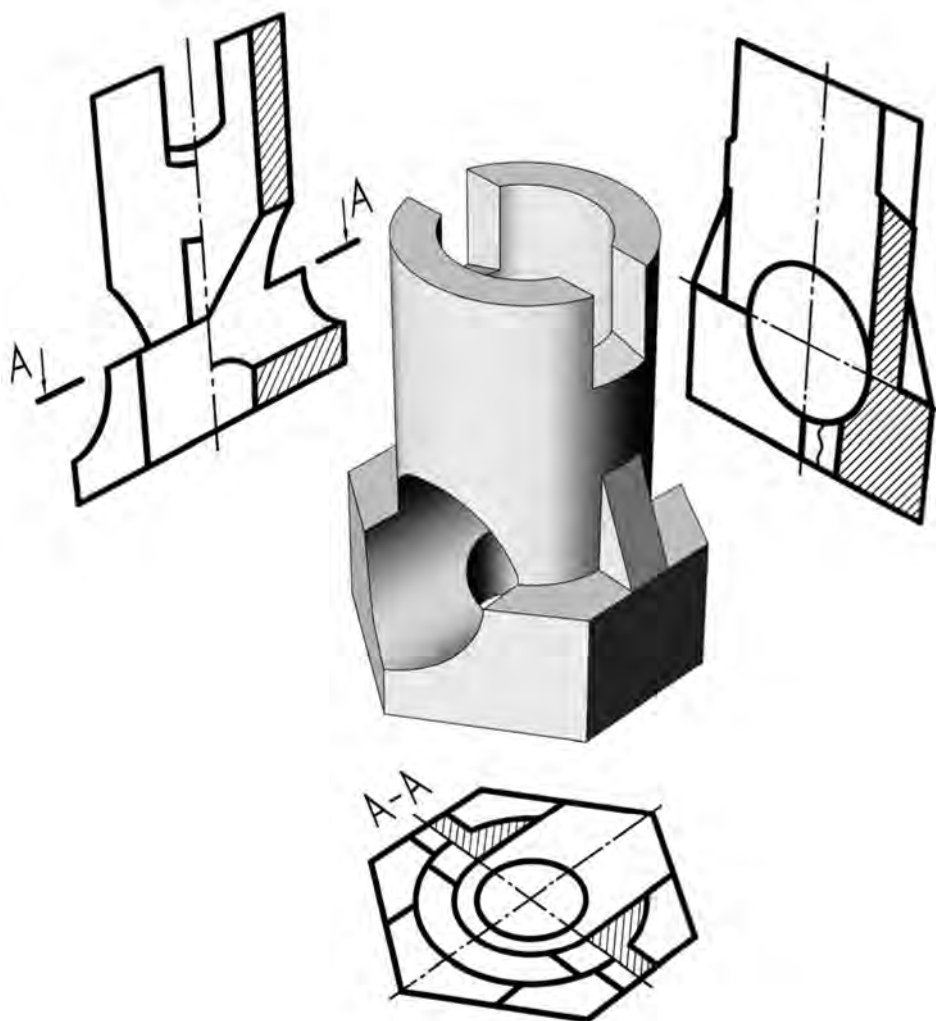


Рис. ПЗ.1. Образование проекционных изображений на примере комбинированного геометрического тела, состоящего из призмы и цилиндра
(к чертежам на рис. ПЗ.2 и ПЗ.3)

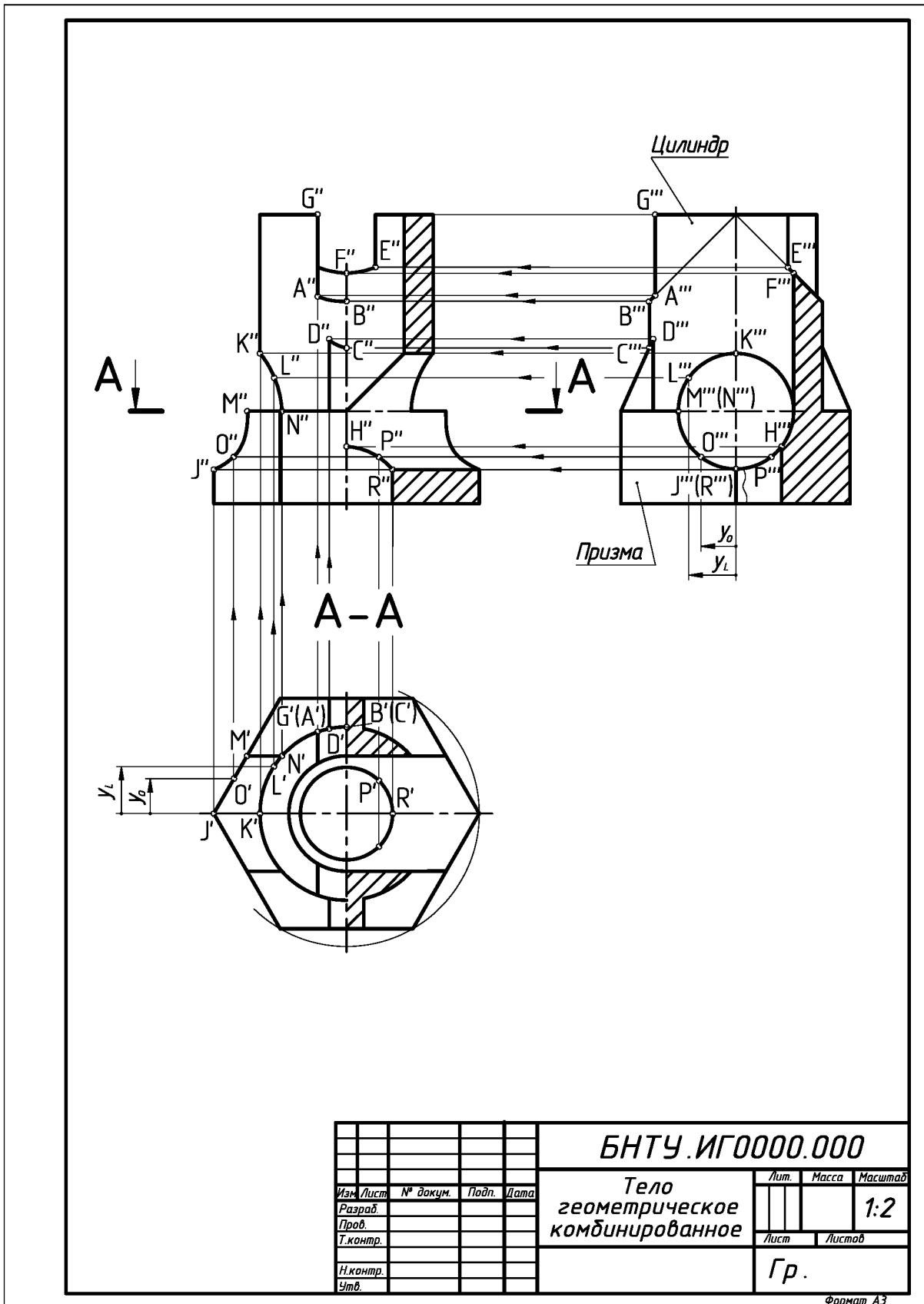


Рис. ПЗ.2. Построение по точкам линий наружного и внутреннего контура комбинированного геометрического тела (расположение формата вертикальное)

