



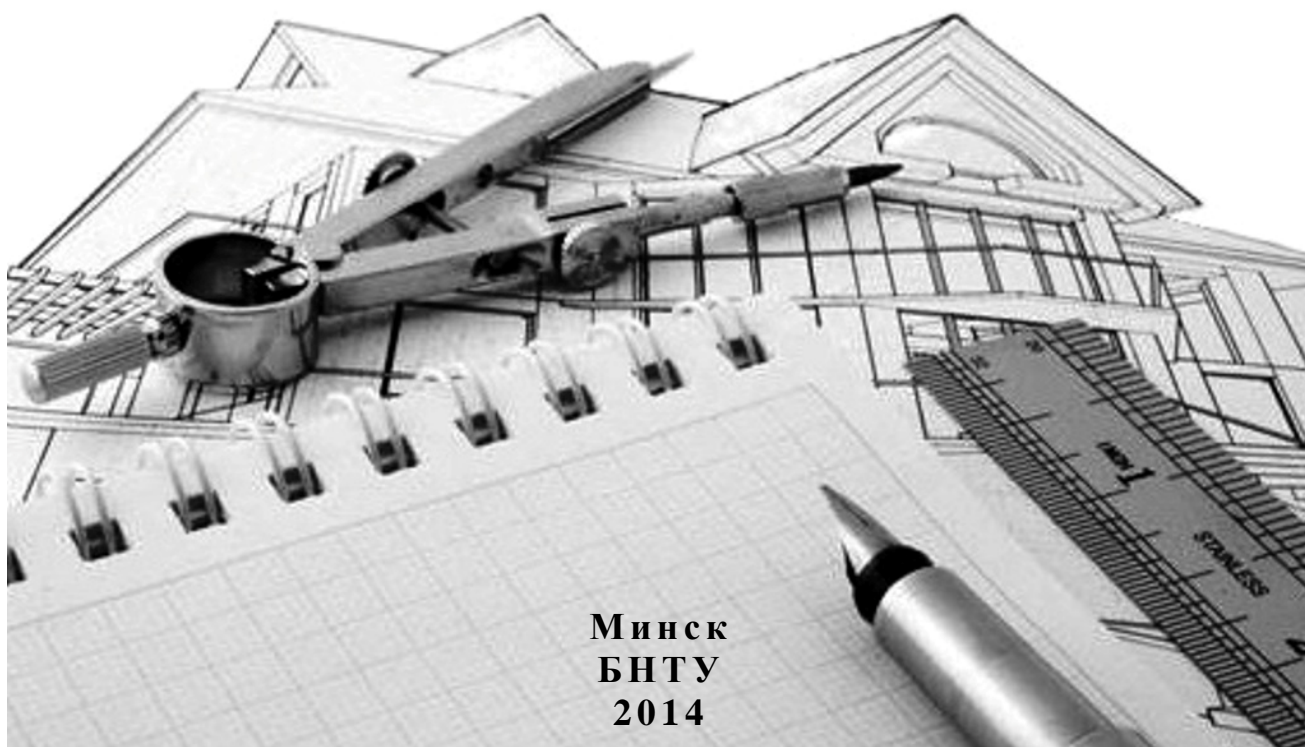
**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

Кафедра «Инженерная графика строительного профиля»

**ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ
ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ
и методические указания по решению
и оформлению расчетно-графических работ**

Учебно-методическое пособие



**Минск
БНТУ
2014**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Инженерная графика строительного профиля»

ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ
ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ
и методические указания по решению
и оформлению расчетно-графических работ

Учебно-методическое пособие
для студентов строительных специальностей

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области строительства и архитектуры*

Минск
БНТУ
2014

УДК 514.18(076.5)(075.8)
ББК 22.151.3я7
И60

Авторы:

*И. М. Шуберт, О. Н. Касаткина, Ю. И. Садовский, О. А. Холодкова,
М. К. Протасова, Л. С. Корытко, М. В. Кравченко, В. В. Тарасов,
Е. А. Телеш, О. И. Чумакова, Т. Д. Чудникова*

Рецензенты:

Г. И. Касперов, В. А. Бобрович

Индивидуальные задания по начертательной геометрии и методические указания по решению и оформлению расчетно-графических работ : учебно-методическое пособие для студентов строительных специальностей / И. М. Шуберт [и др.]. – Минск : БНТУ, 2014. – 79 с. ISBN 978-985-550-443-7.

Задания к расчетно-графическим работам по начертательной геометрии с методическими указаниями по их выполнению предназначены для самостоятельной работы студентов строительных специальностей вузов при изучении курса начертательной геометрии.

**УДК 514.18(076.5)(075.8)
ББК 22.151.3я7**

Авторы данного пособия, отредактированного и дополненного в рамках современных требований и программ, максимально сохранили и преумножили богатый преподавательский опыт, как дань уважения к высокому профессионализму старших коллег – М. Н. Петровича, Ш. А. Блоха, К. К. Ляшевич, З. И. Александрович, Г. В. Наливайко, И. Н. Одельской и И. И. Романовской.

ISBN 978-985-550-443-7

© Белорусский национальный
технический университет, 2014

ВВЕДЕНИЕ

Настоящие методические указания и условия к расчетно-графическим работам содержат задачи для самостоятельной работы студентов.

Каждая задача имеет 30 вариантов. Номер варианта для каждого студента постоянный в течение семестра и совпадает с его порядковым номером в журнале группы. Количество и темы задач в семестре зависят от учебной программы по начертательной геометрии для каждого факультета и специальности.

Задачи охватывают весь материал курса. К каждой даны методические указания, за которыми следуют условие и образец выполнения.

Прежде чем приступить к решению, необходимо ознакомиться с методическими указаниями, изучить соответствующий теоретический материал [1-11] и ответить на контрольные вопросы.

Задачи выполняют в масштабе 1:1 на чертежной бумаге формата А3(297x420) с помощью инструментов, с соблюдением всех требований, предъявляемых к оформлению чертежей по ГОСТам ЕСКД [12-15].

На формате А3 наносят рамку поля чертежа на расстоянии 20мм слева и по 5мм справа, сверху и снизу (рис.1).

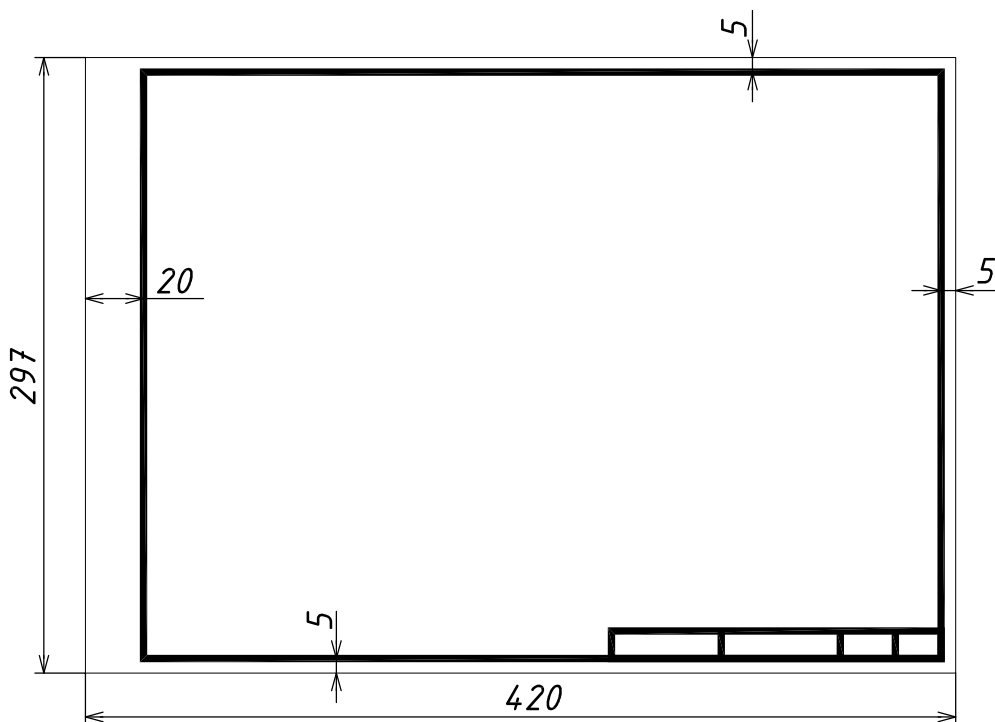


Рис. 1.

В правом нижнем углу вычерчивают основную надпись по образцу (рис.2).

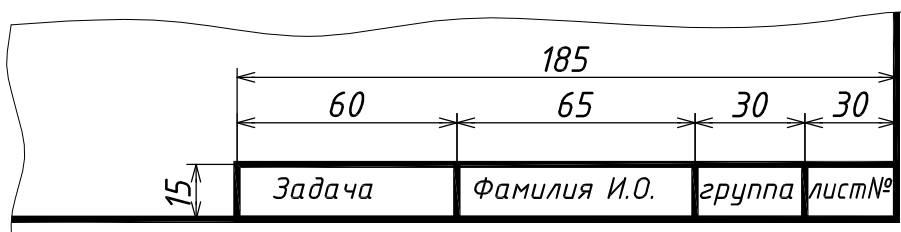


Рис. 2.

На одном листе формата А3 может быть размещено от одной до четырех задач одного задания (см. образцы выполнения и компоновки задач).

Задания выполняются карандашом с помощью чертежных инструментов, вначале тонкими линиями, которые, после окончательной проверки решения задачи преподавателем, обводятся.

Толщина линий должна соответствовать ГОСТу 2.303-68. При оформлении чертежа нужно стремиться к тому, чтобы все линии и надписи на чертеже были одной яркости.

Рекомендуется использовать следующие типы линий:

- линии видимого контура - **основной сплошной** линией толщиной S ;
- линии невидимого контура - **штриховой** - $S/2$;
- осевые, центровые - **штрихпунктирной** - $S/3$;
- линии вспомогательных построений и линии связи - **сплошными тонкими** линиями толщиной $S/3$.

Все построения на чертеже следует сохранить.

Все надписи, буквенные обозначения и цифры должны быть выполнены стандартным шрифтом 3,5; 5 и 7 мм в соответствии с ГОСТом 2.304-81.

Расчетно-графические задания, подписанные преподавателем, необходимо в конце семестра оформить в альбом формата А3(420x297) с титульным листом (см. образец выполнения рис.3), который после получения допуска представляется студентом на экзамене.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СИМВОЛИКА.

Обозначения геометрических фигур.

1. Точки, расположенные в пространстве, обозначаются прописными буквами латинского алфавита:

A, B, C, D... L, M, N...

2. Линии общего положения обозначаются строчными буквами латинского алфавита:

a, b, c, d... l, m, n...

3. Линии уровня обозначаются:

h - горизонталь;

f - фронталь.

4. Поверхности обозначаются прописными буквами греческого алфавита:

A, B, Γ, Δ... Ρ, Σ, Υ...

5. Плоскости проекций обозначаются:

Π₁ - горизонтальная плоскость проекций;

Π₂ - фронтальная плоскость проекций;

Π₃ - профильная плоскость проекций.

6. Проекции точек, линий, поверхностей обозначаются теми же буквами, что и оригинал с добавлением индекса плоскости проекций:

A₁, B₁...; a₁, b₁...; Δ₁, Σ₁... - горизонтальные проекции;

A₂, B₂...; a₂, b₂...; Δ₂, Σ₂... - фронтальные проекции;

A₃, B₃...; a₃, b₃...; Δ₃, Σ₃... - профильные проекции.

Символы, обозначающие отношения между геометрическими фигурами

1. \equiv - совпадают.
 $(AB) \equiv (CD)$ - прямая, проходящая через точки A и B , совпадает с прямой, проходящей через точки C и D .
2. \cong - конгруэнтны.
 $B_1C_1 \cong BC$ - горизонтальная проекция отрезка конгруэнтна его натуральной длине.
3. \parallel - параллельны.
 $a \parallel b$ - прямая a параллельна прямой b .
4. \perp - перпендикулярны.
 $m \perp n$ - прямая m перпендикулярна прямой n .
5. \circ - скрещиваются.
 $a \circ b$ - прямые a и b скрещиваются.

Обозначения теорико-множественных и логических операций

1. \in - принадлежит, является элементом.
 $A \in m$ - точка A принадлежит прямой m (точка A лежит на прямой m).
 $n \ni B$ - прямая n проходит через точку B .
2. \subset - включает, содержит.
 $a \subset \Gamma$ - прямая a принадлежит плоскости Γ .
 $\Delta \supset b$ - плоскость Δ проходит через прямую b .
3. \cup - объединение множеств.
 $ABC = [AB] \cup [BC]$ - ломаная линия ABC есть объединение отрезков $[AB]$ и $[BC]$.
4. \cap - пересечение множеств.
 $K = a \cap b$ - точка K есть результат пересечения прямых a и b .
5. \wedge - конъюнкция предложений; соответствует союзу «и».
6. \vee - дизъюнкция предложений; соответствует союзу «или».
7. \Rightarrow - импликация - логическое следствие.
 $a \parallel b \Rightarrow a_1 \parallel b_1 \wedge a_2 \parallel b_2$ - если прямые a и b параллельны, то их одноименные проекции так же параллельны.

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра "Инженерная графика строительного профиля"

ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ
ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Выполнил: студент СФ гр. 11201312
Сидоров П.И.
Проверил: Тарасов В.В.

Минск 2013

Рис. 3.
Образец титульного листа.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ

ЗАДАНИЕ 1

Проекция точки, прямой и плоскости.

Задание 1 включает в себя четыре задачи.

При решении задач задания нужно исходить из следующих основных положений:

1. Положение некоторой точки A в пространстве определяют три координаты (Ax, Ay, Az) . Положение проекции точки определяют две координаты:
горизонтальную проекцию (на Π_1) - $A_1(x, y)$;
фронтальную (на Π_2) - $A_2(x, z)$;
профильную проекцию (на Π_3) - $A_3(y, z)$.
2. Прямая задается двумя точками, либо точкой и направлением.
3. Точка B принадлежит прямой, если проекции точки принадлежат одноименным проекциям прямой ($B \in m \Rightarrow B_1 \in m_1 \wedge B_2 \in m_2; B_1 B_2 \perp O_x$).
4. Отрезок прямой уровня проецируется параллельно самому себе в натуральную величину на плоскость проекций, которой параллельна прямая, и в отрезок, параллельный направлению осей проекций на другие плоскости проекций ($l \parallel \Pi_1 \wedge [MN] \subset l \Rightarrow |M_1 N_1| = |MN|, M_2 N_2 \parallel O_x$).
5. Отрезок проецирующей прямой проецируется в точку (вырожденная проекция) на плоскость проекций, которой перпендикулярна прямая, и в натуральную величину перпендикулярно осям проекций на другие плоскости проекций ($n \perp \Pi_1 \Rightarrow n_1$ - точка).
6. Одноименные проекции параллельных прямых параллельны ($m \parallel n \Rightarrow m_1 \parallel n_1, m_2 \parallel n_2$).
7. Точка принадлежит плоскости, если она принадлежит прямой лежащей в данной плоскости ($A \in \Gamma \Rightarrow A \in l; l \subset \Gamma$).
8. Прямая принадлежит плоскости, если она проходит через две точки, лежащие в этой плоскости.
9. Проецирующая плоскость вырождается в прямую линию на ту плоскость проекций, которой она перпендикулярна ($\Delta \perp \Pi_2 \Rightarrow \Delta_2$ - вырожденная проекция).
10. Прямая (точка) принадлежит проецирующей плоскости, если соответствующая проекция прямой (точки) принадлежит вырожденной проекции плоскости, которая обладает собирательным свойством.
11. Две плоскости взаимно перпендикулярны, если каждая из них проходит через перпендикуляр к другой плоскости.
12. Если прямая перпендикулярна плоскости, то фронтальная проекция прямой перпендикулярна фронтальной проекции фронтали, а горизонтальная проекция прямой перпендикулярна горизонтальной проекции горизонтали этой плоскости ($l \perp \Gamma (h \cap f) \Rightarrow l_2 \perp f_2 \wedge l_1 \perp h_1$).
13. Две плоскости параллельны, если две пересекающиеся прямые одной плоскости параллельны двум пересекающимся прямым второй плоскости.

Задача 1

Построить проекции многогранника, основание которого принадлежит плоскости Γ . AB - сторона основания. AM - боковое ребро. Установить видимость ребер многогранника.

Задачу решить в двух проекциях. Чертёж выполнить в верхней левой части формата А3, так как на этом же формате бумаги будут размещены задачи 2, 3 и 4 (компоновку задач см. рис.4).

Координаты точек даны в мм.

1. Провести ось x , выбрав ее расположение по высоте с учетом координат заданных точек. Отметить начало отсчета по оси x .
2. По заданным координатам построить две проекции точек A, B, M .
3. Построить вырожденную проекцию плоскости Γ , учитывая, что отрезок AB принадлежит этой плоскости.
4. Построить проекции основания многогранника, учитывая частное положение отрезка BC , а также то, что основание многогранника принадлежит проецирующей плоскости Γ .
5. Построить боковые ребра многогранника, учитывая, что у призмы они параллельны, а у пирамиды - пересекаются в вершине пирамиды (точке M).
6. Построить проекции второго основания призмы.
7. Используя конкурирующие точки, установить видимость проекций ребер многогранника.

**План решения задачи,
в случае если $\Gamma \perp \Pi_1$, $BC \parallel \Pi_1$, $AB \parallel CD$ и $AD \parallel BC$,
 AM - боковое ребро пирамиды**

1. $\Gamma \perp \Pi_1 \Rightarrow \Gamma_1 \supset A_1B_1$
2. $ABCD \supset \Gamma \Rightarrow C_1 \wedge D_1 \subset \Gamma_1$
3. $BC \parallel \Pi_1 \Rightarrow B_2C_2 \parallel Ox \wedge B_1C_1 \cong BC$
4. $ABCD$ - параллелограмм $\Rightarrow A_2B_2 \parallel C_2D_2 \wedge B_2C_2 \parallel A_2D_2 \wedge A_1B_1 \parallel C_1D_1 \wedge B_1C_1 \parallel A_1D_1$
5. Соединяем точки основания $ABCD$ с вершиной M и определяем видимость.

Контрольные вопросы

1. Как располагается горизонтальная проекция прямой, параллельной Π_2 ?
2. Как располагается фронтальная проекция прямой, параллельной Π_1 ?
3. На какую плоскость проекций отрезок, параллельный плоскости Π_2 , проецируется в натуральную величину?
4. Как определить угол наклона горизонтального отрезка к плоскости Π_2 ?
5. Что такое вырожденная проекция проецирующей плоскости и каким свойством она обладает?
6. Что называется многогранником?
7. Что называется призмой, пирамидой?

Задача 1				Позиционные задачи															
1	x	y	z	2	x	y	z	3	x	y	z	4	x	y	z	5	x	y	z
A	80	5	10	A	10	10	45	A	80	5	10	A	25	10	5	A	60	15	10
B	45	25	10	B	60	10	15	B	40	15	25	B	55	10	25	B	35	15	30
M	125	40	25	M	55	50	30	M	125	60	65	M	0	35	30	M	100	32	21
Г	$\perp P_1$			Г	$\perp P_1$			Г	$\perp P_2$			Г	$\perp P_1$			Г	$\perp P_2$		
Осно- вание	ABC BC \perp PI AB = BC			Осно- вание	ABCD BC \parallel PI, BC = 35 AB \parallel CD AD \parallel BC			Осно- вание	ABCD BC \parallel P ₂ , BC = 30 AB \parallel CD AD \parallel BC			Осно- вание	ABCD BC \perp PI, AB = BC AB \parallel CD AD \parallel BC			Осно- вание	ABCD BC \perp P ₂ , AB = 2 BC AB \parallel CD AD \parallel BC		
Много- гран- ник	Призма			Много- гран- ник	Пирамида			Много- гран- ник	Призма			Много- гран- ник	Призма			Много- гран- ник	Призма		
6	x	y	z	7	x	y	z	8	x	y	z	9	x	y	z	10	x	y	z
A	10	5	35	A	20	5	10	A	60	10	10	A	90	5	0	A	20	5	25
B	45	5	35	B	55	40	45	B	10	35	35	B	55	5	15	B	55	40	60
M	40	55	55	M	5	55	50	M	60	60	50	M	110	25	25	M	25	60	60
Г	$\perp P_1$			Г	$\perp P_2$			Г	$\perp P_1$			Г	$\perp P_2$			Г	$\perp P_1$		
Осно- вание	ABCD BC \wedge P ₁ = 45° BC = 40 AB \parallel CD AD \parallel BC			Осно- вание	ABC BC \parallel P ₂ BC = 35			Осно- вание	ABCD BC \parallel PI, BC = 30 AB \parallel CD AD \parallel BC			Осно- вание	ABCD BC \perp P ₂ , AB = BC AB \parallel CD AD \parallel BC			Осно- вание	ABCD BC \parallel PI, BC = 30 AB \parallel CD AD \parallel BC		
Много- гран- ник	Пирамида			Много- гран- ник	Пирамида			Много- гран- ник	Пирамида			Много- гран- ник	Призма			Много- гран- ник	Пирамида		
11	x	y	z	12	x	y	z	13	x	y	z	14	x	y	z	15	x	y	z
A	85	45	25	A	10	40	0	A	40	10	10	A	75	10	25	A	80	10	5
B	65	25	5	B	50	10	0	B	10	25	10	B	40	30	15	B	50	10	25
M	65	70	45	M	90	40	60	M	80	30	40	M	110	30	70	M	105	50	45
Г	$\perp P_1$			Г	$\parallel P_1$			Г	$\parallel P_1$			Г	$\perp P_2$			Г	$\parallel P_2$		
Осно- вание	ABCD BC \parallel PI, BC = 35 AB \parallel CD AD \parallel BC			Осно- вание	ABC AB = BC = CA			Осно- вание	ABCD- квадрат			Осно- вание	ABCD BC \parallel P ₂ , BC = 30 AB \parallel CD AD \parallel BC			Осно- вание	ABCD- ромб BC \parallel PI		
Много- гран- ник	Призма			Много- гран- ник	Пирамида			Много- гран- ник	Призма			Много- гран- ник	Призма			Много- гран- ник	Призма		

Задача 1				Позиционные задачи															
16	x	y	z	17	x	y	z	18	x	y	z	19	x	y	z	20	x	y	z
A	70	100	10	A	90	55	30	A	105	60	70	A	70	0	30	A	20	10	5
B	60	20	30	B	40	10	65	B	0	15	65	B	40	20	50	B	60	10	5
M	0	55	0	M	40	20	20	M	25	55	-5	M	110	15	40	M	10	60	50
Г	$\perp P_2$			Г	$\perp P_2$			Г	$\perp P_2$			Г	$\perp P_1$			Г	$\perp P_2$		
Осно- вание	ABCD BC \parallel P ₂ BC =45 AB \parallel CD AD \parallel BC			Осно- вание	ABC BC \parallel P ₂ BC =40			Осно- вание	ABCD BC \parallel P ₁ BC =55 AB \parallel CD AD \parallel BC			Осно- вание	ABCD BC \parallel P ₁ BC =40 AB \parallel CD AD \parallel BC			Осно- вание	ABC BC \perp P ₁ =45° BC =70		
Много- гран- ник	Пирамида			Много- гран- ник	Пирамида			Много- гран- ник	Пирамида			Много- гран- ник	Призма			Много- гран- ник	Пирамида		
21	x	y	z	22	x	y	z	23	x	y	z	24	x	y	z	25	x	y	z
A	110	20	15	A	110	10	60	A	110	20	35	A	110	70	10	A	80	30	10
B	60	5	25	B	60	70	60	B	80	20	10	B	110	20	60	B	40	30	20
M	85	50	50	M	10	60	0	M	80	45	35	M	30	70	80	M	20	0	55
Г	$\perp P_1$			Г	$\parallel P_1$			Г	$\parallel P_2$			Г	$\perp P_3$			Г	$\parallel P_2$		
Осно- вание	ABCD BC \parallel P ₂ BC =40 AB \parallel CD AD \parallel BC			Осно- вание	ABC AC \parallel OX AC =80			Осно- вание	ABCD- квадрат			Осно- вание	ABCD- параллелограмм BC = AD =80			Осно- вание	ABCD- квадрат		
Много- гран- ник	Призма			Много- гран- ник	Пирамида			Много- гран- ник	Призма			Много- гран- ник	Пирамида			Много- гран- ник	Призма		
26	x	y	z	27	x	y	z	28	x	y	z	29	x	y	z	30	x	y	z
A	110	10	70	A	100	25	20	A	30	0	20	A	110	30	20	A	60	60	30
B	60	45	10	B	60	10	20	B	100	70	20	B	70	30	10	B	30	10	0
M	10	0	0	M	55	25	60	M	20	70	80	M	50	10	50	M	5	60	85
Г	$\perp P_1$			Г	$\parallel P_1$			Г	$\perp P_1$			Г	$\parallel P_2$			Г	$\perp P_2$		
Осно- вание	ABC AC \parallel P ₁ AC =100			Осно- вание	ABCD- квадрат			Осно- вание	ABC MC \parallel P ₁ MC =65			Осно- вание	ABCD- квадрат			Осно- вание	ABC \parallel BC \perp P ₂ BC =85 BC \perp P ₁ =45°		
Много- гран- ник	Пирамида			Много- гран- ник	Призма			Много- гран- ник	Пирамида			Много- гран- ник	Призма			Много- гран- ник	Пирамида		

Задача 2

Построить проекции параллелограмма $ABCD$. В плоскости $ABCD$ построить треугольник KMN , у которого $MN \parallel \Pi_1$, $|MN| = 50\text{мм}$;
 $KN \parallel \Pi_2$, $|KN| = 40\text{мм}$.

Задачу решить в двух проекциях. Чертёж выполнить справа в верхней части формата А3 (см. рис.4 - образец выполнения). Отрезок MN откладывают вправо от точки M , а отрезок KN влево от точки N .

1. Провести ось x и отметить на ней начало отсчета, учитывая координаты заданных точек.
2. По заданным координатам построить проекции точек A, B, C .
3. Построить проекции параллелограмма $ABCD$, проведя стороны $AD \parallel BC$ и $CD \parallel AB$.
4. Построить по заданным координатам проекцию точки M и достроить недостающую проекцию ее с помощью вспомогательной прямой плоскости параллелограмма.
5. Построить проекции отрезка MN величиной 50 мм, учитывая что он является отрезком горизонтали плоскости параллелограмма.
6. Построить проекции отрезка NK длиной 40 мм, учитывая, что он принадлежит фронтالي плоскости параллелограмма.

План решения задачи, в случае если задана M_1

1. $ABCD$ - параллелограмм $\Rightarrow A_2B_2 \parallel C_2D_2 \wedge B_2C_2 \parallel A_2D_2 \wedge A_1B_1 \parallel C_1D_1 \wedge B_1C_1 \parallel A_1D_1$.
2. $D = AD \cap CD$
3. $M \in ABCD \Rightarrow M_1 \in B_1C_1 \wedge M_2 \in B_2C_2$.
4. $MN \parallel \Pi_1 \Rightarrow MN \equiv h \Rightarrow h_2 \parallel O_x$. $N \in h$. $MN \parallel \Pi_1 \Rightarrow |M_1N_1| = 50\text{мм}$.
5. $NK \parallel \Pi_2 \equiv f \Rightarrow N_1K_1 \parallel O_x$. $NK \parallel \Pi_2 \Rightarrow |N_2K_2| = 40\text{мм}$.

Контрольные вопросы

1. Что называется параллелограммом?
2. Как формулируется признак принадлежности точки плоскости?
3. Как формулируется признак принадлежности прямой плоскости?
4. Что называется горизонталью плоскости? Как располагается её фронтальная проекция?
5. Что называется фронталью плоскости? Как располагается на эюре её горизонтальная проекция?

Задача 3

Через точку F построить плоскость Σ , перпендикулярную плоскости $\Delta(ABC)$ и заданной плоскости проекций.

Задачу решить в двух проекциях. Чертеж выполнить в нижней левой части формата А3 (см. рис. 4 - образец выполнения). Искомую плоскость $\Sigma(m \cap n)$ задать пересекающимися прямыми, где $m \perp \Delta(ABC)$, а $n \perp$ указанной в условии плоскости проекций.

1. Провести ось x и отметить начало отсчета на ней, учитывая координаты точек A, B, C, F .
2. По заданным координатам построить проекции точек A, B, C, F .
3. Построить проекции линий уровня h и f плоскости треугольника ABC .
4. Построить проекции прямой m , проходящей через точку F перпендикулярную плоскости ABC .
5. Построить проекции прямой n , проходящей через точку F перпендикулярно требуемой по условию задачи плоскости проекций.

План решения задачи, в случае если $\Sigma \perp \Delta(ABC) \wedge \Sigma \perp \Pi_2$

1. Проводим h_2 , находим h_1 ;
2. Проводим f_1 , находим f_2 ;
3. $m \perp \Delta(ABC) \Rightarrow m_2 \perp f_2 \wedge m_1 \perp h_1, m_2 \supset F_2, m_1 \supset F_1$.
4. $n \perp \Pi_2 \Rightarrow n_2 \equiv F_2 \wedge n_1 \perp Ox \wedge n_1 \supset F_1$.
5. $n \perp \Pi_2 \wedge m \perp \Delta(ABC) \Rightarrow \Sigma(m \cap n) \perp \Pi_2 \wedge \Delta(ABC)$.

Контрольные вопросы

1. Что называется проецирующей плоскостью. Признак проецирующей плоскости?
2. Как формулируется признак перпендикулярности двух плоскостей?
3. Теореме о перпендикулярности прямой и плоскости. Как формулируется признак перпендикулярности прямой и плоскости на эюре?
4. Теорема о проецировании прямого угла.

Задача 4

Достроить недостающую проекцию треугольника FLE , если плоскость, которую он задает, параллельна плоскости ABC .

Задачу решить в двух проекциях. Чертеж выполнить в нижней правой части формата А3 (см. рис. 4 - образец выполнения задач 1, 2, 3, 4).

1. Провести ось x и отметить начало отсчета на ней.
2. По заданным координатам построить по две проекции точек A, B, C, F и по одной проекции точек L и E .
3. В плоскости ABC построить прямую, параллельную отрезку FL и достроить вторую проекцию этого отрезка.
4. В плоскости ABC построить прямую, параллельную отрезку FE и достроить вторую его проекцию.

План решения задачи при условии если даны фронтальные проекции точек L и E

1. Дано: $\Delta ABC, F_2L_2E_2$ и F_1 ; найти: L_1 и E_1 .
2. $n \supset B \wedge n \parallel FL \Rightarrow n_2 \parallel F_2L_2 \wedge n_1 \parallel F_1L_1$.
3. $m \supset C \wedge m \parallel FE \Rightarrow m_2 \parallel F_2E_2 \wedge m_1 \parallel F_1E_1$.
4. $CA \cap n = 1 \wedge AB \cap m = 2$.
5. $C_1A_1 \supset 1_1 \wedge A_1B_1 \supset 2_1$.
6. $n \cap m \parallel FE \cap FL \Rightarrow ABC \parallel FLE$.

Контрольные вопросы

1. Как формулируется признак параллельности прямой и плоскости?
2. Как формулируется признак параллельности двух плоскостей?

Задачи 2, 3, 4								Позиционные задачи															
1	A	B	C	M	F	L	E	6	A	B	C	M	F	L	E	11	A	B	C	M	F	L	E
x	125	120	60	95	50	0	5	x	155	40	70	80	100	130	150	x	30	60	15	35	85	65	115
y	60	30	20	35	45			y	30	5	15		40	50	10	y	50	20	35		5		
z	0	60	35		50	50	10	z	45	50	30	35	35			z	10	30	35	35	55	10	10
Σ	⊥П ₂							Σ	⊥П ₁							Σ	⊥П ₁						
2	A	B	C	M	F	L	E	7	A	B	C	M	F	L	E	12	A	B	C	M	F	L	E
x	150	120	85	95	60	15	0	x	155	120	90	115	60	20	5	x	115	135	75	110	45	5	65
y	10	0	40		10	20	50	y	30	50	30		35	50	10	y	45	5	5		5	5	50
z	25	60	45	25	15			z	40	5	15	35	40			z	10	35	10	15	55		
Σ	⊥П ₂							Σ	⊥П ₁							Σ	⊥П ₂						
3	A	B	C	M	F	L	E	8	A	B	C	M	F	L	E	13	A	B	C	M	F	L	E
x	95	40	20	50	125	152	171	x	140	70	95	115	45	0	0	x	100	145	80	120	65	35	15
y	28	60	35	40	40	10	35	y	30	70	35	50	10			y	10	30	45		45	10	
z	20	20	55		35			z	15	5	35		20	35	10	z	5	5	45	25	15		25
Σ	⊥П ₂							Σ	⊥П ₂							Σ	⊥П ₃						
4	A	B	C	M	F	L	E	9	A	B	C	M	F	L	E	14	A	B	C	M	F	L	E
x	115	160	90	90	55	0	30	x	90	35	15	45	120	147	166	x	120	90	80	90	35	10	60
y	15	10	55		20	45	5	y	20	20	55		35			y	20	50	40		10		
z	35	15	5	47	5			z	28	60	35	40	40	10	35	z	30	10	30	40	60	25	25
Σ	⊥П ₂							Σ	⊥П ₁							Σ	⊥П ₁						
5	A	B	C	M	F	L	E	10	A	B	C	M	F	L	E	15	A	B	C	M	F	L	E
x	80	145	145	120	45	15	0	x	150	130	85	120	60	33	13	x	130	90	140	130	50	10	80
y	5	15	45	30	15			y	55	20	20		45			y	50	20	20		10		
z	55	65	20		40	70	50	z	40	65	30	45	50	20	40	z	50	50	5	40	15	50	30
Σ	⊥П ₂							Σ	⊥П ₁							Σ	⊥П ₂						

Задачи 2, 3, 4								Позиционные задачи															
16	A	B	C	M	F	L	E	21	A	B	C	M	F	L	E	26	A	B	C	M	F	L	E
x	155	95	120	90	65	35	10	x	140	120	80	110	70	20	10	x	10	40	70	30	90	130	150
y	30	5	50		35			y	40	20	50	40	10			y	50	50	10		50		
z	45	40	5	25	30	40	35	z	40	10	10		10	45	5	z	10	60	10	20	40	10	60
Σ	$\perp \Pi_3$							Σ	$\perp \Pi_2$							Σ	$\perp \Pi_3$						
17	A	B	C	M	F	L	E	22	A	B	C	M	F	L	E	27	A	B	C	M	F	L	E
x	145	100	130	140	70	40	10	x	120	80	98	80	50	20	10	x	130	90	130	105	60	30	0
y	20	10	50	45	30		5	y	10	50	5	25	5			y	20	20	75		50		
z	0	20	50		30	55		z	50	45	10		50	20	58	z	5	40	75	40	30	70	30
Σ	$\perp \Pi_1$							Σ	$\perp \Pi_1$							Σ	$\perp \Pi_1$						
18	A	B	C	M	F	L	E	23	A	B	C	M	F	L	E	28	A	B	C	M	F	L	E
x	90	120	60	50	35	20	65	x	95	140	105	75	55	35	0	x	120	95	80	100	50	40	15
y	50	30	15		15	35	45	y	20	20	80		45	15	65	y	65	10	43	40	10		
z	60	30	20	50	20			z	65	40	5	25	20			z	30	8	55		30	55	30
Σ	$\perp \Pi_1$							Σ	$\perp \Pi_2$							Σ	$\perp \Pi_1$						
19	A	B	C	M	F	L	E	24	A	B	C	M	F	L	E	29	A	B	C	M	F	L	E
x	115	135	85	145	55	20	15	x	150	120	75	120	55	30	0	x	120	80	30	85	40	60	10
y	50	20	5		30	45		y	40	50	5	40	35			y	40	80	50	65	20	50	30
z	45	0	25	25	20		20	z	40	10	25		30	50	0	z	25	70	70		20		
Σ	$\perp \Pi_2$							Σ	$\perp \Pi_2$							Σ	$\perp \Pi_3$						
20	A	B	C	M	F	L	E	25	A	B	C	M	F	L	E	30	A	B	C	M	F	L	E
x	105	80	130	75	60	25	15	x	115	75	85	80	35	65	5	x	140	110	80	125	70	30	10
y	55	25	5		15			y	20	20	45	35	35			y	50	50	10	45	50		
z	45	0	15	25	35	55	10	z	10	50	10		25	45	60	z	10	60	10		40	10	60
Σ	$\perp \Pi_1$							Σ	$\perp \Pi_1$							Σ	$\perp \Pi_3$						

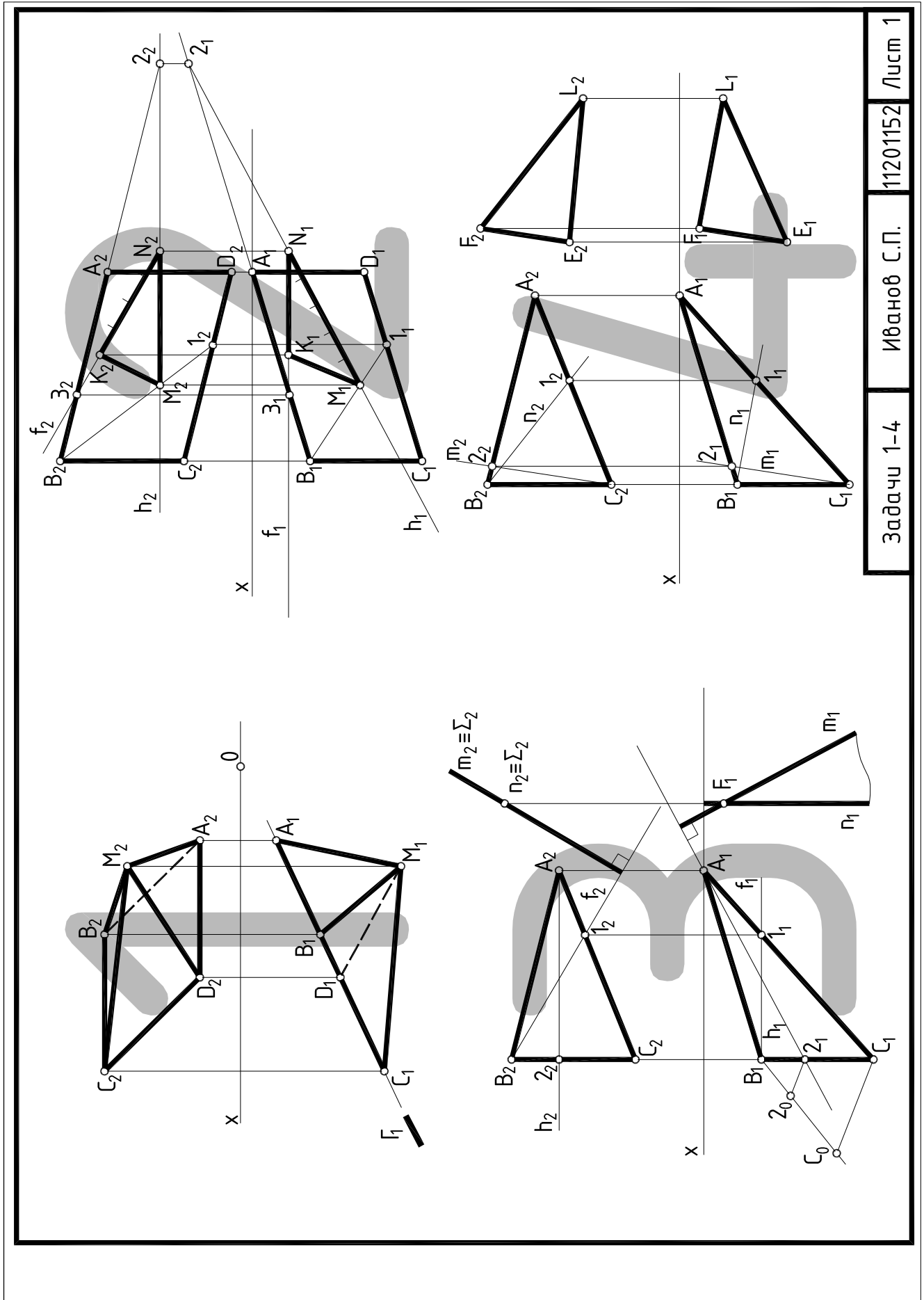


Рис. 4.
Образец выполнения задач 1, 2, 3, 4.

ЗАДАНИЕ 2

Принадлежность точки и линии поверхности.

При решении задач задания нужно исходить из следующих основных положений:

1. Точка принадлежит поверхности, если она принадлежит линии этой поверхности.
2. Чтобы построить недостающую проекцию точки, принадлежащей поверхности, необходимо:
 - через заданную проекцию точки провести одноименную проекцию вспомогательной линии поверхности;
 - построить вторую проекцию проведенной линии исходя из принадлежности линии данной поверхности;
 - на построенной проекции вспомогательной линии отметить искомую проекцию точки.
3. В качестве вспомогательных линий, принадлежащих поверхности, выбирают графически простые линии - прямые и окружности. Для линейчатых поверхностей - это образующие поверхности - прямые линии. Для поверхностей вращения - параллели-окружности.
4. Построение проекций точки, принадлежащей проецирующей поверхности, не требует введения вспомогательных линий поверхности, так как соответствующие ее проекции всегда расположены на вырожденной проекции данной поверхности.
5. Поверхность является проецирующей относительно той плоскости проекций, которой перпендикулярны образующие или ребра (многогранной) поверхности, т. е. проецирующей может быть только цилиндрическая или призматическая поверхность.
6. Чтобы построить проекции произвольной линии, принадлежащей поверхности, необходимо построить проекции множества точек этой линии.
7. Если задана одна проекция линии, принадлежащей поверхности, то решение задач на построение недостающей проекции этой линии сводится к следующему:
 - на заданной проекции линии намечают проекции некоторых точек. Следует внимательно отнестись к выбору точек, с помощью которых строится вторая проекция заданной линии. Если строится ломаная линия, то обязательно нужно строить точки излома. Обязательному построению подлежат точки, лежащие на характерных линиях поверхности (очерковых линиях, ребрах многогранной поверхности). Если строится закономерная кривая, то необходимо строить характерные точки этой кривой (вершины и точки, определяющие оси симметрии кривой);
 - через проекции отмеченных точек проводят одноименные проекции вспомогательных линий поверхности;
 - строят вторую проекцию вспомогательных линий поверхности и находят проекции отмеченных точек;
 - соединяют построенные проекции точек с учетом их видимости. Проекция линии видима если она принадлежит видимой на этой плоскости проекций части поверхности.

8. Если необходимо построить проекцию линии, принадлежащей проецирующей поверхности, то построения значительно упрощаются за счет наличия вырожденной проекции поверхности, обладающей собирательным свойством.

Задача 5

Построить проекции заданных фигур.

Задача состоит из трех самостоятельных задач.

5.1. Построить в трех проекциях прямой цилиндр или прямую призму с линией, нанесенной на ее поверхности. Определить видимость линии с учетом того, что поверхность, которой она принадлежит, непрозрачная. Обратит внимание на то, что боковая поверхность фигуры проецирующая и, следовательно, ее вырожденная проекция обладает собирательным свойством.

5.2 Построить в трех проекциях конус или сферу с нанесенной на эту поверхность линией. Определить видимость линии, учитывая, что поверхность непрозрачная. Задачу решить с помощью параллелей-окружностей.

5.3 Построить в двух проекциях поверхность тора или линейчатую поверхность с плоскостью параллелизма (цилиндронд, коноид или косую плоскость- гиперболический параболоид), где Γ -плоскость параллелизма.

5.4. Построить линию, принадлежащую этой поверхности. Для тора использовать параллели; для линейчатой поверхности - образующие, параллельные заданной плоскости параллелизма Γ . Линейчатую поверхность считать прозрачной, поверхность тора - непрозрачной.

План решения задач

Задачи 5.1 и 5.2 выполнить на одном формате А3, задачу 5.3 на формате А4.

1. Закомпоновать на листе формата А3 размещение задач 5(1) и 5(2) (см. образец оформления рис.5), а на листе формата А4 - задачу 5(3) (см. образец оформления рис.6).
2. Вычертить в соответствии с индивидуальным вариантом задания заданные проекции поверхности в масштабе 1:1.
3. Для задач 5(1) и 5(2) построить третью проекцию заданной поверхности.
4. Построить недостающие проекции линии, принадлежащей поверхности.
5. Установить видимость проекции линии.