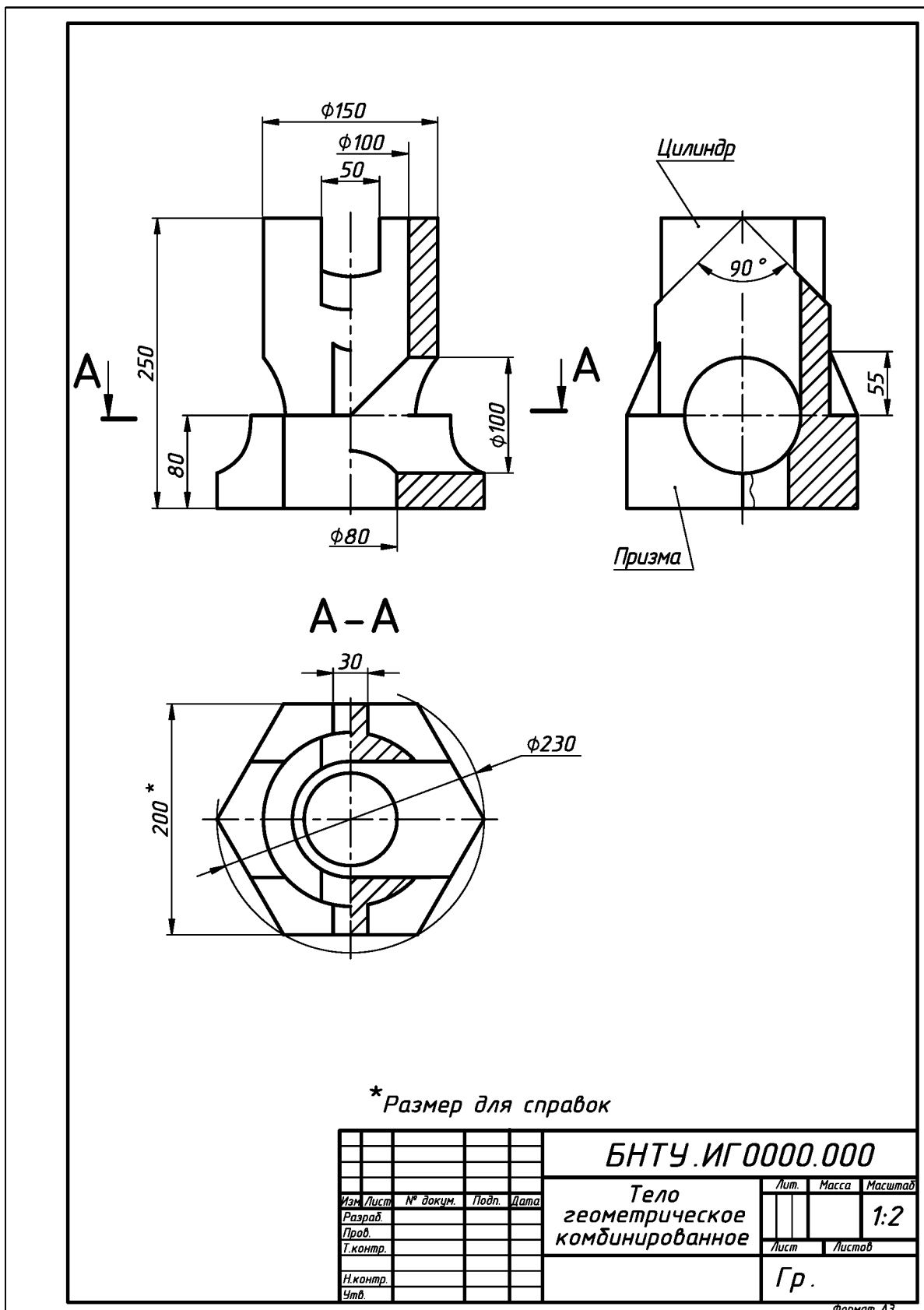


Рис. ПЗ.3. Оформление чертежа комбинированного геометрического тела с нанесением необходимых размеров (расположение формата вертикальное)

ПЗ.2. Поэтапное построение проекций комбинированного геометрического тела (рис. ПЗ.4)

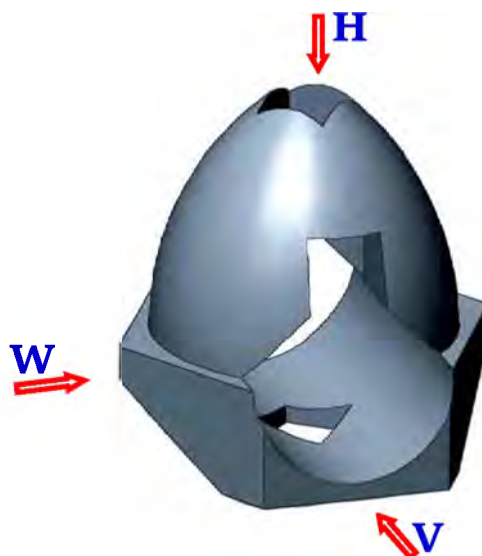


Рис. ПЗ.4. Комбинированное геометрическое тело, состоящее из самопересекающегося тора (сверху) и призмы, с проецирующими срезами, вырезами и отверстиями: стрелками указано направление взгляда: **V** – на главный вид; **H** – вид сверху; **W** – вид слева (к чертежам на рис. ПЗ.5–ПЗ.8)

1

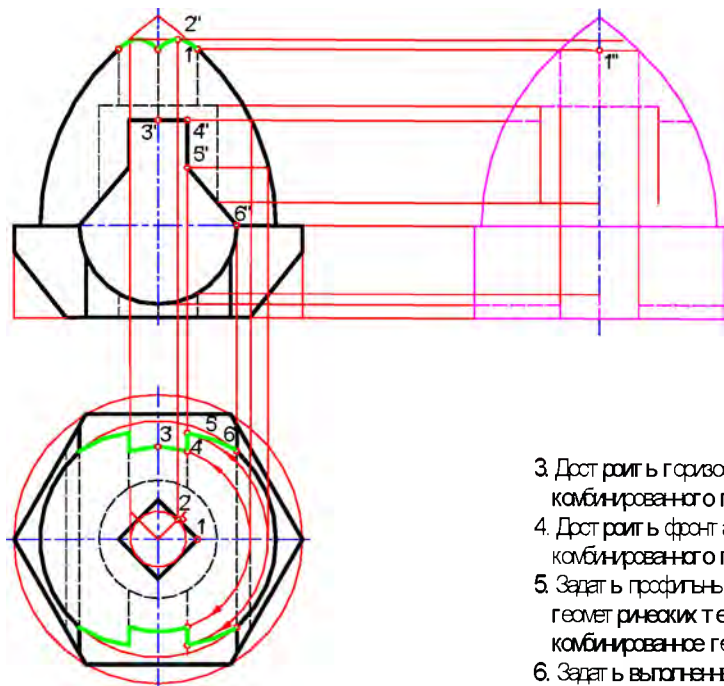
1. Построить тонкими линиями фронтальную и горизонтальную проекции геометрических тел, образующих форму данного комбинированного геометрического тела.
2. Задать срезы и вырезы комбинированного геометрического тела проецирующими плоскостями, цилиндрическими поверхностями и отверстиями.