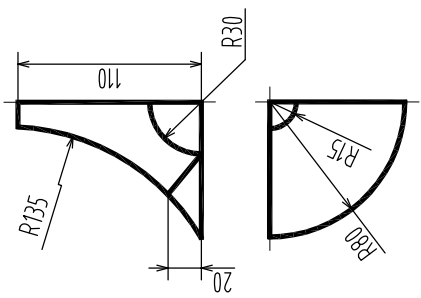
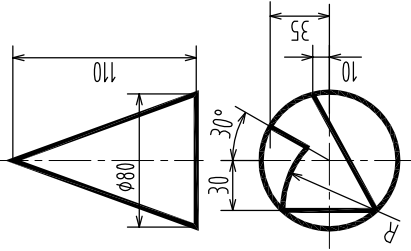
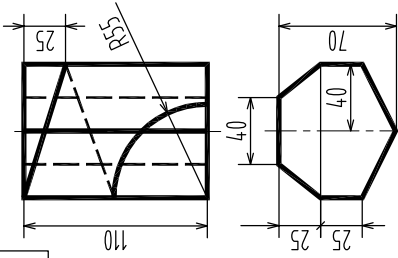
Контрольные вопросы

1. Назовите проецирующие поверхности и поверхности общего положения.
2. Какая поверхность называется линейчатой?
3. Как образуется линейчатая поверхность с плоскостью параллелизма?
4. Какие поверхности относятся к линейчатым поверхностям с плоскостью параллелизма?
5. Какая поверхность называется поверхностью вращения?
6. Что называется параллелью, экватором, горлом, меридианом?
7. Как формулируется правило принадлежности точки кривой поверхности?

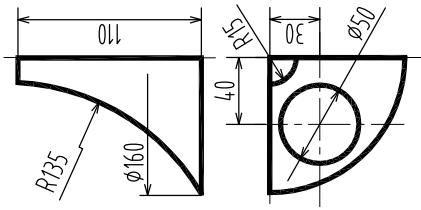
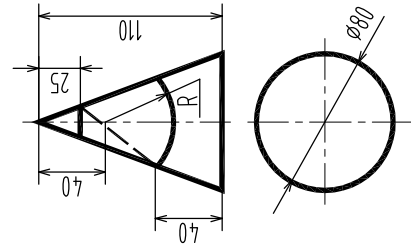
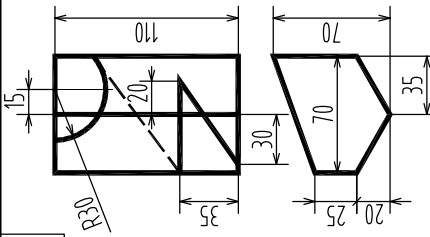
Задача 5

Точка, линия на поверхности

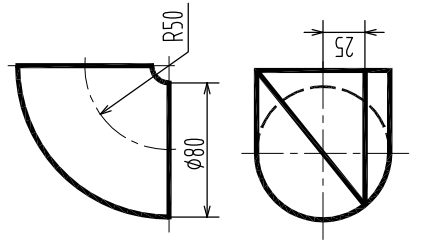
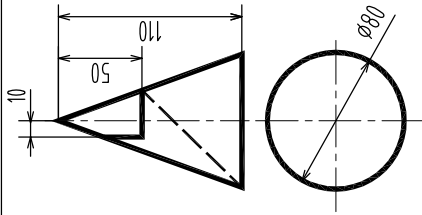
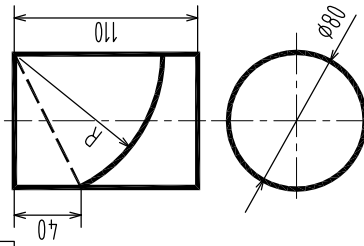
5



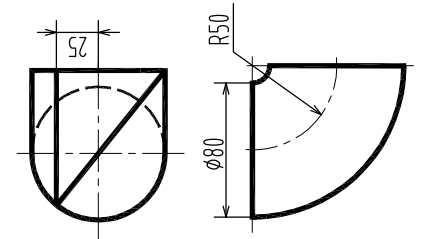
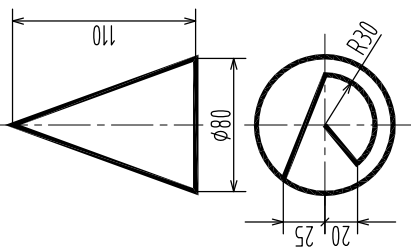
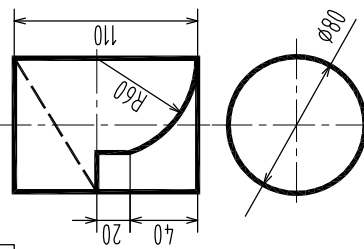
4



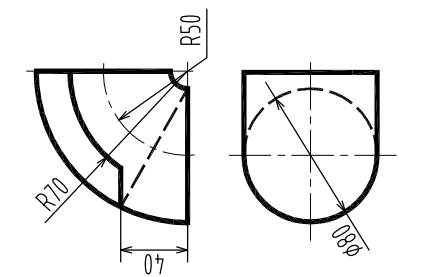
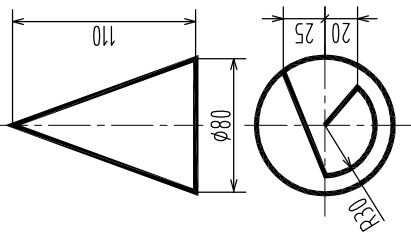
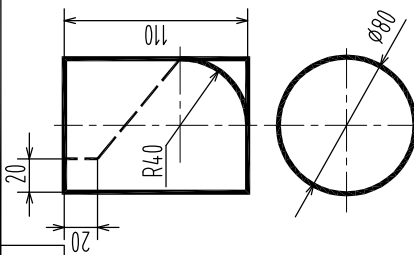
3



2



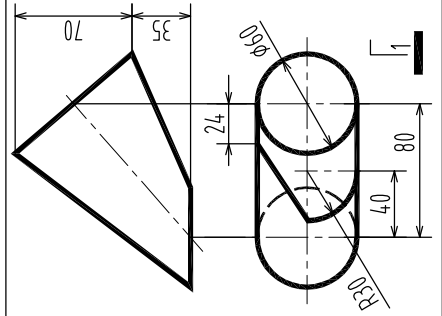
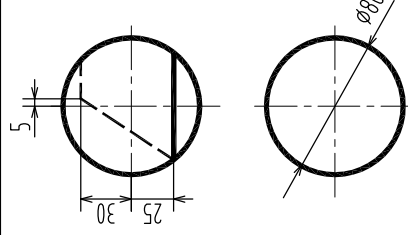
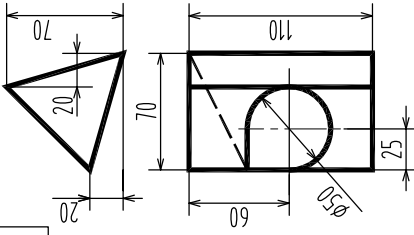
1



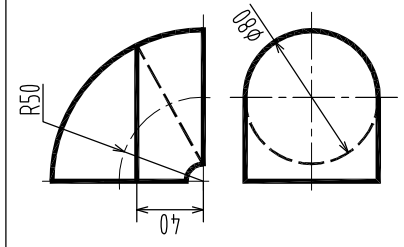
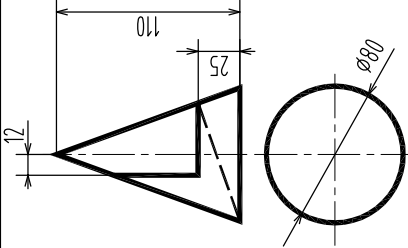
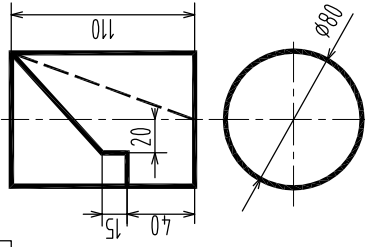
Задача 5

Точка, линия на поверхности

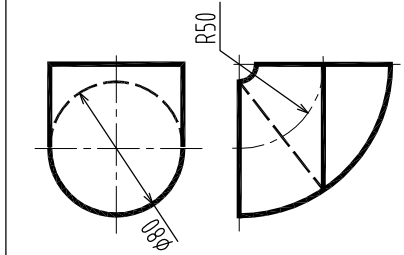
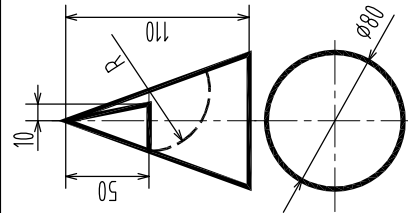
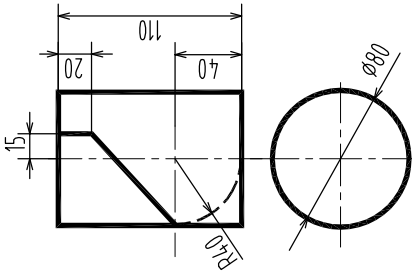
10



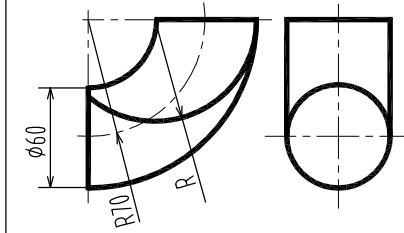
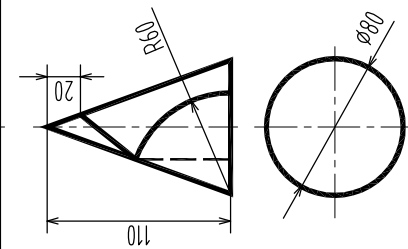
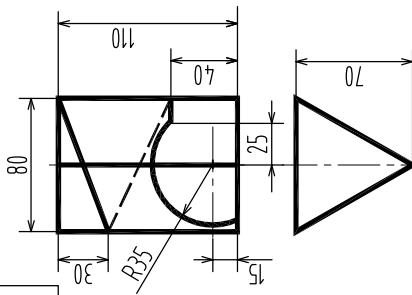
9



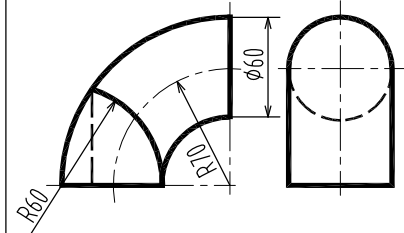
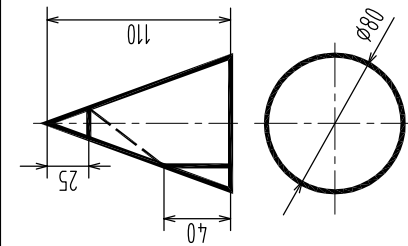
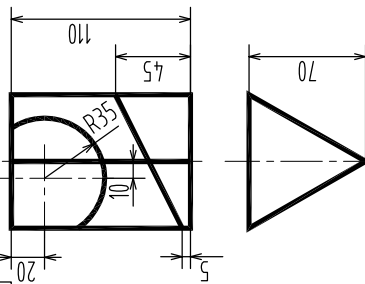
8



7



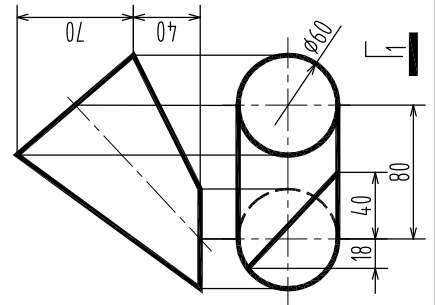
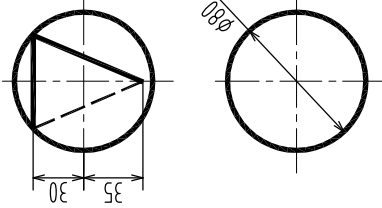
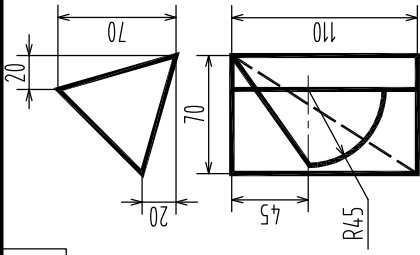
9



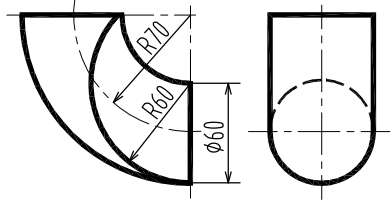
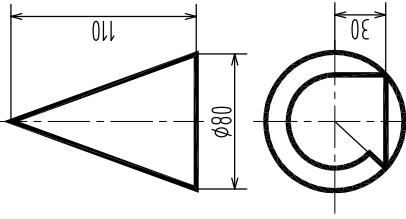
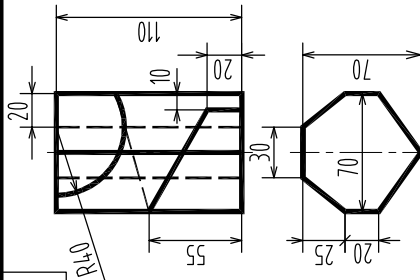
Задача 5

Точка, линия на поверхности

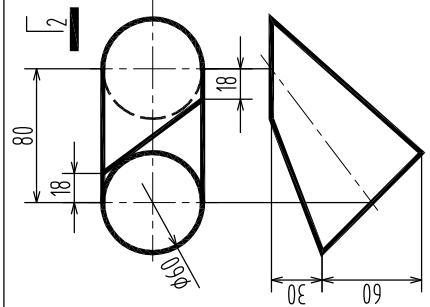
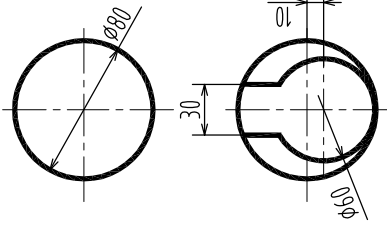
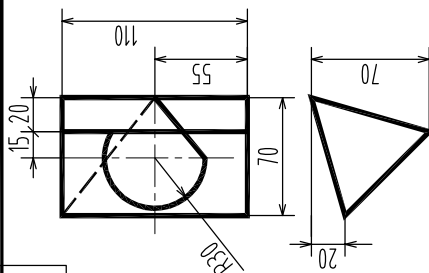
15



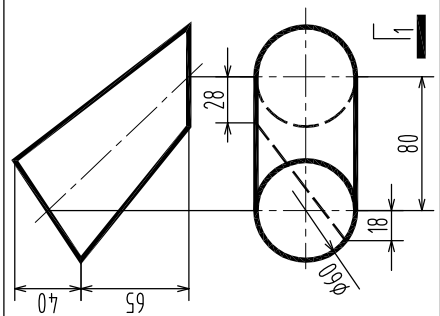
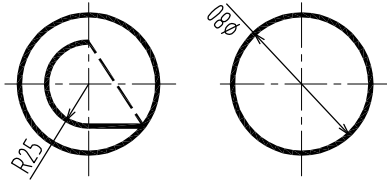
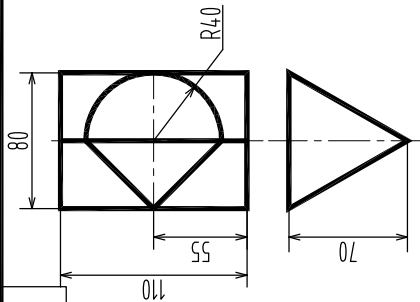
14



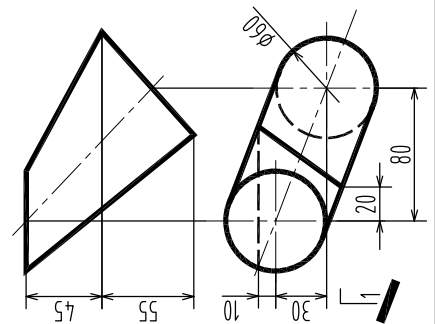
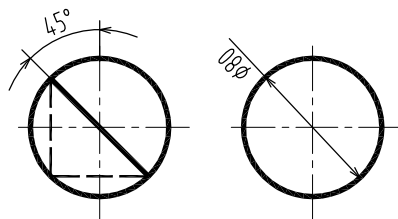
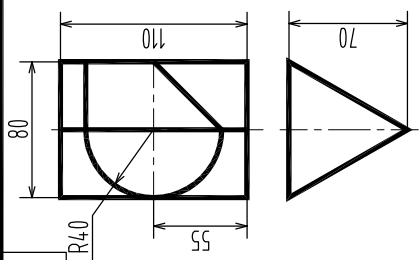
13



12



11



Задача 5

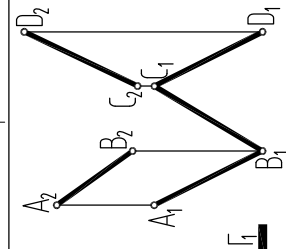
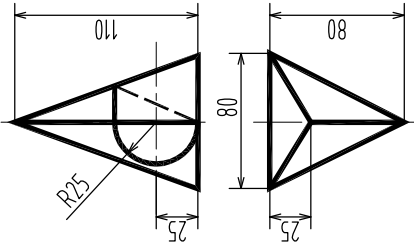
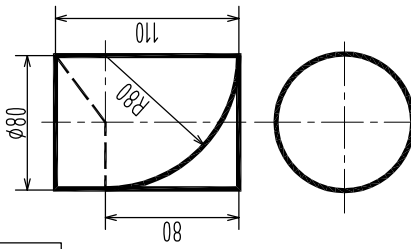
Точка, линия на поверхности

№	Front View	Top View	Auxiliary View	3D Model	Coordinates				
					A	B	C	D	
16					A	B	C	D	O
					x	160	120	50	10
					y	95	10	10	85
					z	130	30	130	80
17					A	B	C	D	O
					x	160	110	50	0
					y	10	110	10	60
					z	80	10	5	110
18					A	B	C	D	O
					x	120	180	10	70
					y	120	10	10	120
					z	120	10	120	10
19					A	B	C	D	O
					x	170	100	80	10
					y	110	10	110	10
					z	10	120	120	10
20					A	B	C	D	O
					x	160	120	50	10
					y	95	10	10	85
					z	180	30	180	30

Задача 5

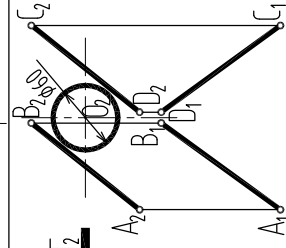
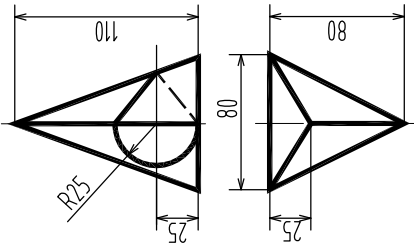
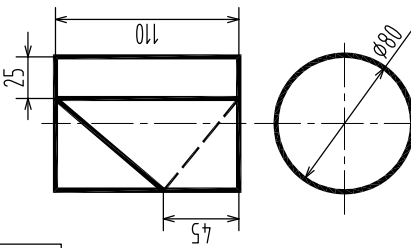
Точка, линия на поверхности

25



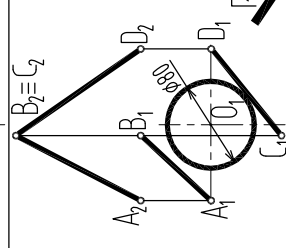
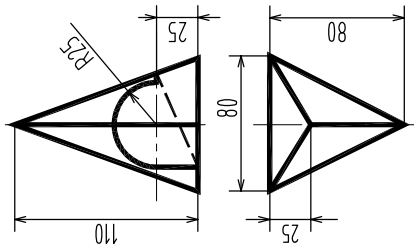
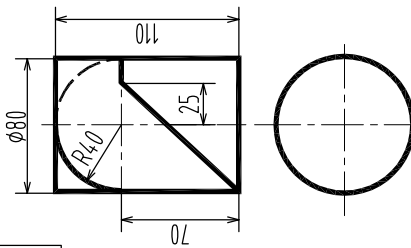
	A	B	C	D	O
x	160	110	50	0	
y	10	110	10	110	
z	80	10	5	110	

24



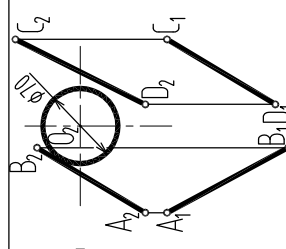
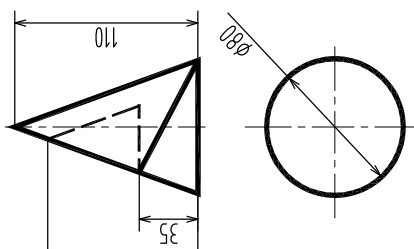
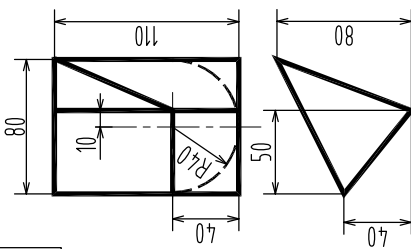
	A	B	C	D	O
x	180	100	10	90	95
y	120	10	120	10	?
z	10	110	110	10	60

23



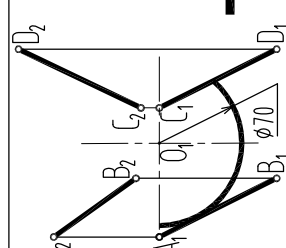
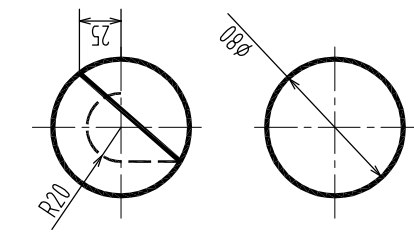
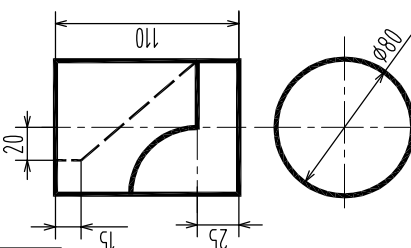
	A	B	C	D	O
x	170	110	110	30	100
y	65	0	130	65	65
z	0	115	115	0	?

22



	A	B	C	D	O
x	170	110	10	70	90
y	10	110	10	110	?
z	10	130	130	10	70

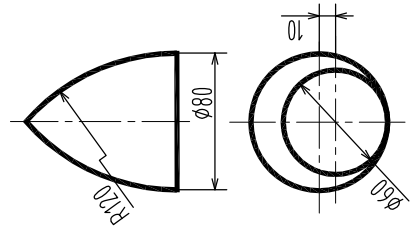
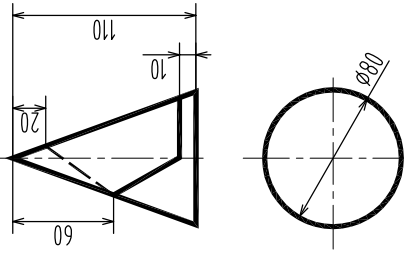
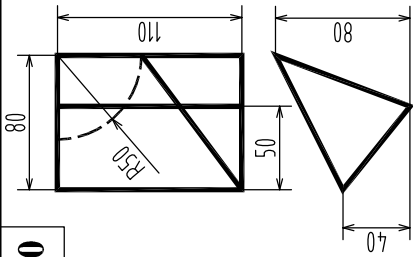
21



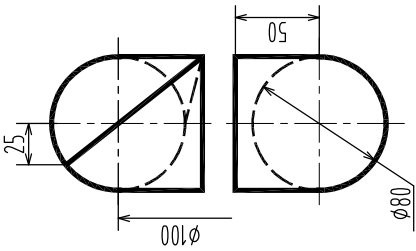
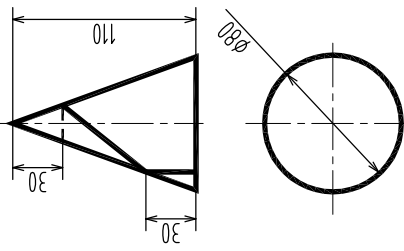
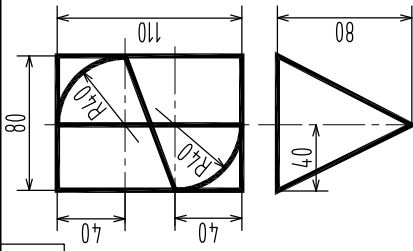
	A	B	C	D	O
x	160	110	50	0	80
y	10	110	10	110	10
z	80	10	5	110	?