ВНУ				Графическая работа			
Разработал	Подп.	Дата	Вариант №	Проверил	Гр.		

3D-изображения созданы в AutoCAD 2014. Кургинских А.В.

Рис. ПЗ.5. Построение условия графической работы – фронтальной и горизонтальной проекций комбинированного геометрического тела (главного вида и вида сверху, этап 1)

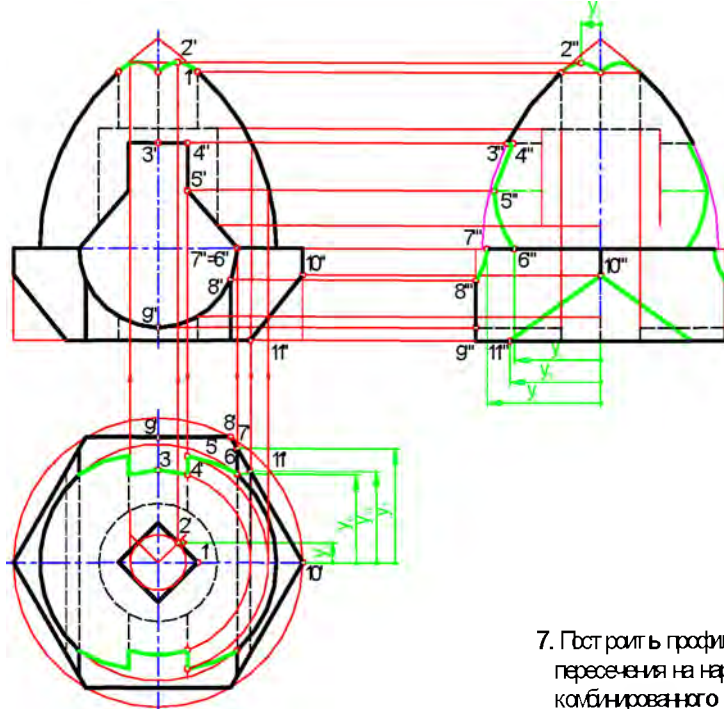
2



3. Достроить горизонтальную проекцию комбинированного геометрического тела.
4. Достроить фронтальную проекцию комбинированного геометрического тела.
5. Задать профильные проекции геометрических тел, образующих комбинированное геометрическое тело.
6. Задать выполнение отверстия и вырезы.

ВНУ	Графическая работа		
Работал	Подп.	Дата	Вариант №
Проверил			Гр.

3



7. Построить профильные проекции линий пересечения на наружной поверхности комбинированного геометрического тела.

ВНУ	Графическая работа		
Работал	Подп.	Дата	Вариант №
Проверил			Гр.

Рис. ПЗ.6. Достаивание по точкам горизонтальной и фронтальной проекций, задание профильной проекции комбинированного геометрического тела (этап 2) и построение на ней недостающих линий наружного контура (этап 3)

4

8. Построение линий пересечения на внутренней поверхности и комбинированного геометрического тела.

ВНУ		Графическая работа		
Выполнил		Полн.	Дата	Вариант №
Проверил				Гр.

5

9. Результат поэтапного построения проекций комбинированного геометрического тела.

ВНУ		Графическая работа		
Выполнил		Полн.	Дата	Вариант №
Проверил				Гр.

Рис. ПЗ.7. Построение по точкам на профильной проекции комбинированного геометрического тела недостающих линий внутреннего контура (этап 4) и окончательное оформление проекционных построений (этап 5)

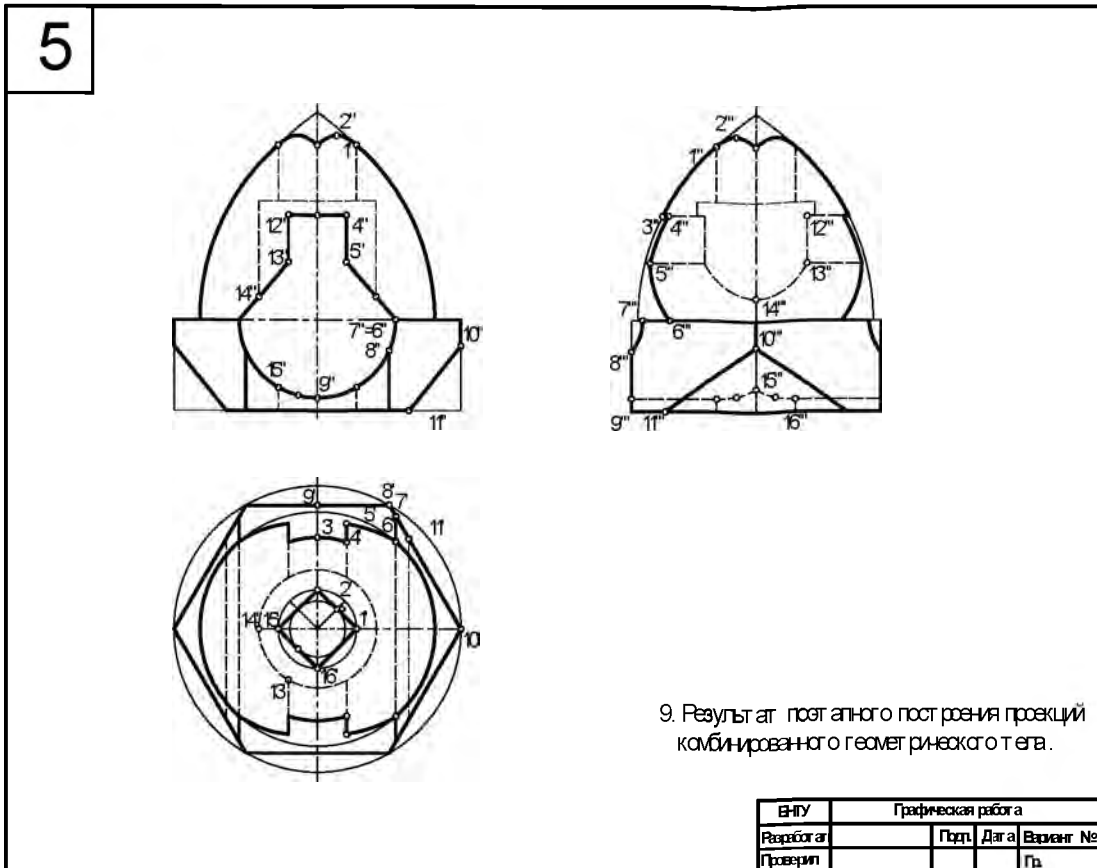


Рис. ПЗ.8. Оформление проекций комбинированного геометрического тела (этап 5)