Задача 5

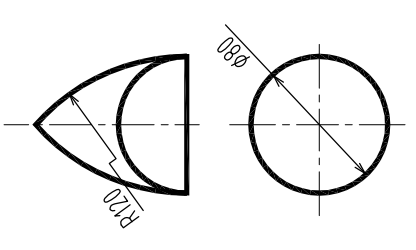
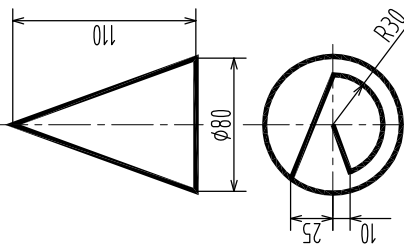
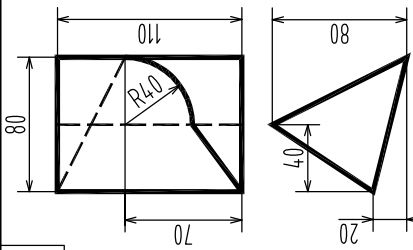
Точка, линия на поверхности



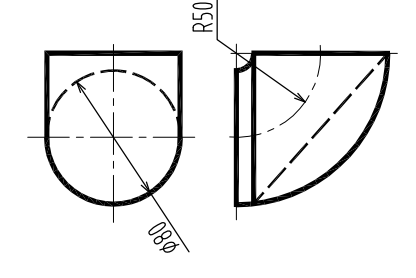
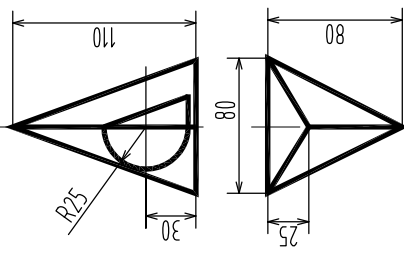
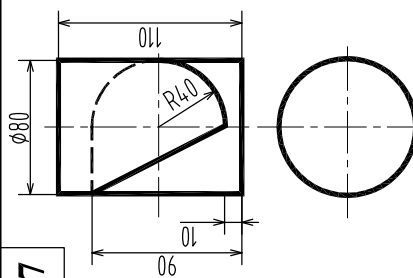
30



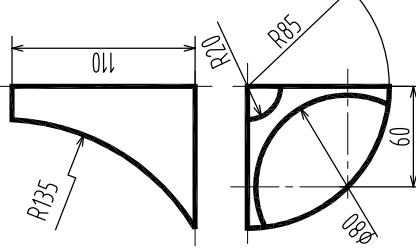
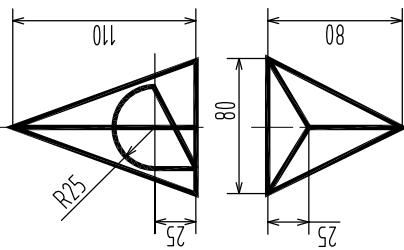
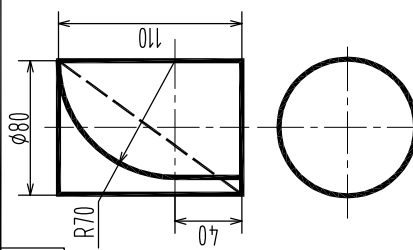
29



28



27



26

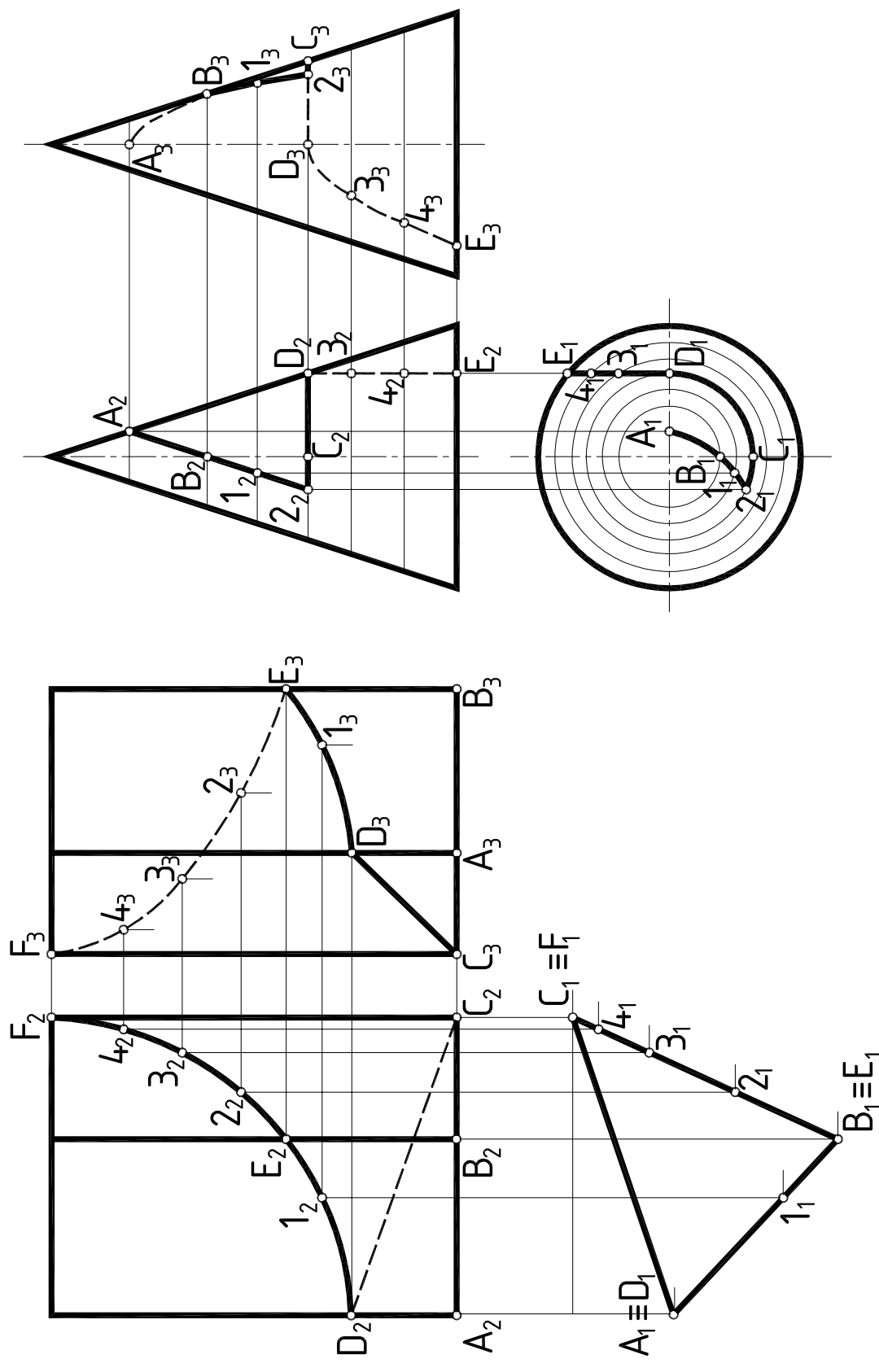
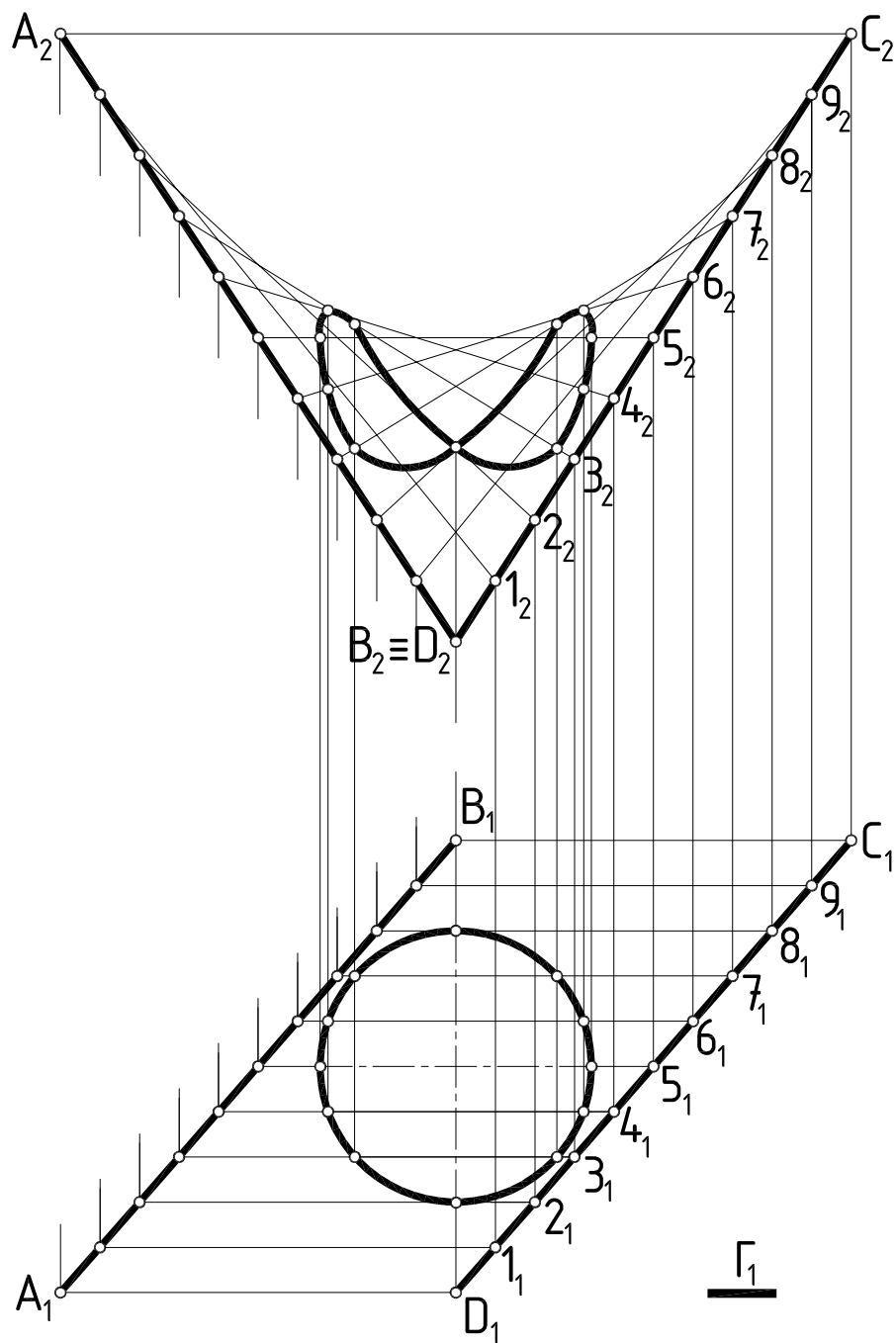


Рис. 5.
Образец выполнения задач 5 (1, 2).



Задача 5(3)

Иванов С.П.

11201152

Лист 3

Рис. 6.

Образец выполнения задачи 5 (3).

ЗАДАНИЕ 3

Пересечение фигур .

Задание 3 состоит из задач 6-9.

При решении задач задания нужно исходить из следующих положений:

1. Фигурой пересечения прямой и плоскости является точка, двух плоскостей - прямая линия, прямой и поверхности - две или несколько точек, плоскости и поверхности - плоская кривая или ломаная линия, двух поверхностей - пространственная кривая или ломаная линия.
2. Среди множества точек линии пересечения, необходимо выделить характерные и случайные точки. Характерные точки линии пересечения - высшая и низшая точки линии, точки видимости, делящие линию пересечения в данной проекции на видимую и невидимую части, точки, определяющие оси симметрии линии, точки, принадлежащие ребрам гранной поверхности. Характерные точки ломаной линии - точки излома.
3. Если обе из двух пересекающихся фигур или одна из них проецирующие, то в этом случае одна или две проекции искомой фигуры пересечения совпадают с вырожденными проекциями проецирующих фигур или частью их. Другие проекции искомого пересечения находят по принадлежности этих точек фигуре общего положения.
4. Если пересекаются две фигуры общего положения, то для построения линии пересечения необходимо использовать плоскости-посредники или поверхности-посредники:
 - а) обе заданные фигуры пересечь посредником;
 - б) найти линии пересечения заданных фигур с посредником;
 - в) в пересечении полученных линий отметить общие точки пересекающихся фигур.
5. Посредники следует выбирать так, чтобы линии пересечения посредника с заданными фигурами были графически простыми - прямыми или окружностями.
6. Сфера соосна с любой поверхностью вращения, если ее центр расположен на оси поверхности вращения.
7. Соосные поверхности пересекаются по окружностям.
8. Концентрические сферы-посредники использовать, если:
 - пересекаются поверхности вращения;
 - оси поверхностей вращения пересекаются;
 - плоскость, образованная пересекающимися осями фигур, параллельна плоскости проекций.
9. Центр сфер-посредников - точка пересечения осей заданных поверхностей вращения.
10. Сфера минимального радиуса касается одной поверхности и пересекает другую.
11. Радиус максимальной сферы определяется расстоянием от центра сфер до наиболее удаленной точки пересечения очерковых образующих.

12. Видимость линии пересечения необходимо определять исходя из условия, что обе пересекающиеся фигуры непрозрачные.
13. Проекция линии пересечения видима, если принадлежит видимой части двух поверхностей.
14. Очерки фигур, находящиеся внутри другой фигуры, обводить сплошной тонкой линией.

Задача 6

Построить три проекции пересекающихся фигур. В задаче 6а отверстия сквозные. Размеры заданы в мм. Задачу выполнить в трех проекциях на формате А3 (см. рис. 7). Для задачи 6б образец выполнения на рис. 8.

План решения задачи

1. Проанализировать, из каких поверхностей состоит заданная в индивидуальном варианте задания фигура. Одна из поверхностей проецирующая, следовательно, с ее вырожденной проекцией совпадает одноименная с ней проекция искомой линии пересечения. Другие проекции этой линии находим, исходя из принадлежности их поверхности общего положения.
2. По размерам вычертить две заданные проекции и построить третью проекцию без построения проекций линий пересечения.
3. Построить недостающие проекции пересечения поверхностей, рассматривая последовательно каждую из поверхностей, образующих заданную фигуру. Для определения точек кривой используем параллели поверхности общего положения.
4. Определить видимость линии пересечения, считая что фигуры непрозрачные. Очерки фигур, находящиеся внутри другой фигуры, обвести сплошной тонкой линией (см. рис. 7 - образец выполнения).

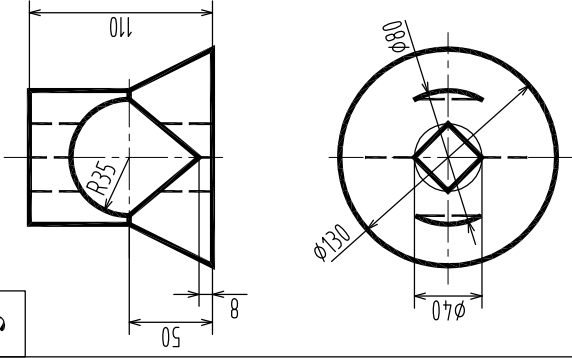
Контрольные вопросы

1. Как формулируется алгоритм решения задачи, если обе из двух пересекающихся фигур занимают проецирующее положение?
2. Как формулируется алгоритм решения задачи, когда одна из пересекающихся фигур занимает проецирующее положение?
3. Какие точки линии пересечения относятся к характерным или опорным?
4. Как определяется видимость проекций линии пересечения?