ПЗ.3. Образование проекций с разрезами и построение чертежа комбинированного геометрического тела (рис. ПЗ.9)

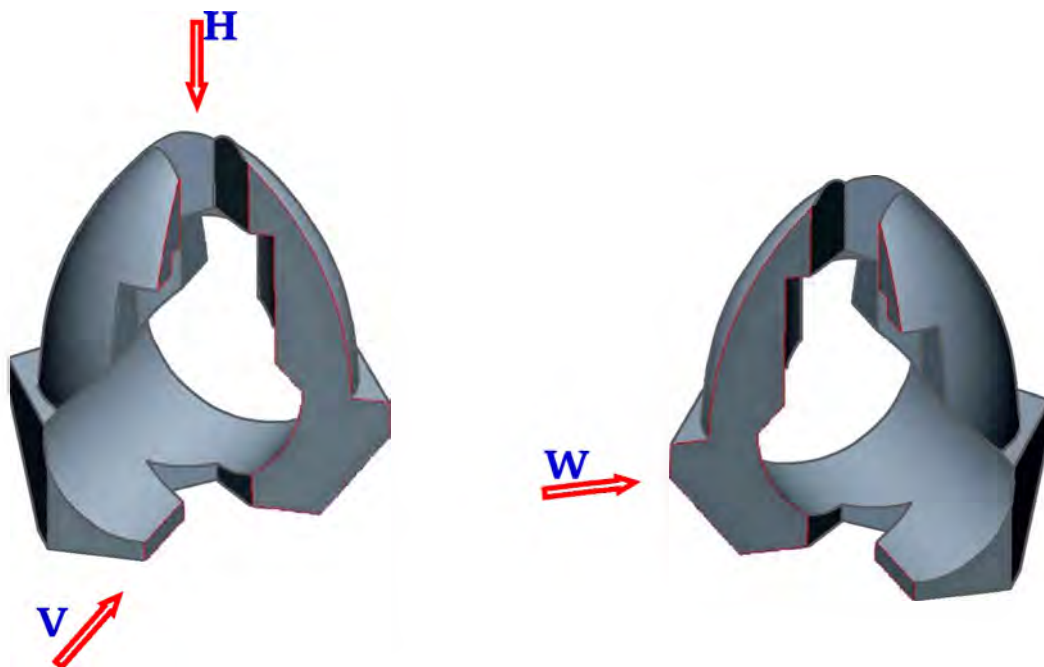


Рис. ПЗ.9. Образование фронтального и профильного разрезов на чертеже комбинированного геометрического тела. Стрелками указано направление взгляда: **V** – на главный вид; **H** – вид сверху; **W** – вид слева (к чертежу на рис. ПЗ.10)

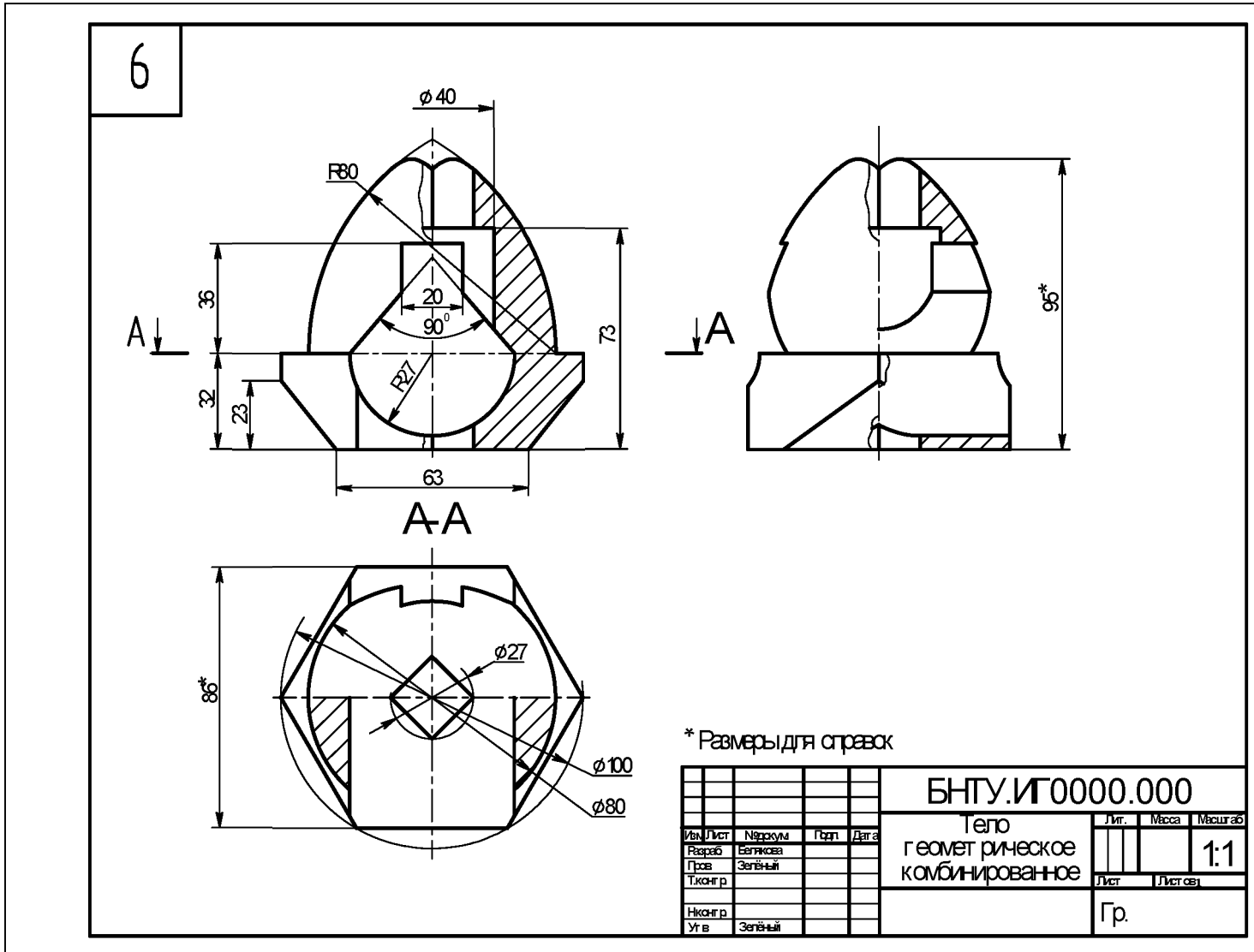


Рис. ПЗ.10. Оформление чертежа комбинированного геометрического тела с разрезами, соединёнными с видами, и нанесение необходимых размеров (этап б)