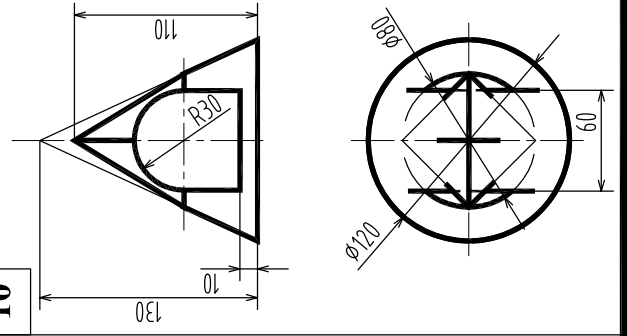
Задача 6а

Пересечение фигур

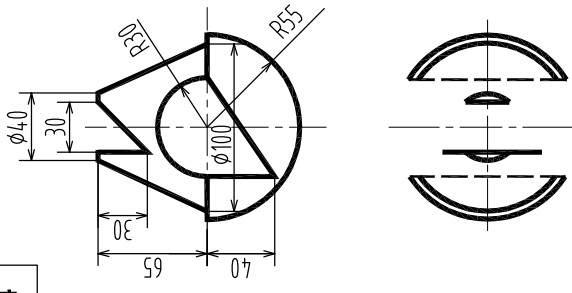
5



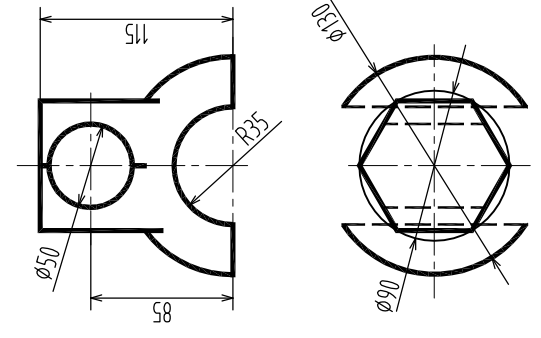
10



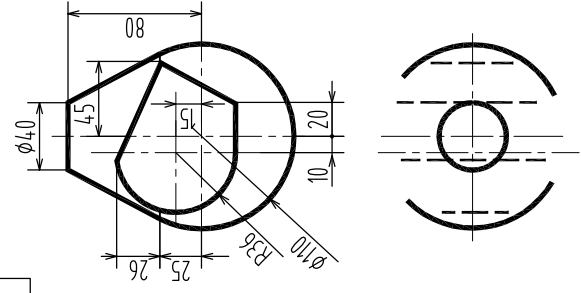
4



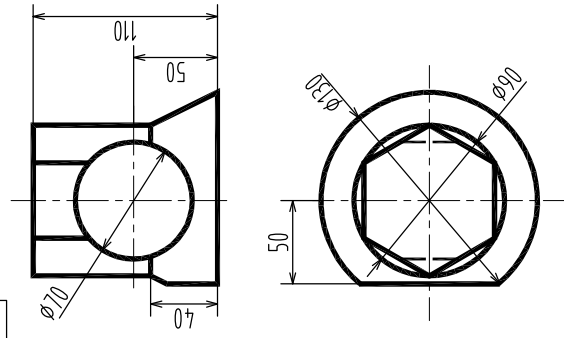
9



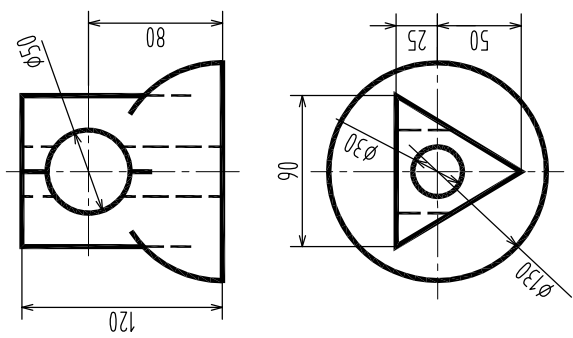
3



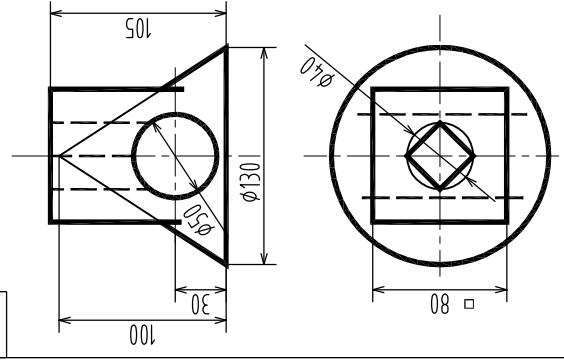
8



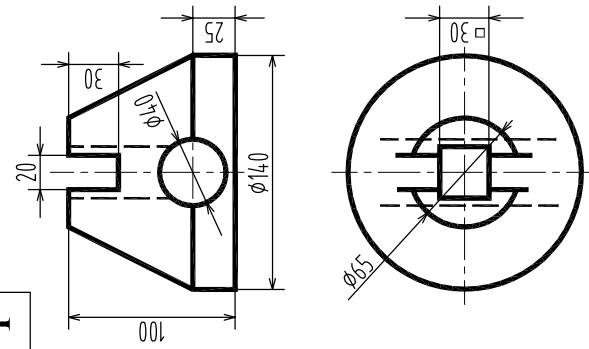
2



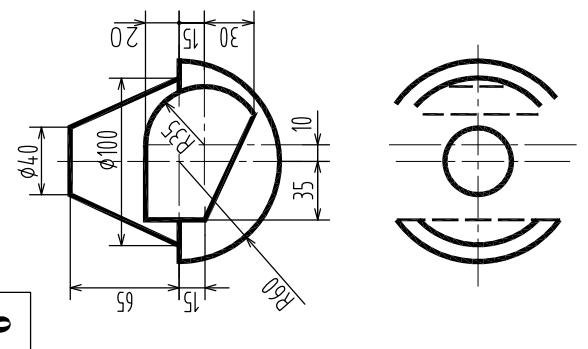
7



1

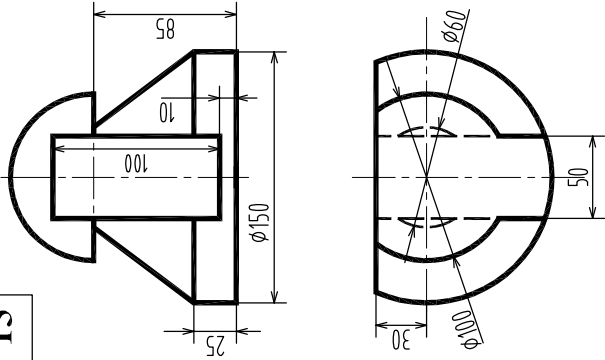


6

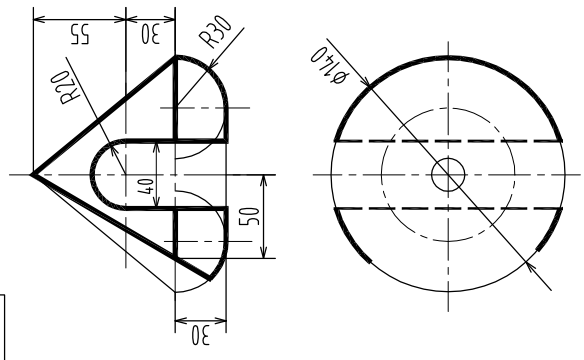


Задача 6а

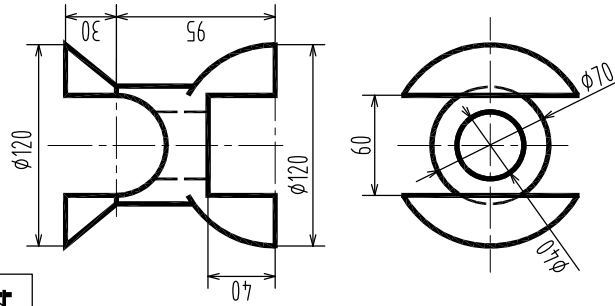
Пересечение фигур



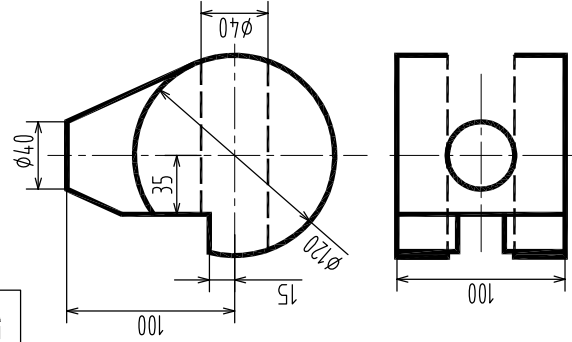
15



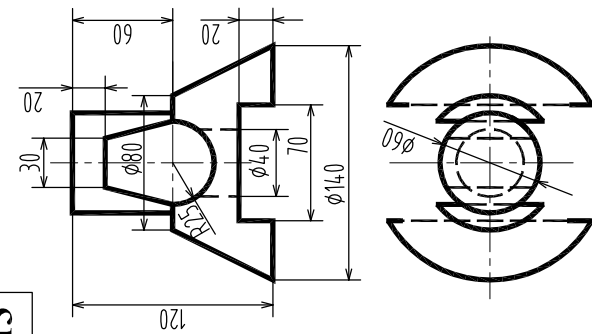
20



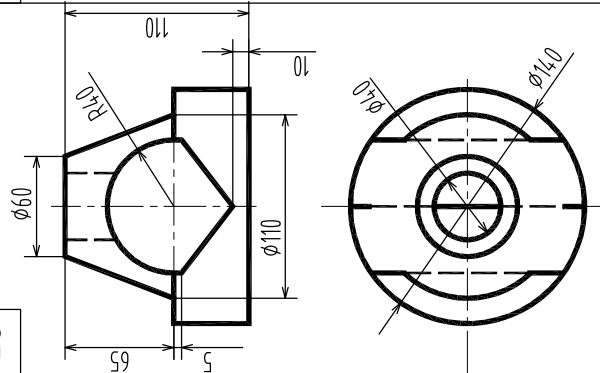
14



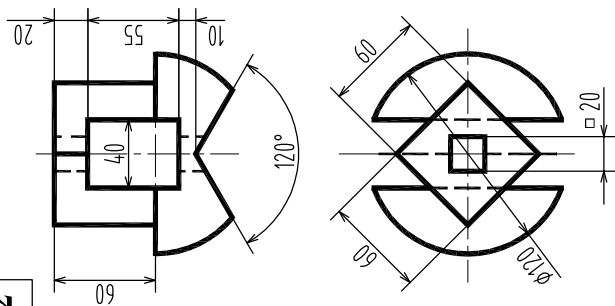
19



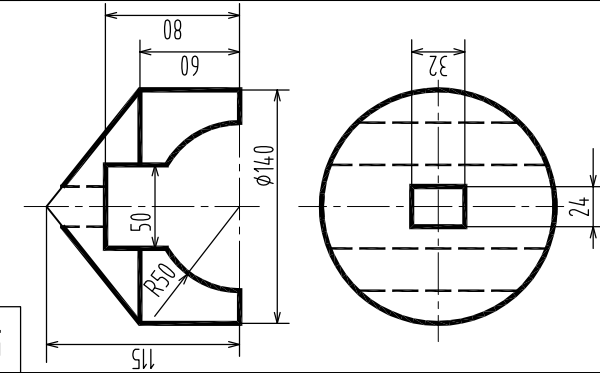
13



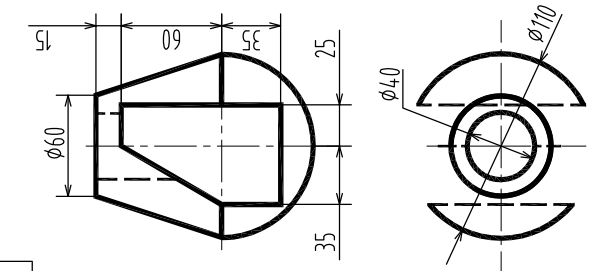
18



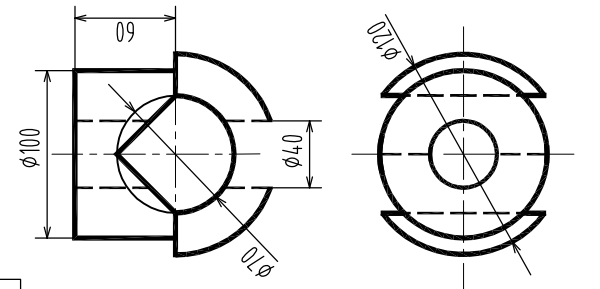
12



17



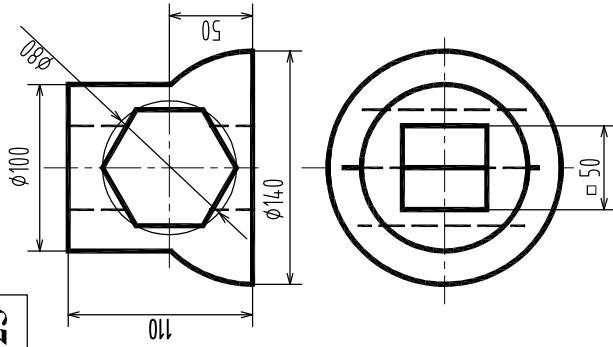
11



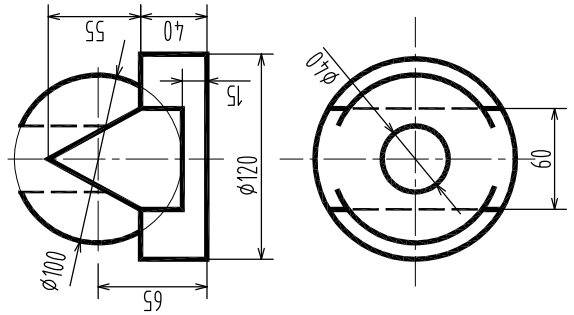
16

Задача 6а

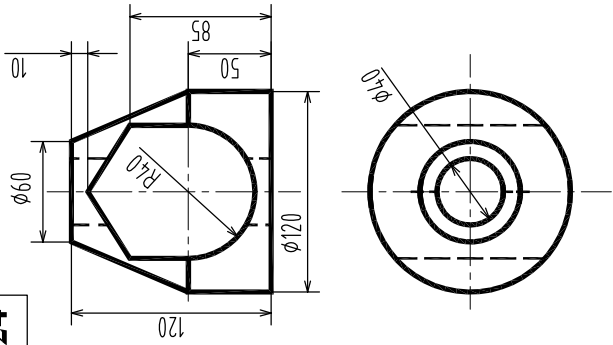
Пересечение фигур



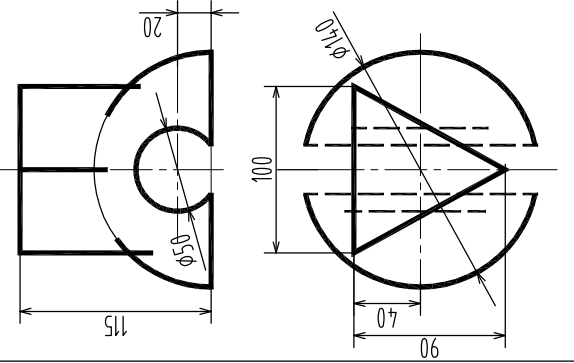
25



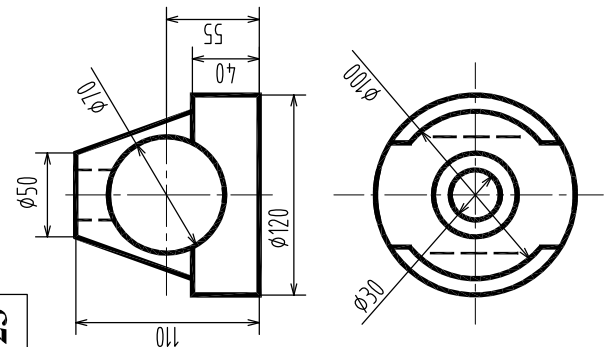
30



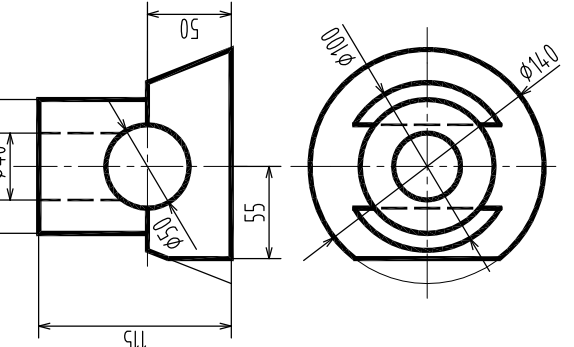
24



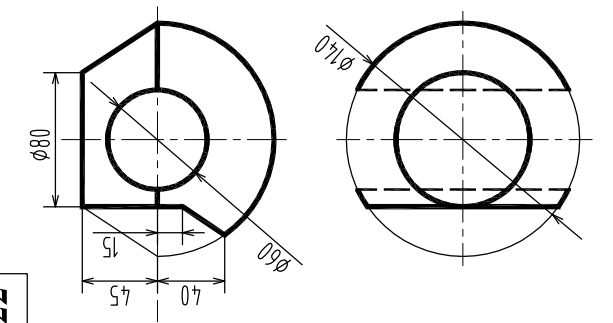
29



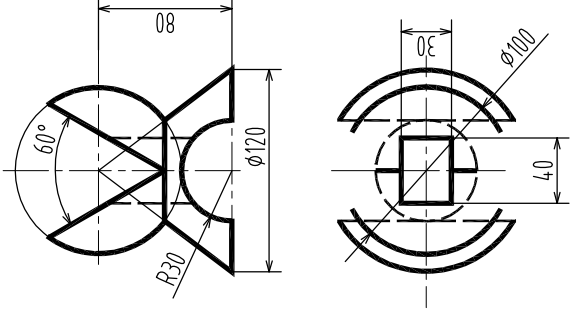
23



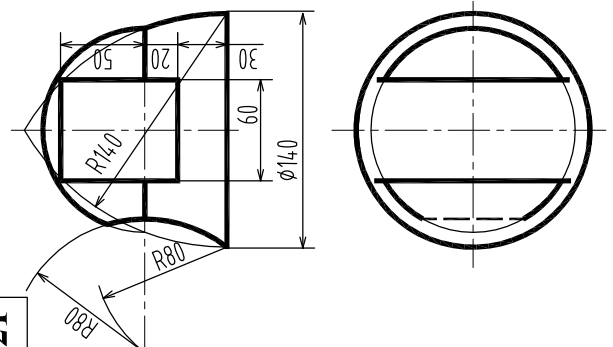
28



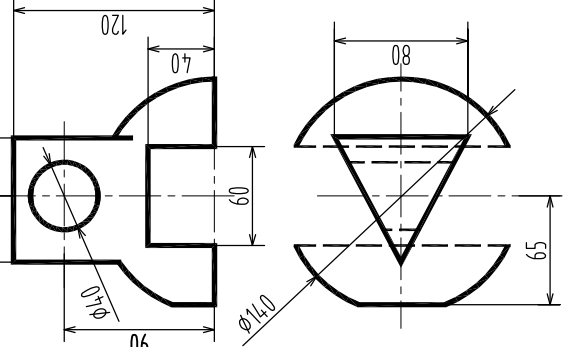
22



27



21



26

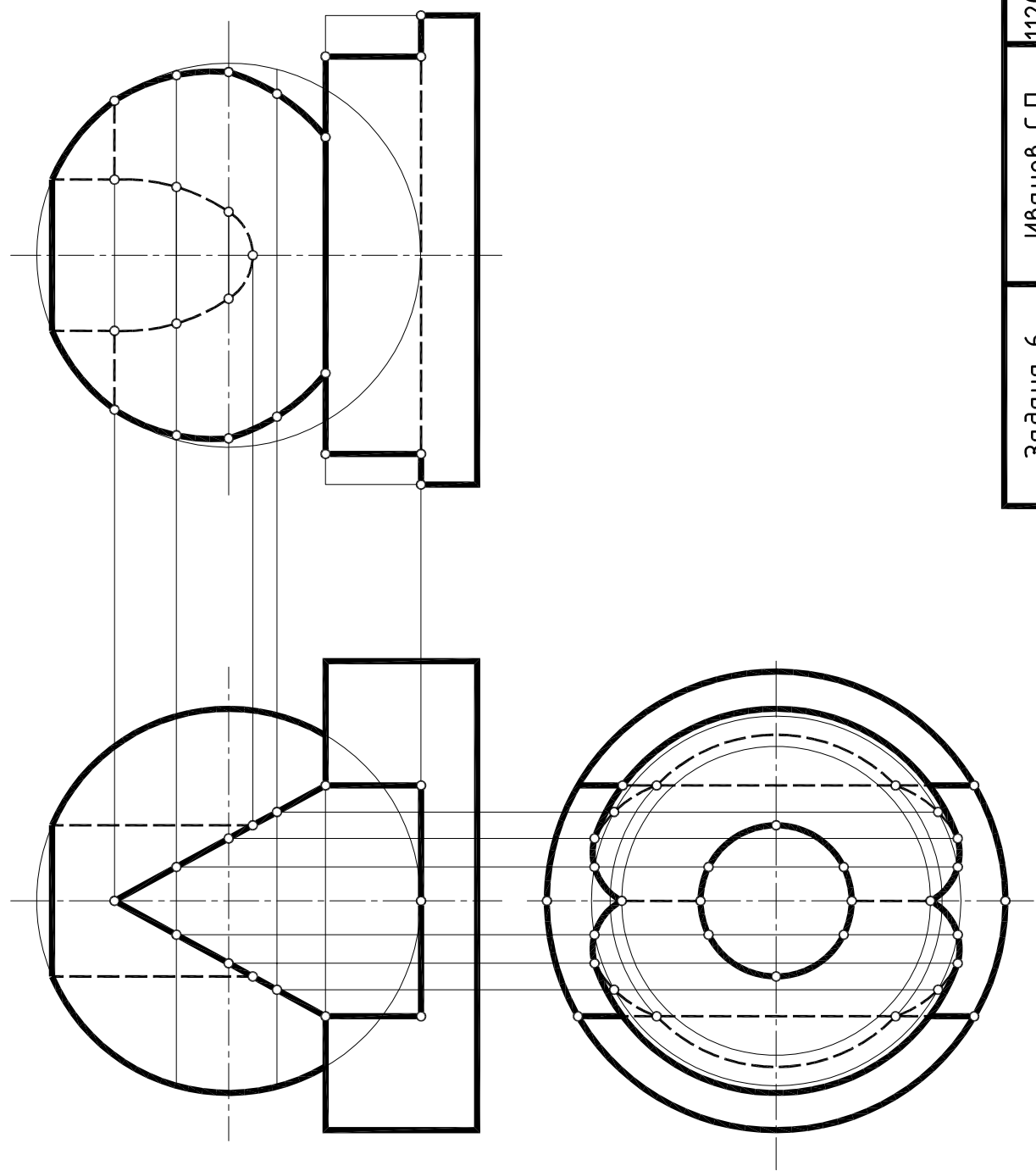
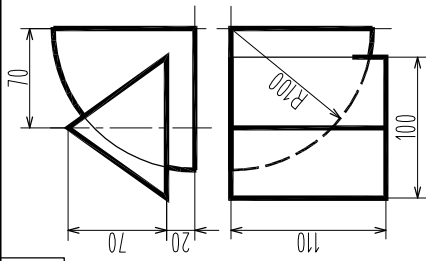


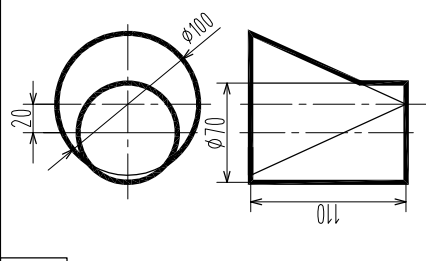
Рис. 7.
Образец выполнения задачи 6а.