ПЗ.4. Дополнительные варианты построения проекционных изображений и оформления чертежей на других примерах комбинированных геометрических тел (рис. ПЗ.11)

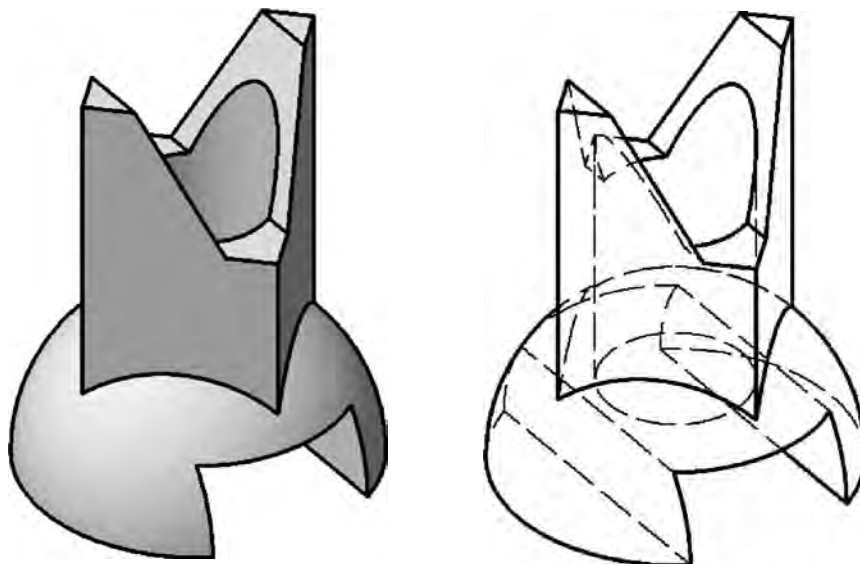


Рис. ПЗ.11. Комбинированное геометрическое тело с проецирующими вырезами и отверстиями, состоящее из соосных призмы и полушара (к чертежам на рис. ПЗ.12–ПЗ.14)

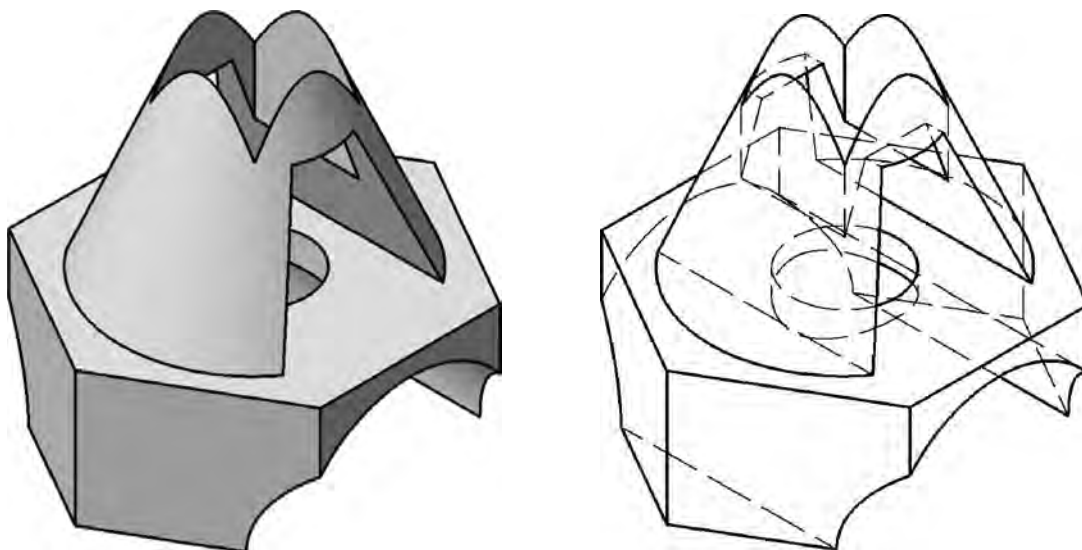


Рис. ПЗ.12. Комбинированное геометрическое тело с проецирующими вырезами и отверстиями, состоящее из соосных конуса и призмы (к чертежам на рис. ПЗ.15–ПЗ.17)