Задача 6б

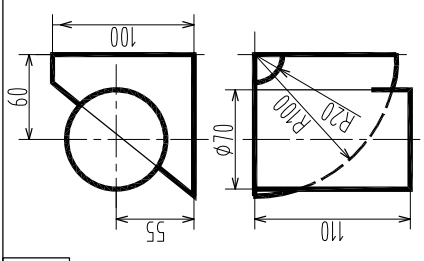
Пересечение фигур



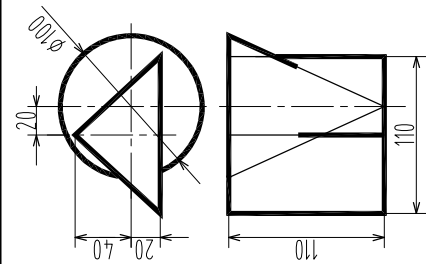
5



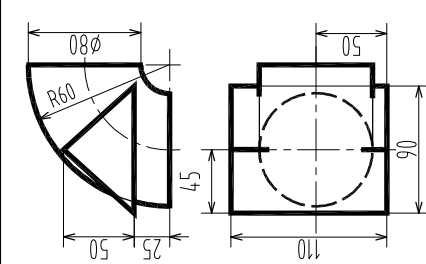
10



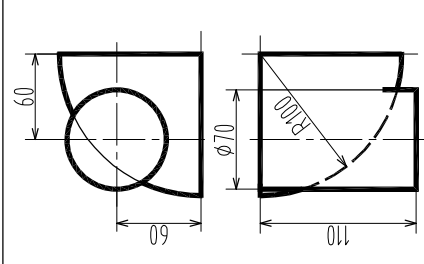
15



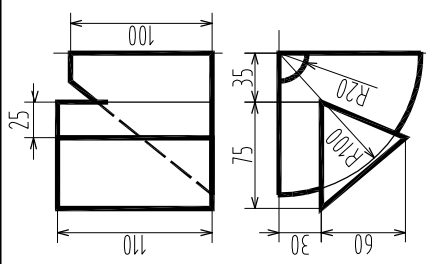
4



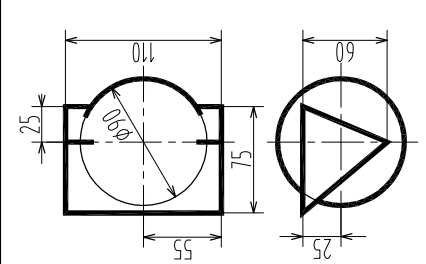
9



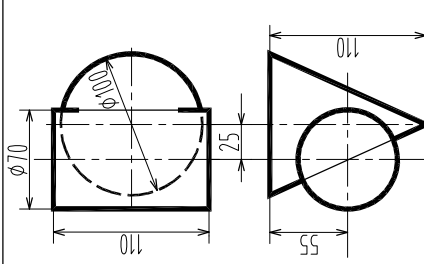
14



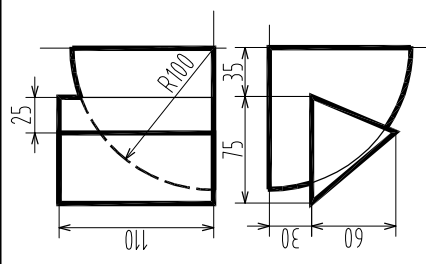
3



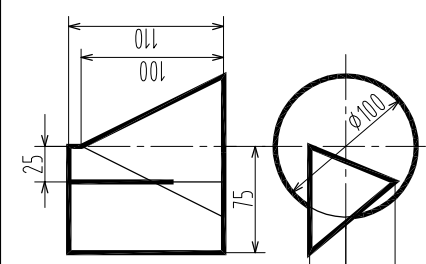
8



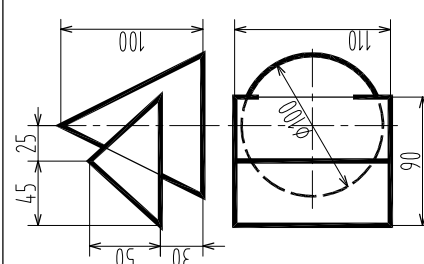
13



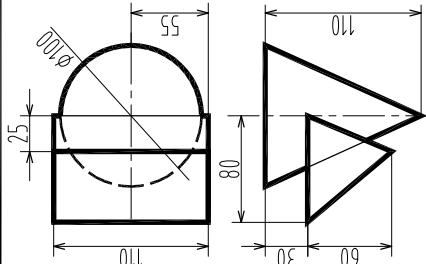
2



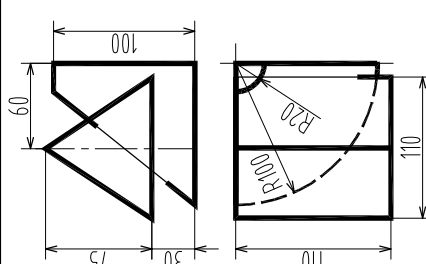
7



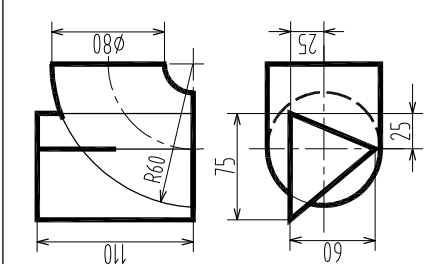
12



1



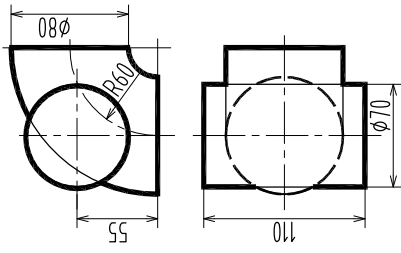
6



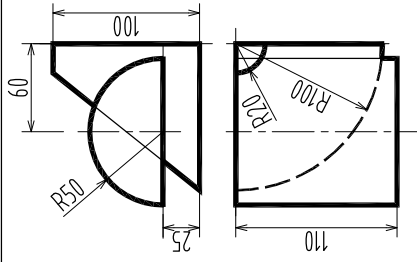
11

Задача 66

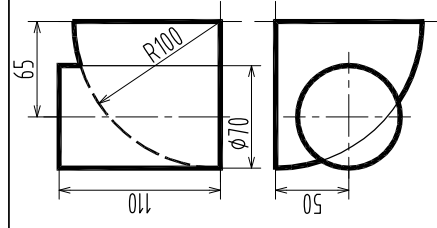
Пересечение фигур



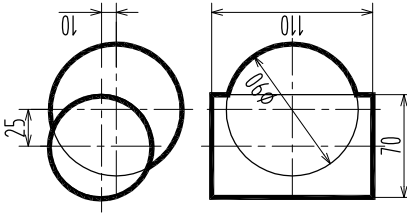
20



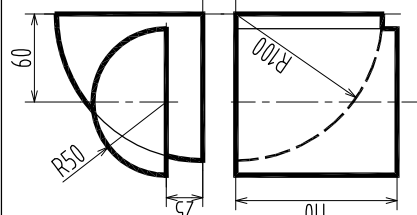
25



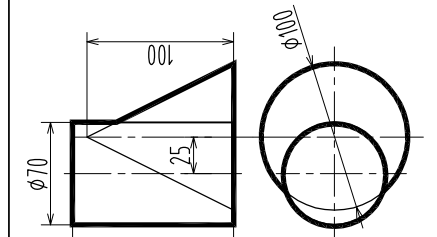
30



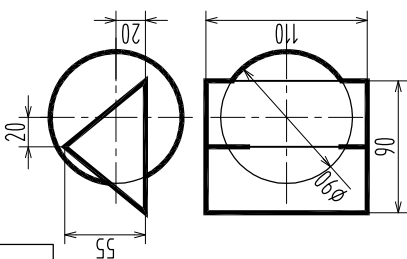
19



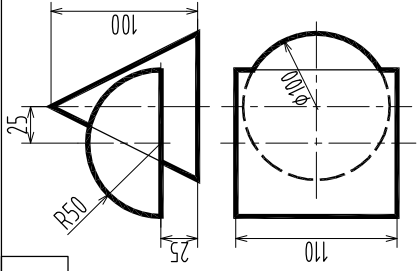
24



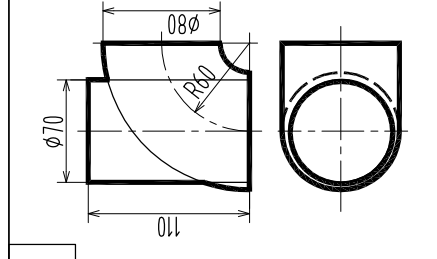
29



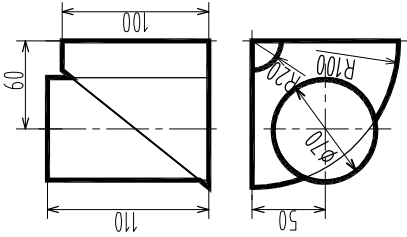
18



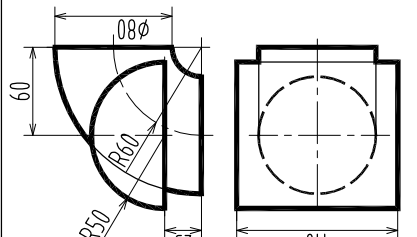
23



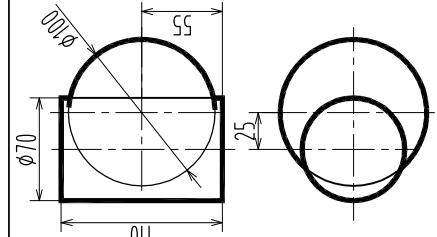
28



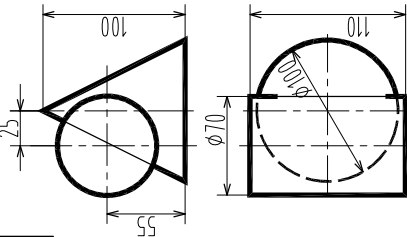
17



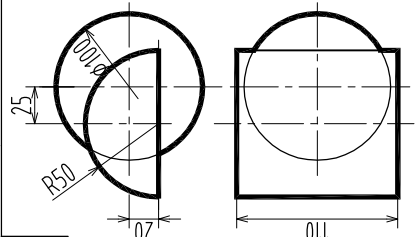
22



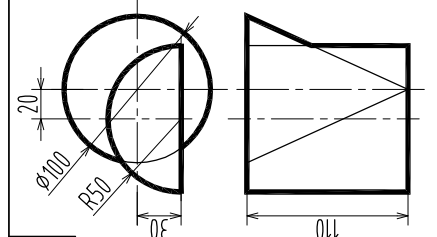
27



16



21



26

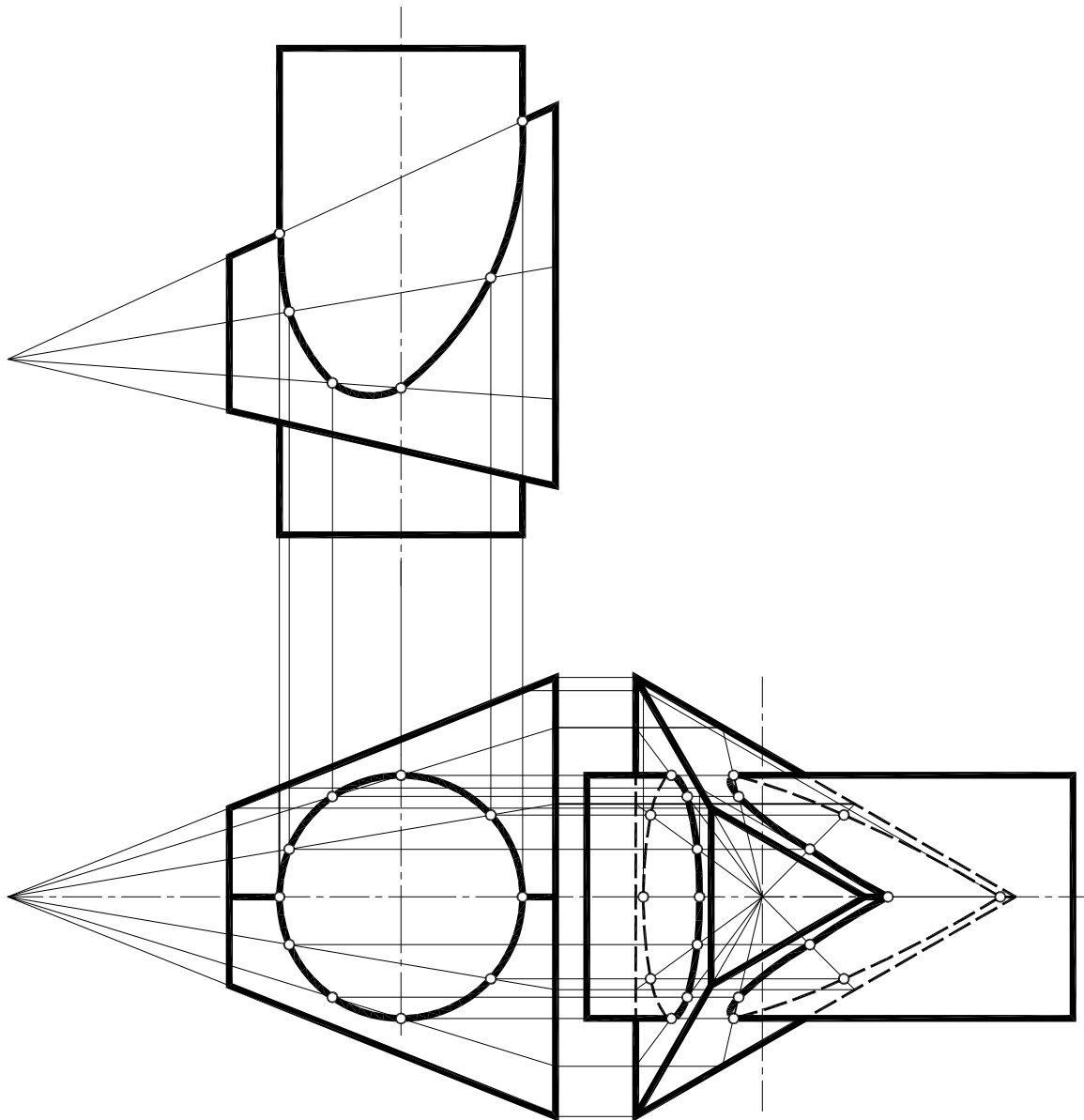


Рис. 8.
Образец выполнения задачи 6б.

Задача 7

Построить пересечение двух непрозрачных отсеков плоскостей, заданных треугольниками.

Задачу выполнить в двух проекциях на формате А4. Определить видимость элементов фигур (см. рис. 9 - образец выполнения).

1. В середине листа бумаги формата А4 провести ось x . Отметить начало отсчета по оси x .
2. По заданным координатам построить проекции двух непрозрачных треугольников.
3. Построить проекции точки пересечения прямой одной плоскости со второй плоскостью, используя в качестве посредника проецирующую плоскость, проходящую через эту прямую.
4. Построить проекции точки пересечения еще одной прямой плоскости со второй заданной плоскостью, используя в качестве посредника проецирующую плоскость, проходящую через выбранную прямую.
5. Построить проекции линии пересечения двух плоскостей, объединив построенные точки пересечения.
6. Определить видимость проекций отрезков, ограничивающих контуры треугольников, используя конкурирующие точки.

План решения задачи

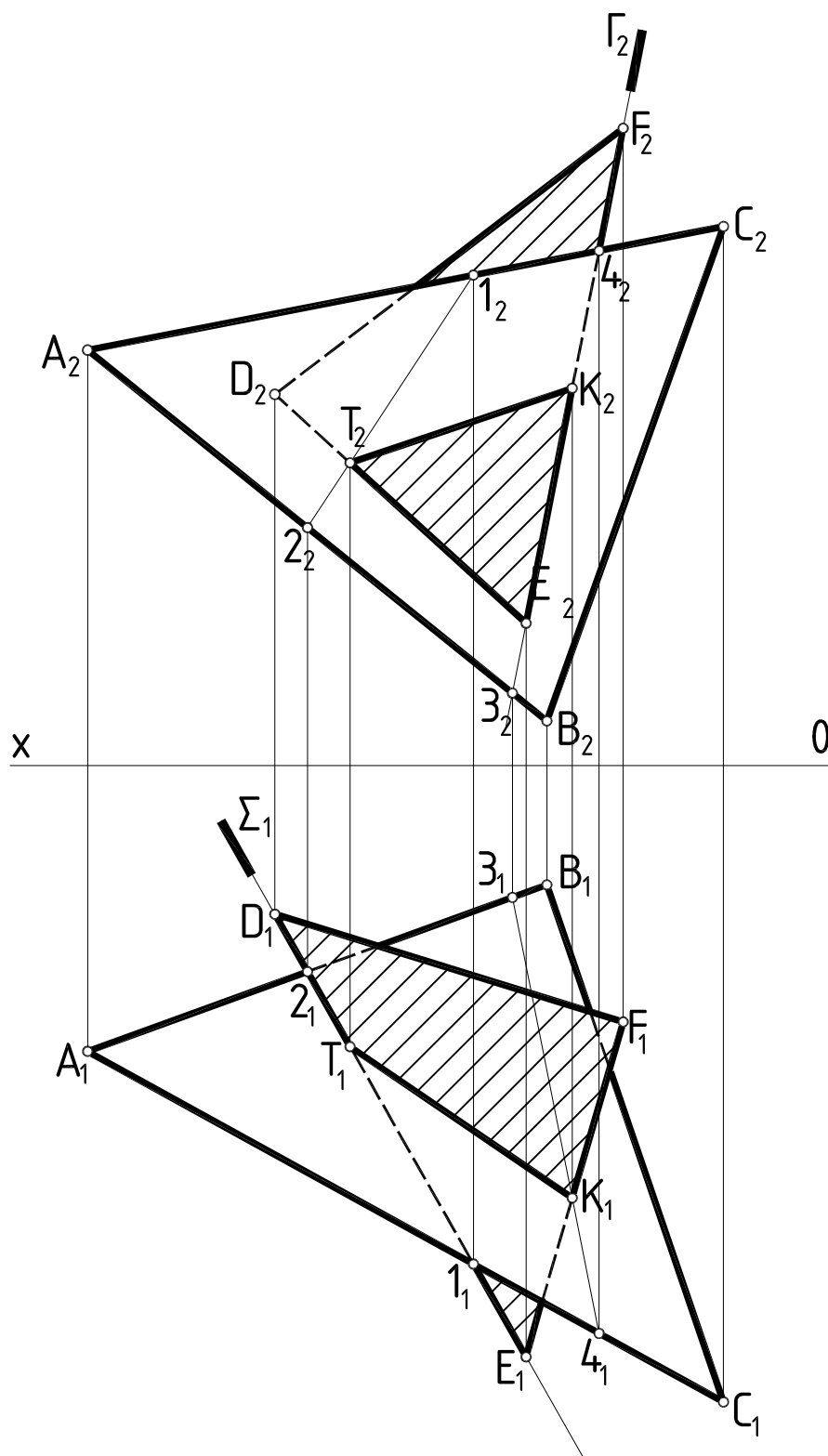
1. Вводим плоскость-посредник Σ .
2. $\Sigma \perp \Pi_1 \wedge \Sigma \supset ED \Rightarrow \Sigma_1 \supset D_1E_1$.
3. $\Sigma \cap ABC \Rightarrow \Sigma_1 \cap A_1B_1 = 2_1 \wedge \Sigma_1 \cap A_1C_1 = 1_1$.
4. $1_2 \in A_2C_2 \wedge 2_2 \in A_2B_2$.
5. $1_2 - 2_2 \cap DE \Rightarrow 1_2 - 2_2 \cap D_2E_2 = T_2$.
6. $T_1 \in D_1E_1, T_2 T_1 \perp Ox$.
7. Вводим Γ .
8. $\Gamma \perp \Pi_2 \wedge \Gamma \supset EF \Rightarrow \Gamma_2 \supset E_2F_2$.
9. $\Gamma \cap ABC \Rightarrow \Gamma_2 \cap A_2B_2 = 3_2 \wedge \Gamma_2 \cap A_2C_2 = 4_2$.
10. $3_1 \in A_1B_1 \wedge 4_1 \in A_1C_1$.
11. $3_1 - 4_1 \cap EF \Rightarrow 3_1 - 4_1 \cap E_1F_1 = K_1$.
12. $K_2 \in E_2F_2$.
13. Соединяем TK ($T_1K_1; T_2K_2$)
14. Определяем видимость по конкурирующим точкам.

Контрольные вопросы

1. Назовите алгоритм решения задачи на пересечение плоскостей.
2. Как проводится плоскость-посредник для определения точки пересечения прямой и плоскости?

Задача 7				Пересечение плоскостей															
1	x	y	z	2	x	y	z	3	x	y	z	4	x	y	z	5	x	y	z
A	120	75	10	A	10	10	15	A	115	90	5	A	35	25	0	A	95	0	85
B	0	50	0	B	50	80	80	B	15	10	5	B	115	55	15	B	75	70	25
C	40	20	65	C	90	0	25	C	75	25	80	C	65	0	75	C	0	30	20
K	15	80	55	K	90	30	65	K	20	70	65	K	20	40	55	K	100	10	30
L	50	10	0	L	55	0	0	L	85	0	15	L	130	65	50	L	20	80	65
M	130	30	55	M	0	80	55	M	105	55	65	M	105	10	0	M	40	10	0
6	x	y	z	7	x	y	z	8	x	y	z	9	x	y	z	10	x	y	z
A	0	45	20	A	120	75	10	A	0	55	30	A	0	25	75	A	0	25	20
B	125	90	85	B	0	50	0	B	130	55	100	B	70	0	5	B	65	0	80
C	80	10	0	C	40	20	65	C	80	0	10	C	105	100	40	C	85	65	5
K	30	55	25	K	15	80	55	K	10	10	75	K	125	50	85	K	30	85	0
L	90	20	85	L	50	10	0	L	130	0	50	L	45	0	85	L	50	0	65
M	125	55	0	M	130	30	55	M	90	65	20	M	15	100	0	M	105	20	35
11	x	y	z	12	x	y	z	13	x	y	z	14	x	y	z	15	x	y	z
A	95	0	65	A	0	5	90	A	0	25	45	A	105	55	25	A	110	15	10
B	30	10	50	B	100	5	10	B	40	80	80	B	10	55	0	B	0	15	10
C	70	65	5	C	40	80	25	C	80	15	10	C	45	20	80	C	110	100	90
K	0	50	65	K	10	65	55	K	0	25	30	K	10	90	80	K	85	90	0
L	110	55	40	L	95	65	70	L	35	0	0	L	55	10	0	L	140	25	30
M	25	0	10	M	30	15	0	M	95	55	80	M	135	45	20	M	0	25	90

Задача 7				Пересечение плоскостей															
16	x	y	z	17	x	y	z	18	x	y	z	19	x	y	z	20	x	y	z
A	125	75	25	A	125	35	50	A	110	40	30	A	0	45	95	A	100	15	30
B	55	5	0	B	0	0	115	B	40	60	85	B	45	75	10	B	20	5	65
C	20	40	100	C	70	110	0	C	20	5	30	C	115	0	40	C	40	80	0
K	0	85	50	K	115	75	50	K	10	0	0	K	0	30	65	K	0	20	40
L	80	85	0	L	90	0	100	L	105	0	0	L	100	0	95	L	70	100	85
M	110	0	100	M	20	45	0	M	60	70	90	M	100	85	0	M	110	30	5
21	x	y	z	22	x	y	z	23	x	y	z	24	x	y	z	25	x	y	z
A	5	20	40	A	0	105	85	A	105	100	90	A	105	90	105	A	90	0	30
B	75	100	95	B	20	0	20	B	85	0	45	B	85	20	0	B	0	25	80
C	115	30	5	C	105	85	0	C	0	85	0	C	0	0	45	C	20	95	0
K	0	60	75	K	75	105	85	K	45	0	115	K	45	115	0	K	90	20	15
L	0	60	75	L	105	0	30	L	105	0	0	L	0	30	60	L	30	95	85
M	65	75	10	M	0	60	10	M	15	130	0	M	130	20	60	M	10	35	25
26	x	y	z	27	x	y	z	28	x	y	z	29	x	y	z	30	x	y	z
A	105	25	0	A	75	0	85	A	90	45	40	A	95	70	75	A	0	95	25
B	70	85	85	B	0	105	30	B	30	0	5	B	70	0	10	B	30	20	95
C	0	5	50	C	115	55	0	C	0	65	100	C	0	20	40	C	105	30	0
K	105	55	50	K	130	10	10	K	90	30	10	K	95	20	25	K	5	0	5
L	50	50	80	L	10	30	10	L	55	75	85	L	25	60	90	L	80	0	110
M	20	0	10	M	85	80	75	M	10	5	50	M	5	5	10	M	80	90	40



Задача 7

Иванов С.П.

11201152

Лист 5

Рис. 9.

Образец выполнения задачи 7.

Задача 8 и 9

Построить проекции пересекающихся фигур.

Задачи выполнить в двух проекциях на одном формате А3.

Задачу 8 выполнить с помощью плоскостей-посредников. Определить все опорные точки кривой пересечения.

Задачу 9 выполнить с помощью концентрических сфер-посредников. Центр сфер находится в точке пересечения осей вращения пересекающихся фигур.

Очерки фигур, находящиеся внутри другой фигуры, обвести сплошной тонкой линией (см. рис. 10 - образец выполнения).

План решения задач

Задача 8

1. На одной половине формата А3 по размерам индивидуального варианта построить две проекции пересекающихся фигур. Размеры заданы в мм.
2. Проанализировать заданные фигуры и выбрать удобные для построения пересечения плоскости-посредники.
3. Построить проекции пересечения заданных фигур с помощью выбранных плоскостей-посредников.
4. Определить видимость проекций пересечения заданных поверхностей и видимость проекций очерковых линий пересекающихся фигур, считая, что обе фигуры непрозрачные.

Задача 9

1. На второй половине формата А3 по размерам индивидуального варианта построить две проекции пересекающихся фигур.
2. Для построения одной проекции пересечения поверхностей использовать концентрические сферы-посредники.
3. Определить положение центра сфер-посредников (пересечение осей вращения заданных поверхностей).
4. Определить минимальную и максимальную сферы-посредники для построения опорных точек. Количество промежуточных сфер-посредников зависит от вида пересекающихся фигур ($R_{\min} < R < R_{\max}$).
5. Вторую проекцию линии пересечения поверхностей построить с учетом принадлежности ее одной из пересекающихся фигур.
6. Определить видимость проекций пересечения заданных поверхностей и видимость проекций очерковых линий пересекающихся фигур, считая обе фигуры непрозрачными.

Контрольные вопросы

1. Назовите алгоритм решения задачи по построению линии пересечения поверхностей.
2. Исходя из какого условия выбираются плоскости-посредники при построении линии пересечения поверхностей?
3. В каких случаях возможно использование концентрических сфер?
4. Сформулируйте теорему Г. Монжа.

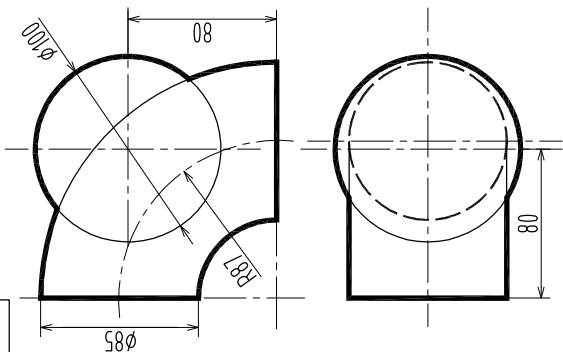
Задача 8

Пересечение фигур

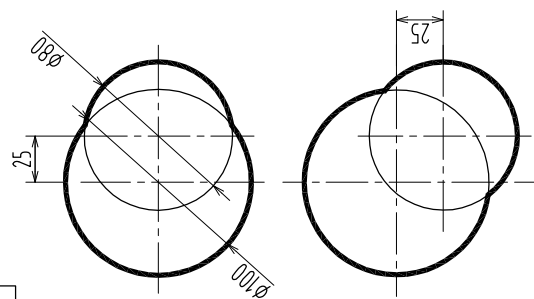
<p>5</p>		<p>10</p>
<p>4</p>		<p>9</p>
<p>3</p>		<p>8</p>
<p>2</p>		<p>7</p>
<p>1</p>		<p>6</p>

Задача 8

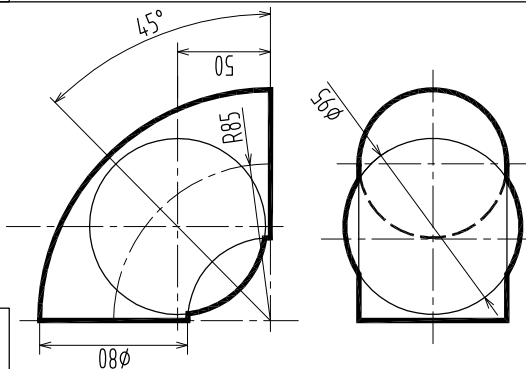
Пересечение фигур



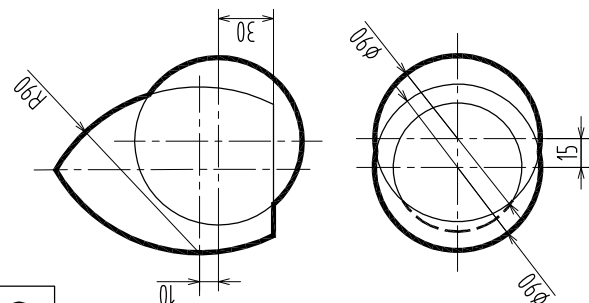
15



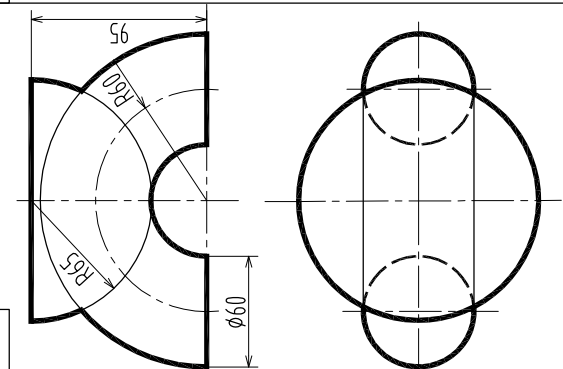
20



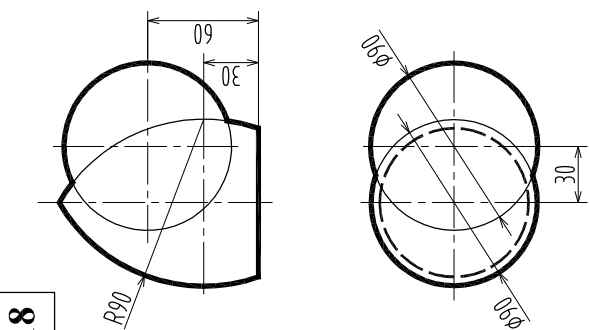
14



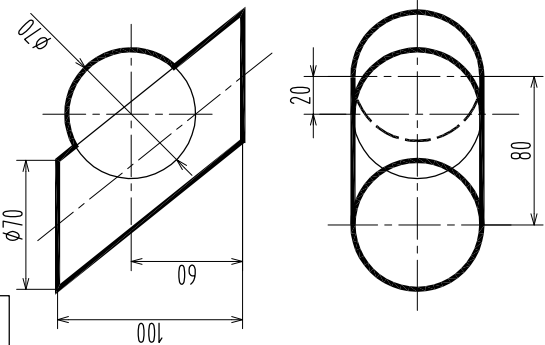
19



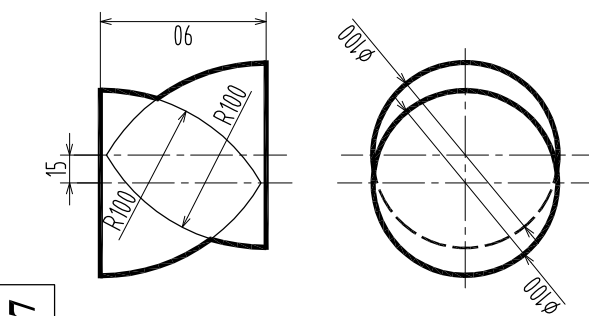
13



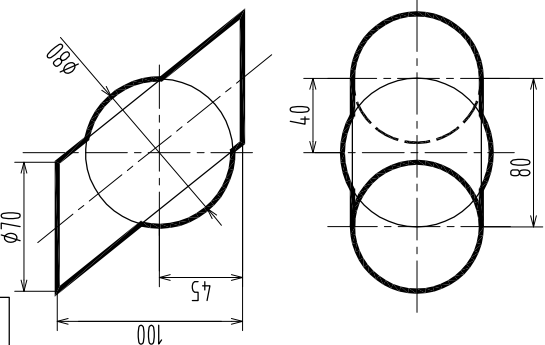
18



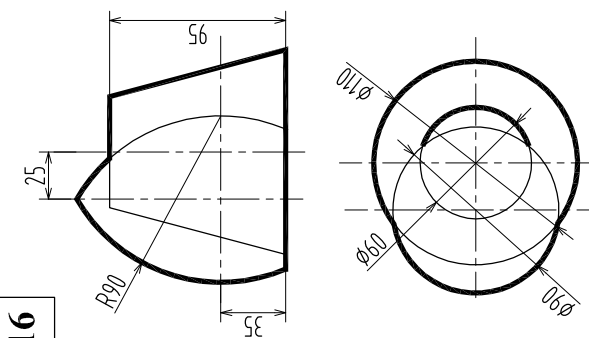
12



17



11

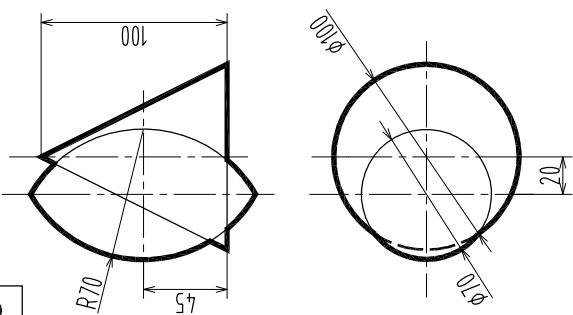


16

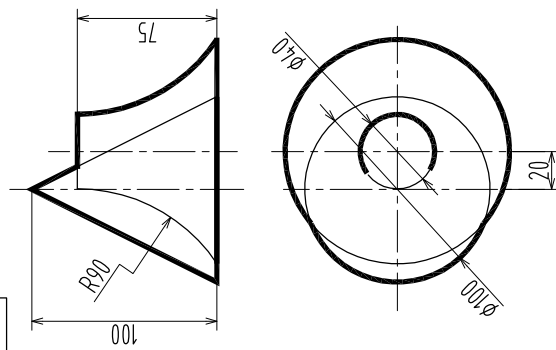
Задача 8

Пересечение фигур

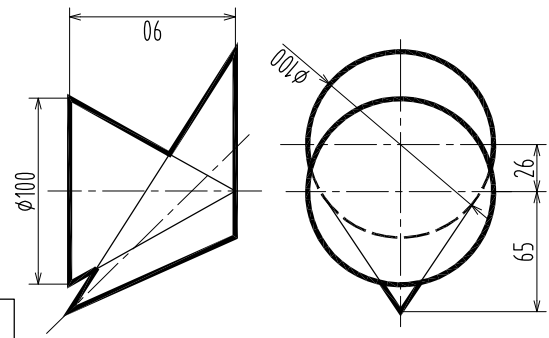
25



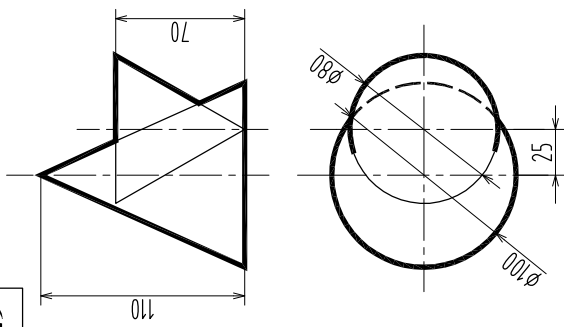
30



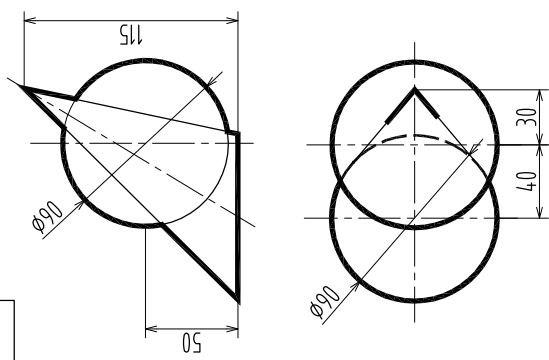
24



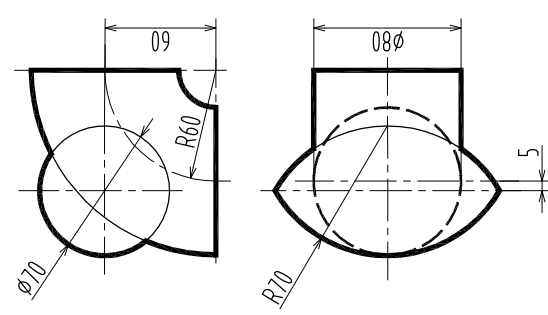
29



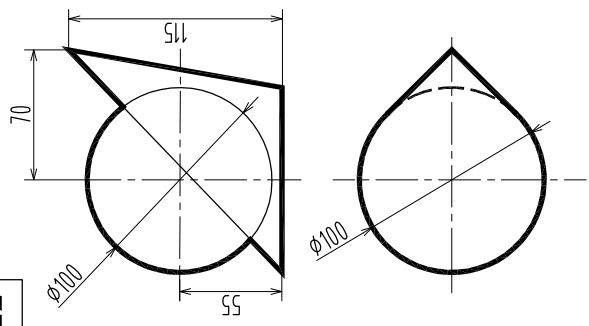
23



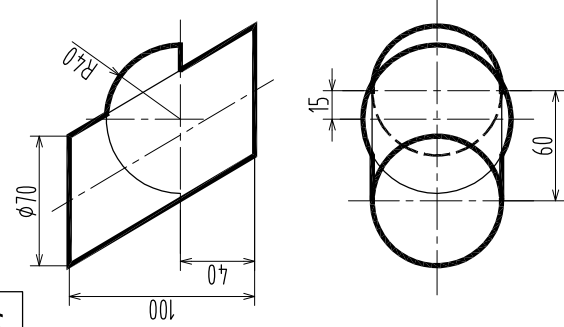
28



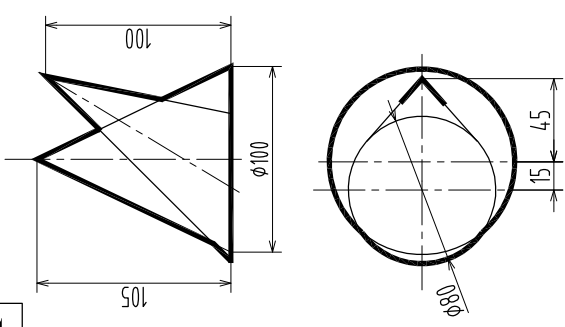
22



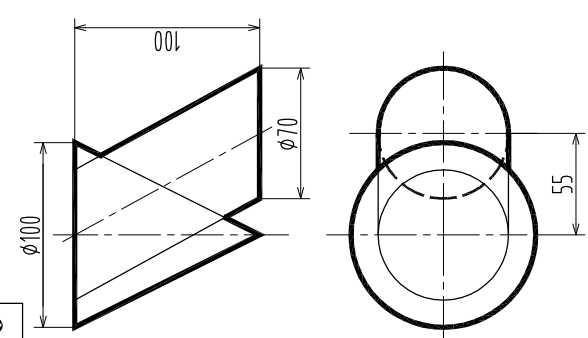
27



21

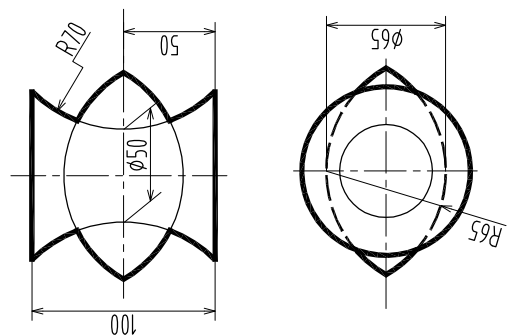
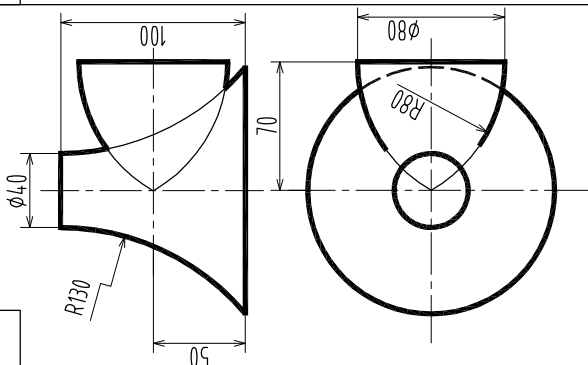
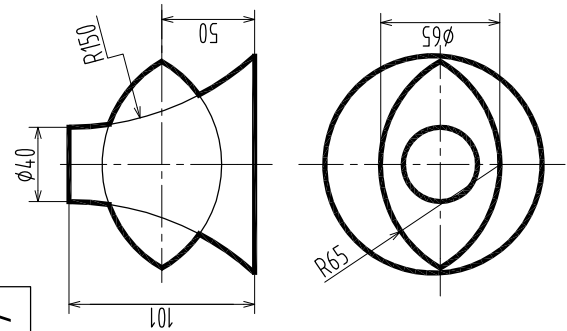
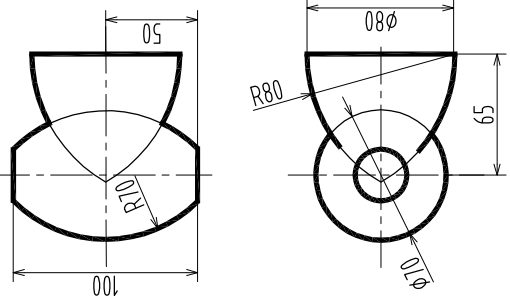
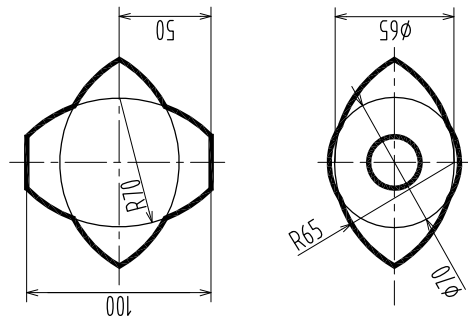
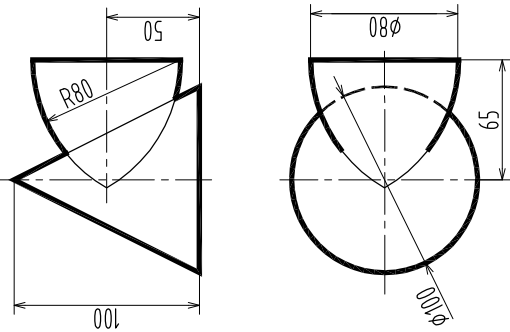
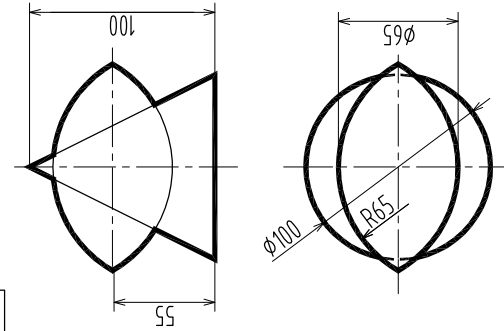
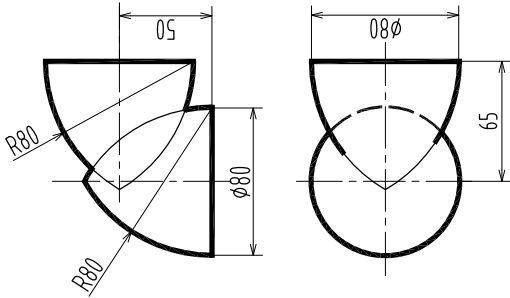
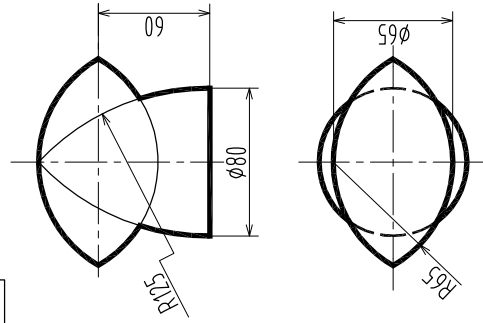
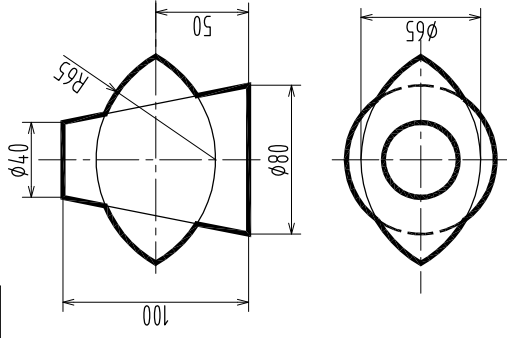