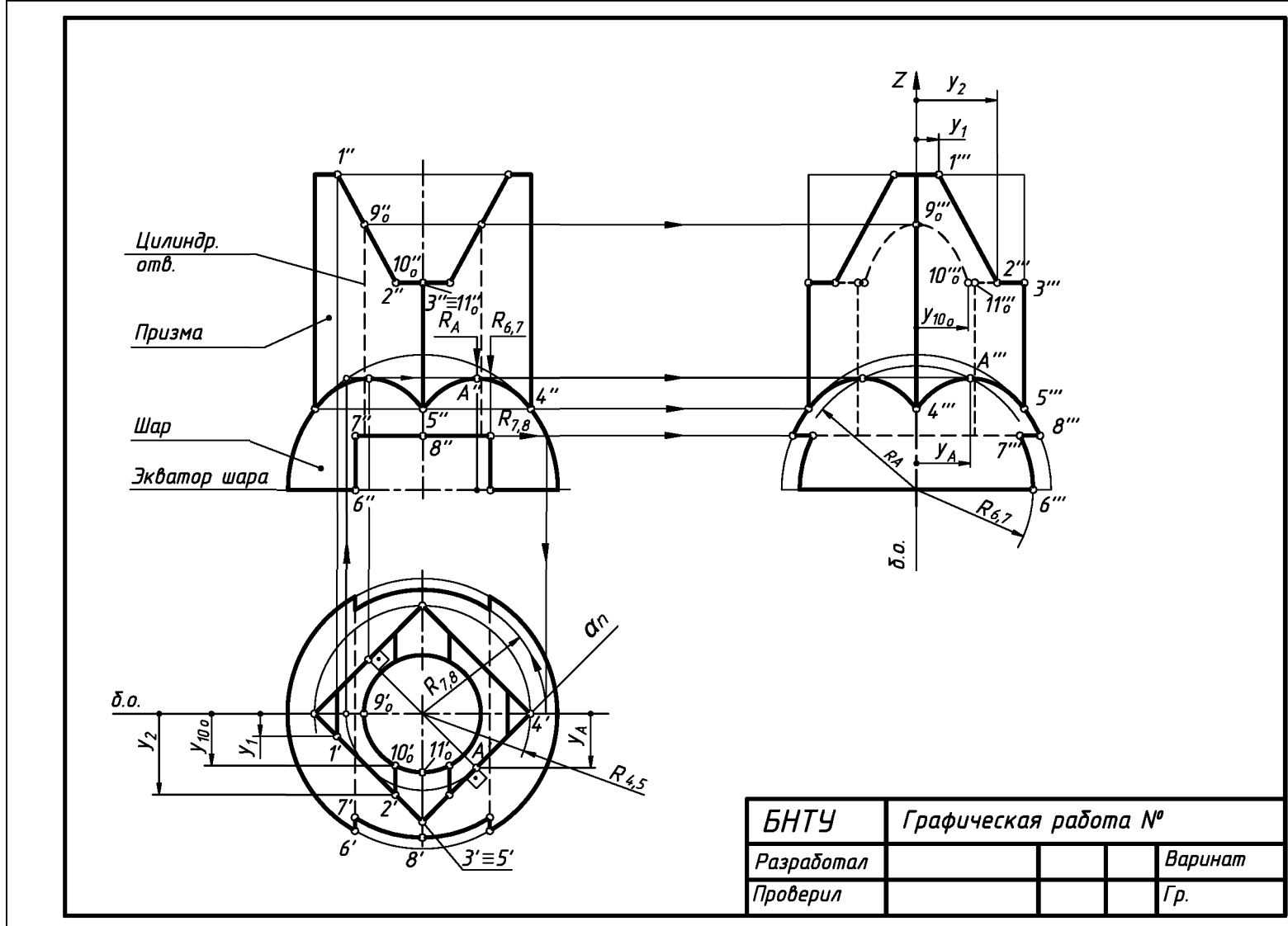


Рис. ПЗ.13. Построение проекций (видов) комбинированного геометрического тела по точкам

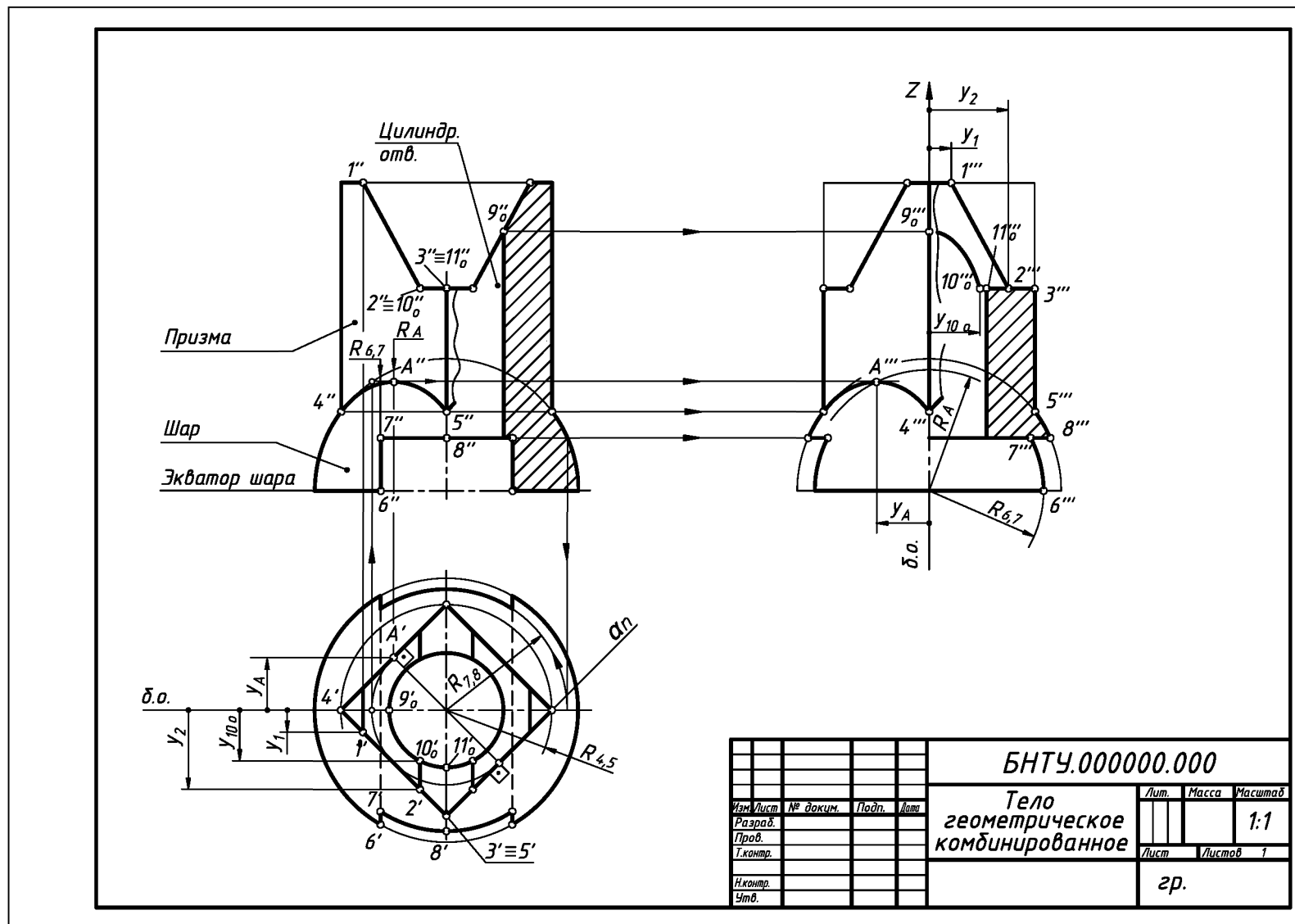
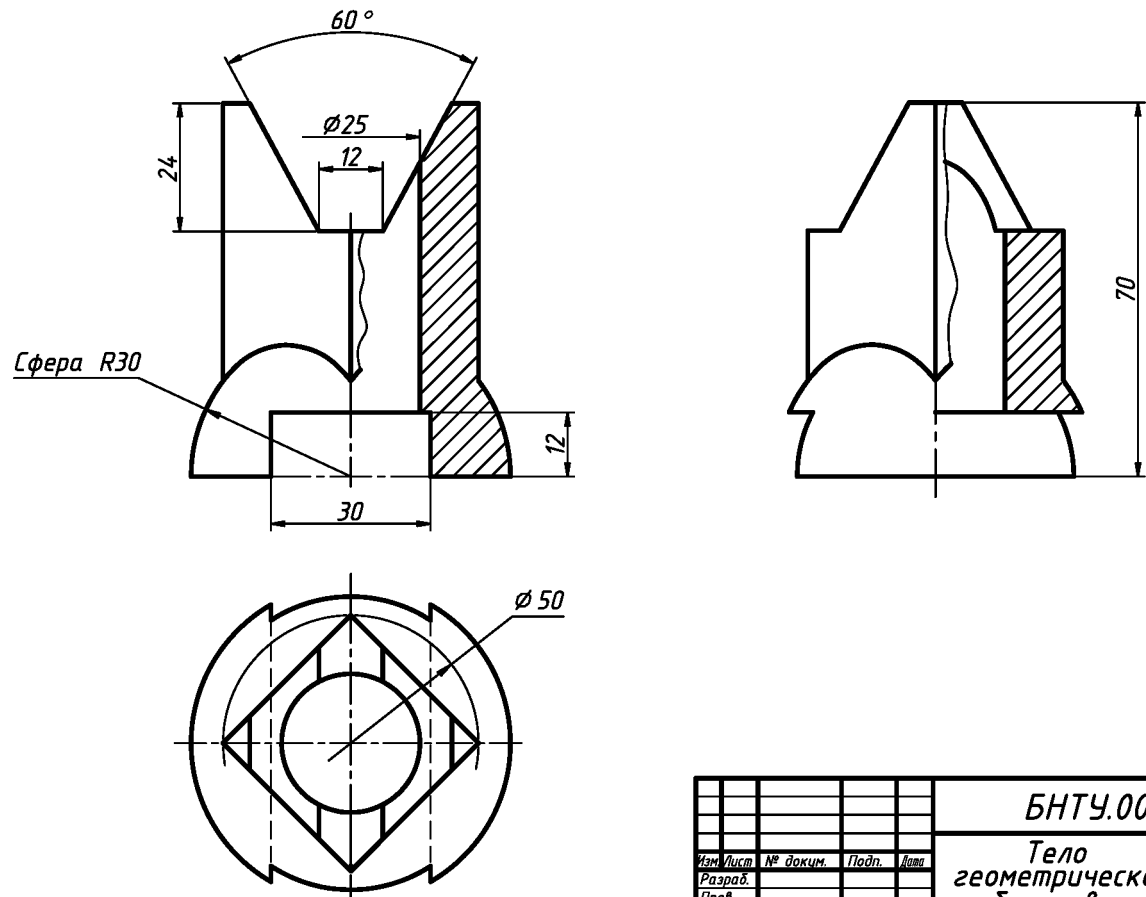
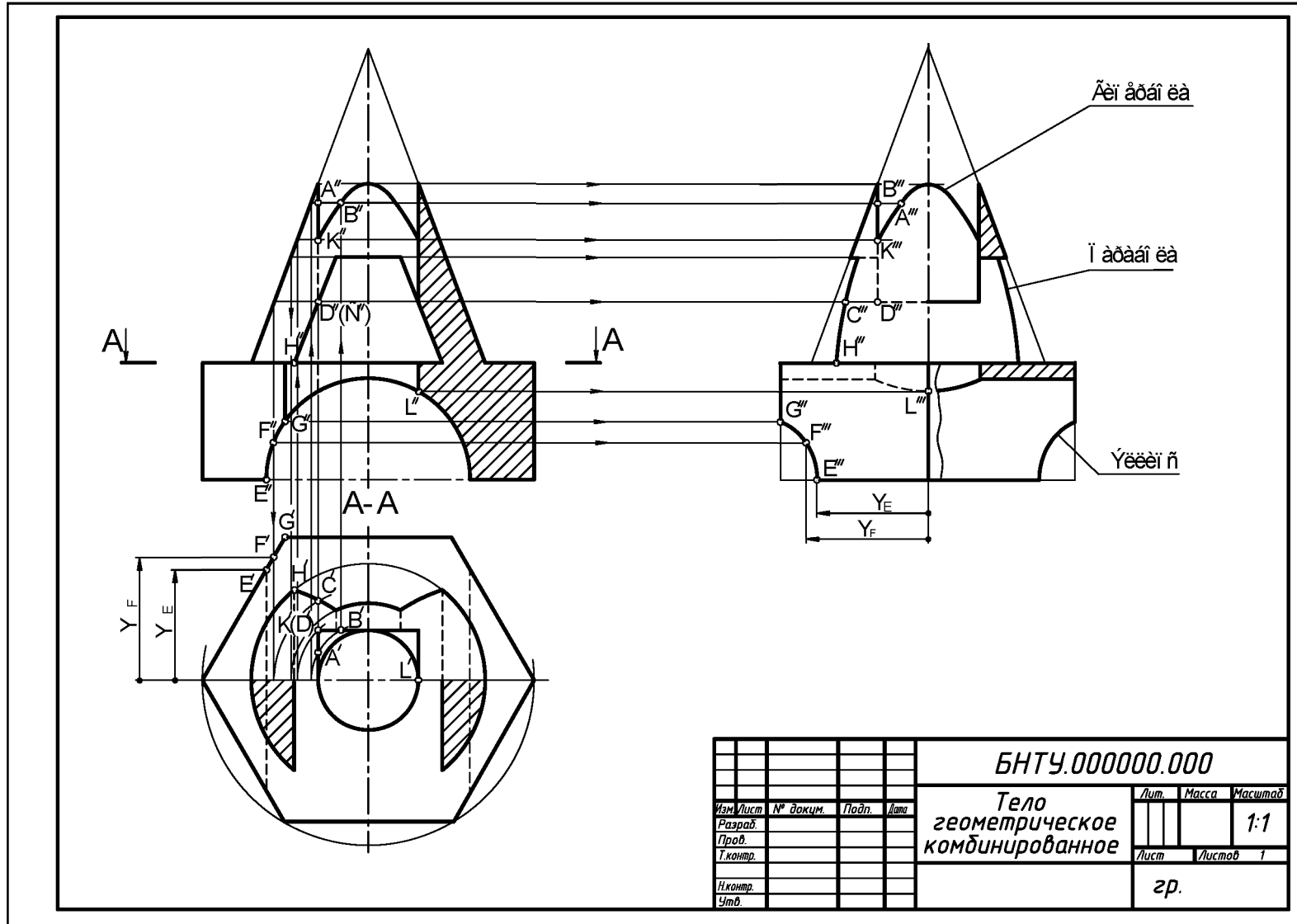


Рис. ПЗ.14. Построение проекций (видов, соединённых с разрезами) комбинированного геометрического тела по точкам



				БНТУ.000000.000			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
							1:1
Тело геометрическое комбинированное					<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	1
<i>Пров.</i>					<i>гр.</i>		
<i>Т.контр.</i>							
<i>И.контр.</i>							
<i>Утв.</i>							

Рис. ПЗ.15. Образец выполнения графической работы № 11



				БНТУ.000000.000		
Изм./Лист	№ док-м.	Подп.	Лист	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.						1:1
Проб.				Лист	Листов	1
Т.контр.				зр.		
И.контр.						
Утв.						

Рис. ПЗ.16. Выполнение вспомогательных построений для определения точек наружного и внутреннего контура

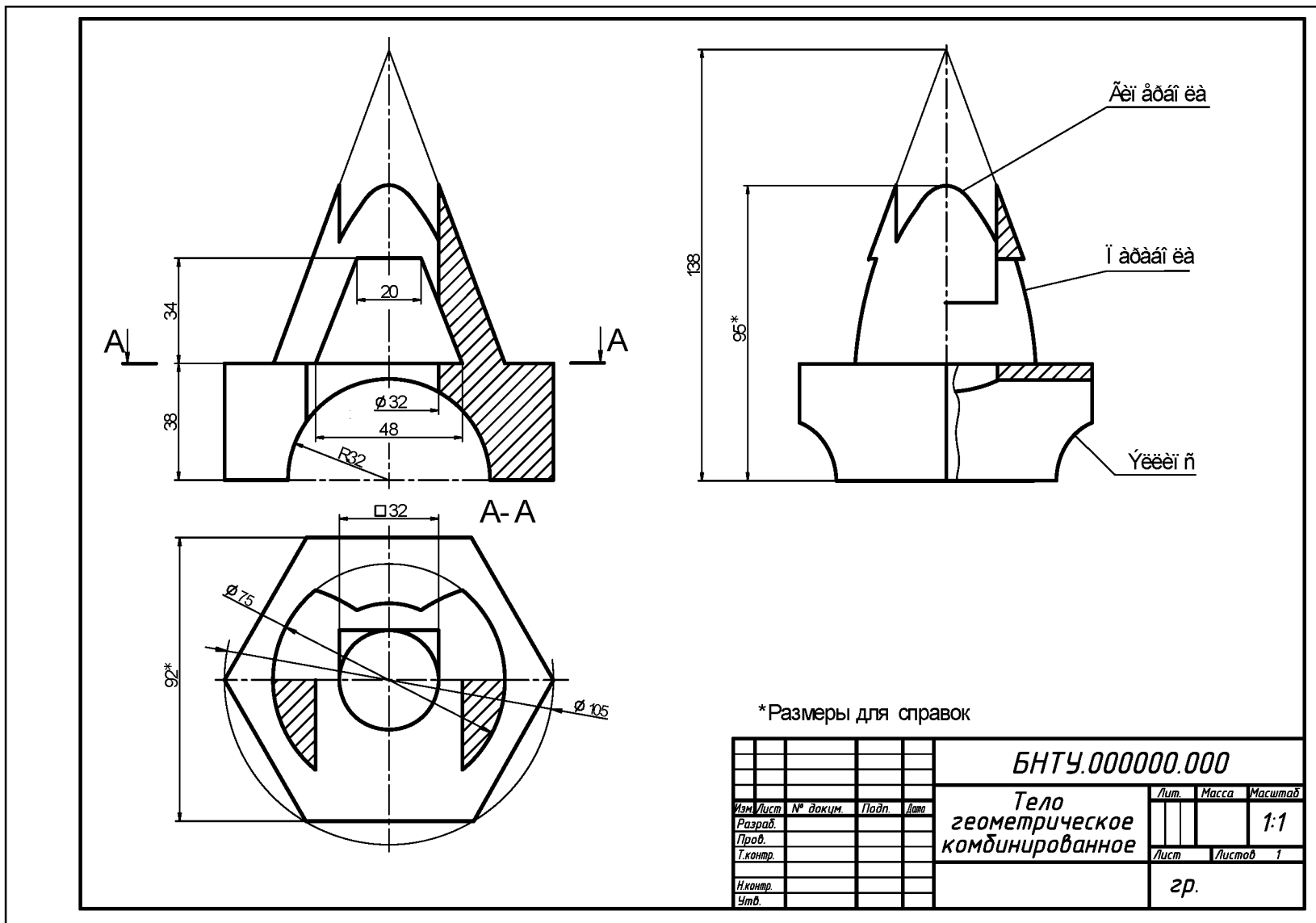


Рис. ПЗ.17. Образец выполнения графической работы № 12

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Перечень технических нормативных правовых актов (ТНПА)

Номер ТНПА	Наименования ТНПА
ГОСТ 2.001–93	Единая система конструкторской документации. Общие положения
ГОСТ 2.101–68	Единая система конструкторской документации. Виды изделий
ГОСТ 2.102–68	Единая система конструкторской документации. Виды и комплектность конструкторской документации
ГОСТ 2.103–68	Единая система конструкторской документации. Стадии разработки
ГОСТ 2.104–2006	Единая система конструкторской документации. Основные надписи
ГОСТ 2.105–95	Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам
ГОСТ 2.106–96	Единая система конструкторской документации. Текстовые документы
ГОСТ 2.109–73	Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам
ГОСТ 2.114–95	Единая система конструкторской документации. Технические условия
ГОСТ 2.201–80	Единая система конструкторской документации. Обозначение изделий и конструкторских документов
ГОСТ 2.301–68	Единая система конструкторской документации. Форматы
ГОСТ 2.302–68	Единая система конструкторской документации. Масштабы
ГОСТ 2.303–68	Единая система конструкторской документации. Линии
ГОСТ 2.304–81	Единая система конструкторской документации. Шрифты чертежные
ГОСТ 2.305–2008	Единая система конструкторской документации. Изображения – виды, разрезы, сечения
ГОСТ 2.306–68	Единая система конструкторской документации. Обозначения графических материалов и правила их нанесения на чертежах
ГОСТ 2.307–2011	Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений
ГОСТ 2.316–2008	Единая система конструкторской документации. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах
ГОСТ 2.317–2011	Единая система конструкторской документации. Аксонометрические проекции
ГОСТ 2.501–88	Единая система конструкторской документации. Правила учета и хранения

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ	6
Тема 1. Обзор стандартов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД)	11
Графическая работа № 1. Шрифт	13
Тема 2. Геометрические построения	15
Графическая работа № 2. Сопряжения	18
Тема 3. Выполнение чертежей в соответствии со стандартами ЕСКД	28
Графическая работа № 3. Виды	30
Графические работы № 4–8. Простые разрезы	40
Графические работы № 9 и 10. Сложные разрезы – ломаный и ступенчатый	86
Графические работы № 11–13. Чертежи комбинированных геометрических тел	105
Список рекомендуемой литературы	133
Приложения	135
Приложение 1. Общие правила оформления чертежей в соответствии со стандартами ЕСКД	135
Приложение 2. Образец оформления зачетной работы	146
Приложение 3. Образцы выполнения чертежей комбинированных геометрических тел	148
Приложение 4. Перечень технических нормативных правовых актов	162

Учебное издание

ЗЕЛЁНЫЙ Петр Васильевич
КОНОПЛИЦКАЯ Ирина Александровна

ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА. ПРАКТИКУМ ПО ЧЕРЧЕНИЮ

Учебное пособие

Редактор *Т. Н. Микулик*
Компьютерная верстка *Н. А. Школьниковой*

Подписано в печать 18.08.2017. Формат 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 19,07. Уч.-изд. л. 7,45. Тираж 500. Заказ 790.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.