26



Задача 9

Пересечение фигур



5

10

4

9

3

8

2

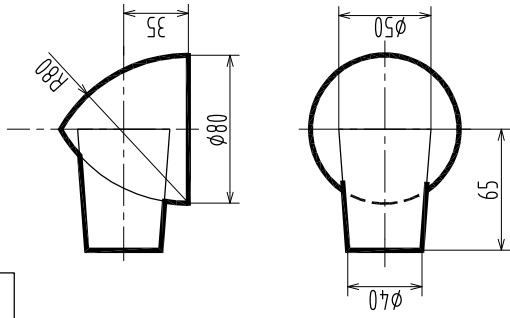
7

1

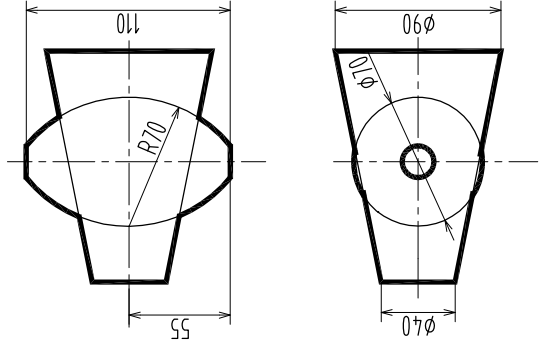
6

Задача 9

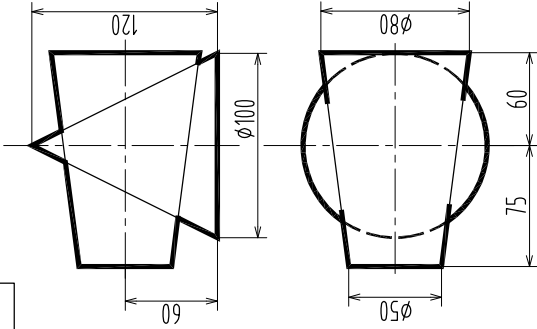
Пересечение фигур



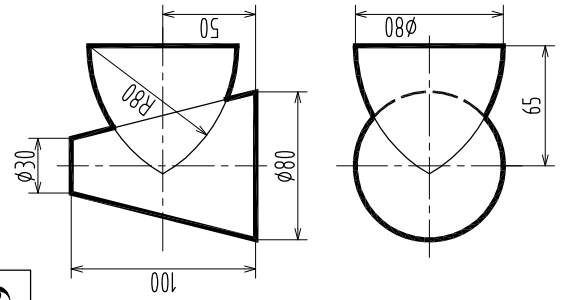
15



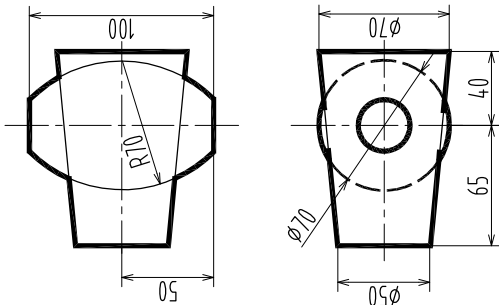
20



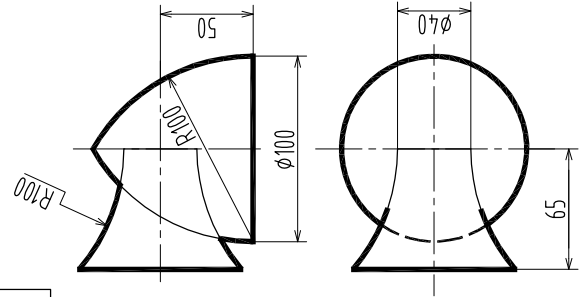
14



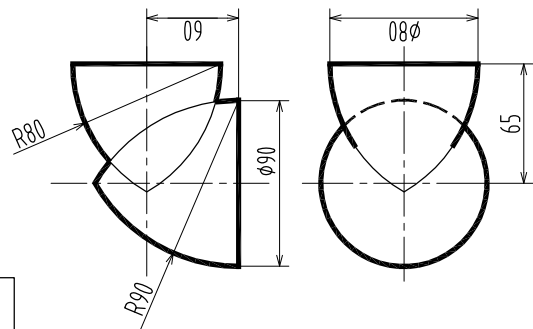
19



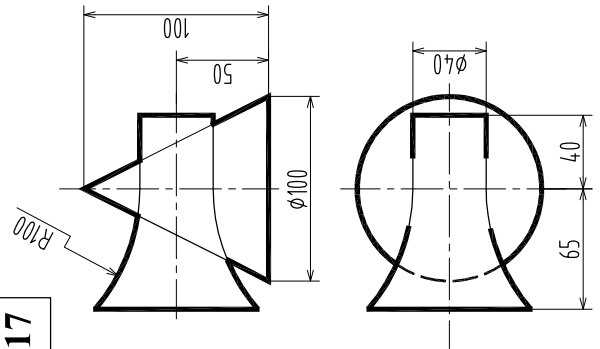
13



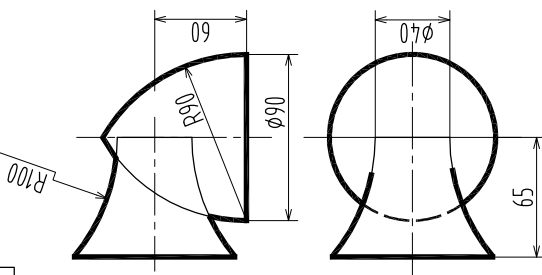
18



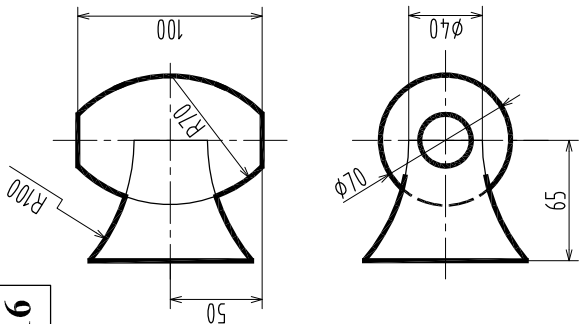
12



17



11

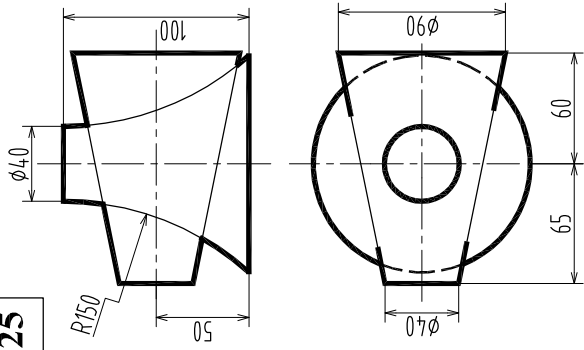


16

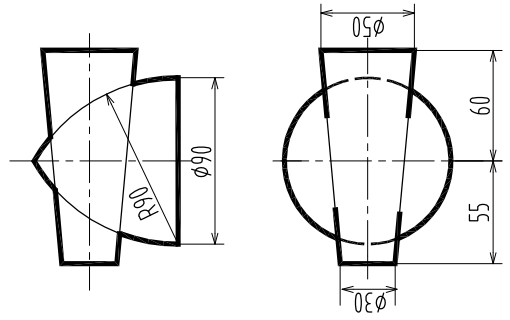
Задача 9

Пересечение фигур

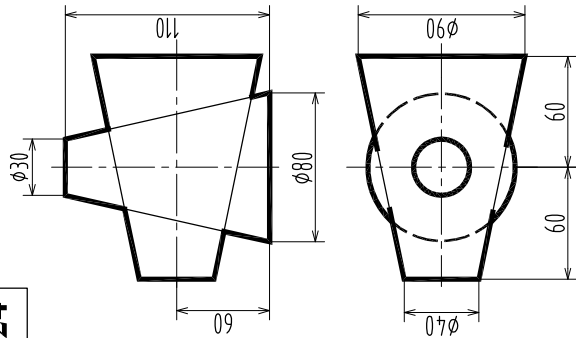
25



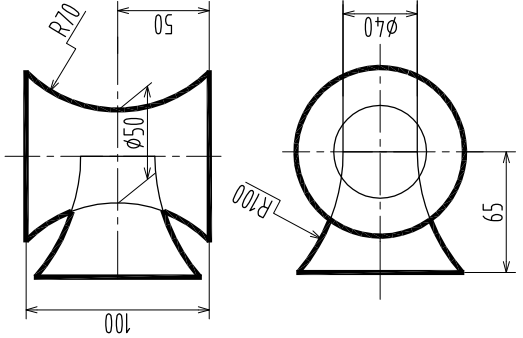
30



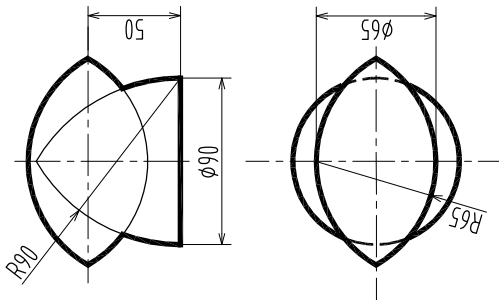
24



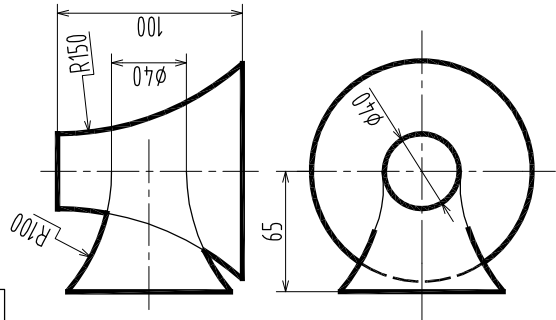
29



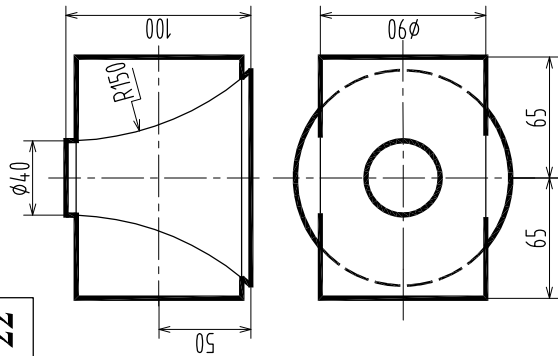
23



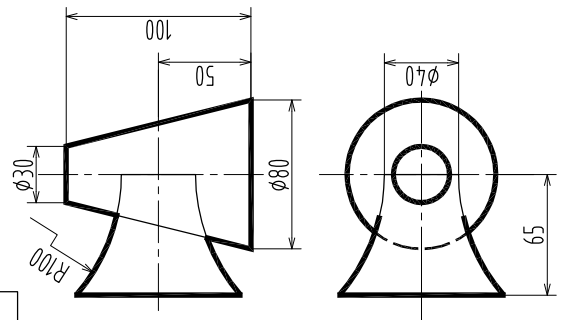
28



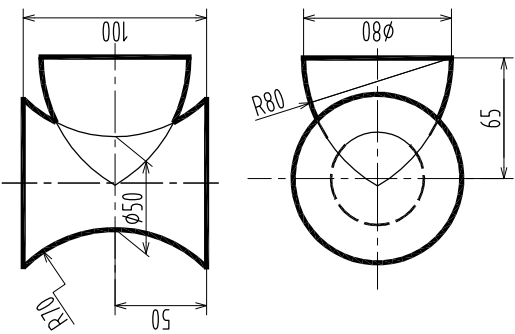
22



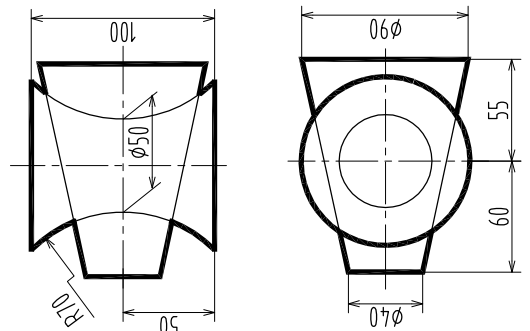
27



21



26



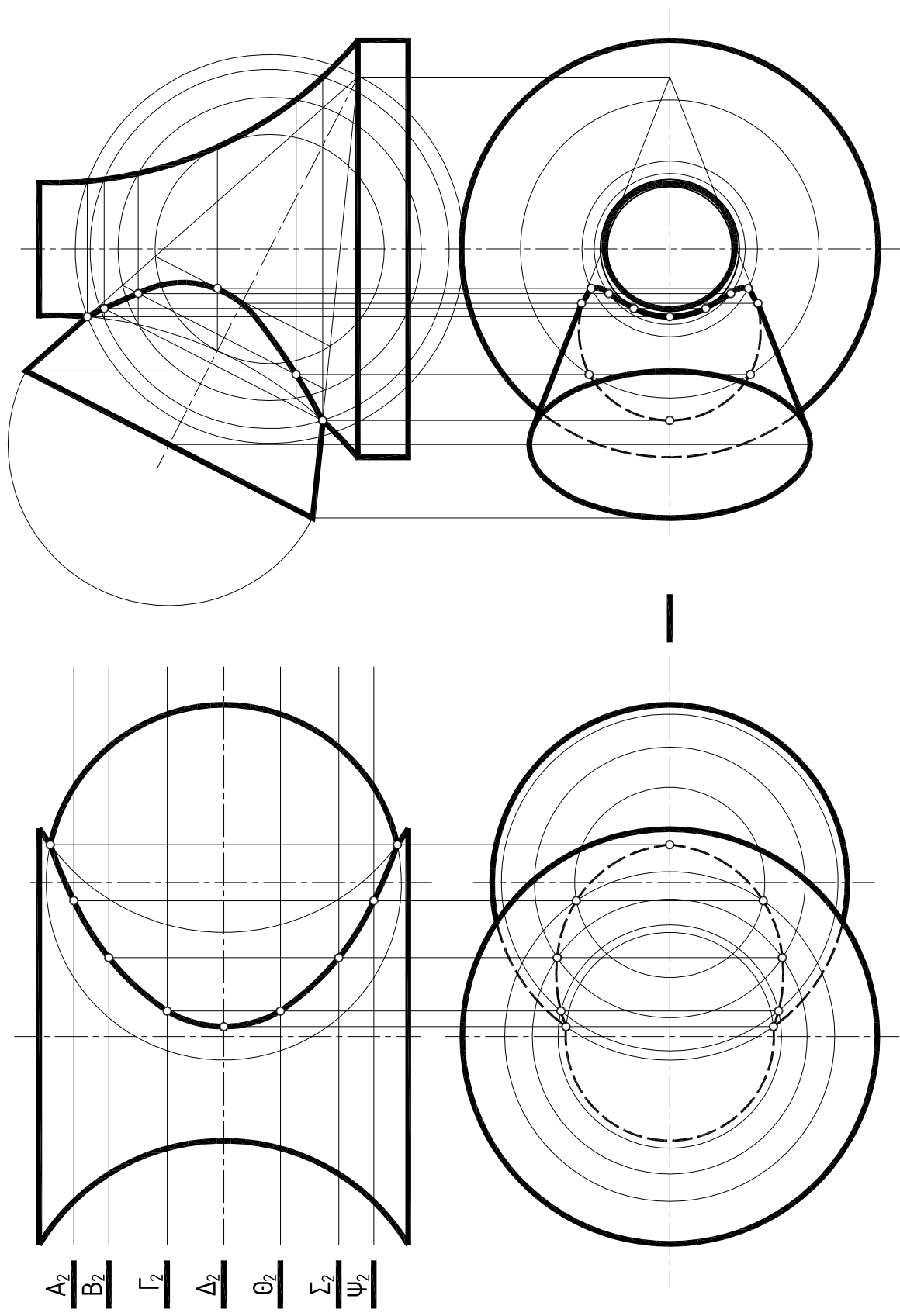


Рис. 10.
Образец выполнения задач 8, 9.

ЗАДАНИЕ 4

Метрические и конструкционные задачи (комплексные).

Задание состоит из задач 10 - 15.

При решении задач задания нужно исходить из следующих основных положений:

1. Отрезок или плоская фигура проецируются на плоскость проекций в натуральную величину в том случае, если они параллельны плоскости проекций.
2. Расстояние от точки до прямой; от точки до плоскости; между двумя параллельными прямыми; между скрещивающимися прямыми определяются отрезком, перпендикулярным одновременно обеим фигурам.

Исходя из этих положений задачи метрического характера, а также задачи на конструирование фигур, имеющих исходные параметры, упрощаются, когда искомые элементы фигур параллельны какой - либо плоскости проекций.

3. Если искомые элементы (отрезки - расстояния или плоские фигуры) занимают общее положение, то необходимо преобразование чертежа, после которого отрезок - кратчайшее расстояние или плоская фигура займет положение, параллельное плоскости проекций.

4. Способы преобразования чертежа можно разделить на две группы по сути преобразования:

- **способ вращения**, когда фигура поворачивается вокруг линии уровня, либо вокруг проецирующей прямой (как один из случаев плоскопараллельного перемещения) в системе неподвижных плоскостей проекций;

- **способ замены плоскостей проекций**, когда меняются последовательно плоскости проекций, оставаясь взаимоперпендикулярными при неподвижной в пространстве фигуре.

Задача 10

Найти натуральную величину треугольника ABC . Задачу выполнить на формате А3 в левой части поля чертежа (см. рис. 11 - образец выполнения задач 10 - 13).

Для решения использовать способ вращения вокруг линии уровня. Ось вращения (линия уровня) принадлежит плоскости треугольника ABC и, следовательно, является для него горизонталью (или фронталью).

План решения задачи

1. Закомпоновать на листе формата А3 размещение задач 10 - 13 (см. рис. 11 - образец выполнения).
 2. Вычертить в соответствии с индивидуальным вариантом задания две проекции треугольника ABC .
 3. Построить проекции оси вращения - горизонтали (h_1, h_2) (или фронтали) плоскости (удобно провести ее через одну из вершин треугольника, тогда при вращении эта вершина, как принадлежащая оси вращения, не будет перемещаться в пространстве).
 4. Точки - вершины треугольника вращать вокруг оси по траекториям - окружностям, плоскости которых перпендикулярны оси вращения ($\Sigma b \perp h_1 \Rightarrow \Sigma b_1 \perp h_1$).
 5. Поворот всех точек - вершин треугольника осуществить до плоскости, параллельной горизонтальной (или фронтальной при вращении вокруг фронтали) плоскости проекций и проходящей через горизонталь (фронталь) - ось вращения.
- Задачи разрешается выполнять на двух форматах А3 отдельно друг от друга на индивидуальных условиях.

Задач 11

Определить расстояние от точки S до плоскости треугольника ABC .

Задачу выполнить на том же формате, где решена задача 10, используя условие этой задачи (смотри образец выполнения). Для решения использовать способ плоскопараллельного перемещения.

План решения задачи

1. Система - точка S и плоскость ABC перемещается в пространстве до положения, когда горизонталь (фронталь, если плоскопараллельное перемещение осуществляется параллельно Π_2) будет расположена перпендикулярно плоскости проекций Π_2 (Π_1).
2. Если плоскость треугольника ABC перпендикулярна плоскости проекций, то перпендикуляр к этой плоскости будет параллелен этой плоскости проекций.
3. Фронтальную проекцию перпендикуляра SN построить перпендикулярно вырожденной проекции ΔABC .
4. Кратчайшее расстояние от точки S до плоскости ΔABC определяется этой проекцией $S'N'$. Горизонтальную проекцию провести по признаку параллельности прямой к плоскости проекций - горизонтально.
5. Проекция SN необходимо вернуть в первоначальное положение.

Задача 12

Определить расстояние между скрещивающимися прямыми AS и BC .

Задачу выполнить на том же листе формата А3, где выполнены задачи 10 и 11, на правой половине листа (см. рис. 11).

Для решения задачи использовать способ замены плоскостей проекций.

Кратчайшее расстояние между скрещивающимися прямыми измеряется по общему перпендикуляру. Общий перпендикуляр будет располагаться параллельно плоскости проекций в том случае, если одна из прямых будет перпендикулярна этой плоскости проекций.

План решения задачи

1. Так как обе скрещивающиеся прямые занимают общее положение, то выбор прямой, которую необходимо расположить перпендикулярно плоскости проекций, зависит только от компоновки задачи на листе бумаги.
2. Первая замена плоскости проекций (меняем Π_2 на Π_4 , новую ось системы плоскостей проекций Π_1/Π_4 провести параллельно горизонтальной проекции прямой CB) дает систему, где прямая CB параллельна вновь введенной плоскости.
3. Вторая замена Π_1 на Π_5 позволяет расположить прямую перпендикулярно горизонтальной плоскости Π_5 (ось Π_4/Π_5 провести перпендикулярно новой фронтальной проекции прямой CB).
4. Замерить кратчайшее расстояние между вырожденной проекцией прямой CB и второй прямой AS . Искомое расстояние - отрезок MK .
5. Вернуть проекции отрезка MK в первоначальную систему плоскостей проекций.

Задача 13

Определить величину двухгранного угла $SABC$ при ребре AB .

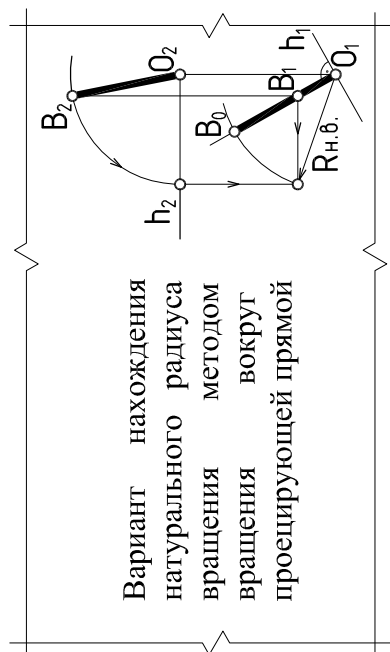
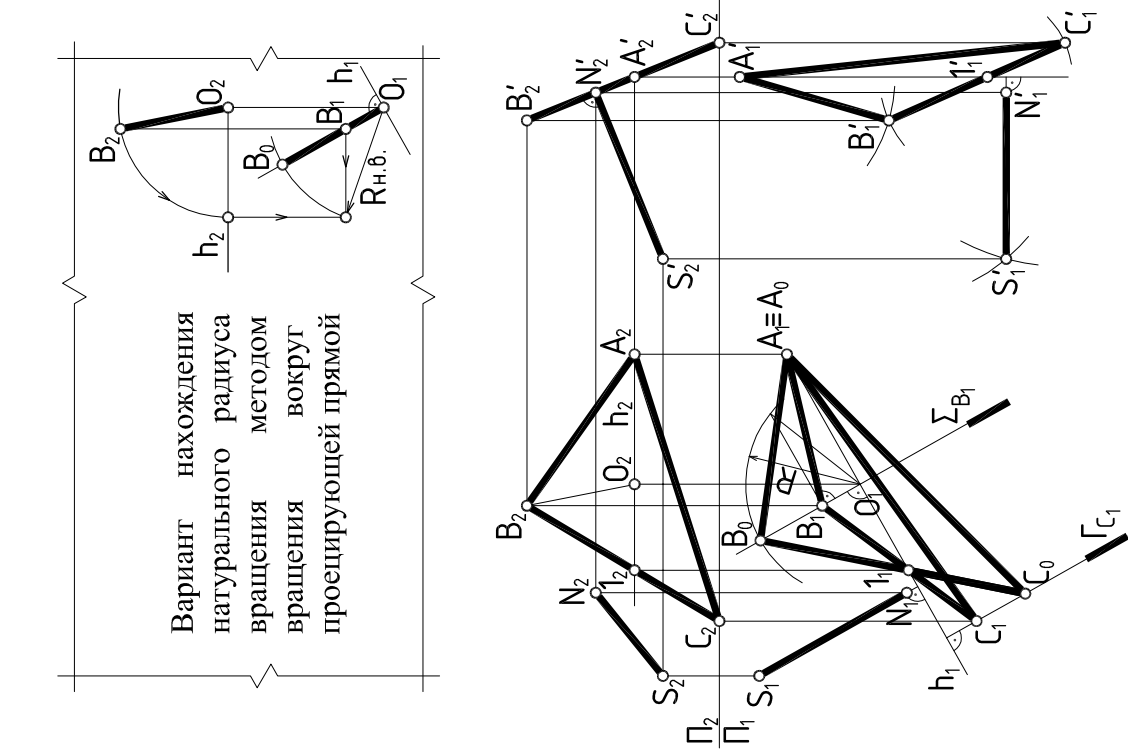
Задачу выполнить, используя условие задачи 12 (см. рис. 11 - образец выполнения задач 10 -13). Для решения задачи применить замену плоскостей проекций.

План решения задачи

Если общее ребро двух пересекающихся треугольников расположено перпендикулярно плоскости проекций, то оба треугольника проецируются в прямые, которые образуют линейный угол, измеряющий заданный двухгранный угол.

1. Задачу решаем на условии задачи 12, заменяем Π_1 на Π_6 поэтому новую ось Π_2/Π_6 проводим параллельно фронтальной проекции ребра AB .
2. Вторая замена плоскости Π_2 на Π_7 позволяет решить задачу, расположив ребро AB перпендикулярно Π_7 .
3. Величина двухгранного угла $SABC$ при ребре AB определяется углом α .

Задачи 10-13				Способы преобразования чертежа															
1	x	y	z	2	x	y	z	3	x	y	z	4	x	y	z	5	x	y	z
S	70	50	5	S	75	25	20	S	10	15	0	S	65	45	0	S	20	50	45
A	75	15	50	A	60	65	20	A	80	10	20	A	75	0	20	A	10	20	10
B	35	0	0	B	45	10	60	B	45	70	0	B	5	15	10	B	55	50	10
C	10	45	20	C	5	10	20	C	0	40	45	C	55	30	50	C	80	0	60
6	x	y	z	7	x	y	z	8	x	y	z	9	x	y	z	10	x	y	z
S	65	65	50	S	10	15	0	S	75	55	65	S	70	65	35	S	70	50	5
A	45	5	55	A	80	10	20	A	45	55	5	A	40	5	55	A	75	15	50
B	5	45	10	B	45	70	0	B	5	10	50	B	0	50	10	B	35	0	0
C	70	15	0	C	0	45	45	C	70	0	20	C	65	20	5	C	10	45	20
11	x	y	z	12	x	y	z	13	x	y	z	14	x	y	z	15	x	y	z
S	75	10	25	S	75	65	55	S	65	0	40	S	55	10	50	S	60	10	20
A	60	20	65	A	45	5	55	A	75	20	0	A	35	60	35	A	45	15	55
B	45	60	10	B	5	50	10	B	5	10	15	B	5	25	10	B	0	5	25
C	5	20	10	C	70	20	0	C	55	50	30	C	60	30	5	C	60	60	10
16	x	y	z	17	x	y	z	18	x	y	z	19	x	y	z	20	x	y	z
S	65	0	40	S	35	60	5	S	35	5	60	S	70	45	0	S	10	0	15
A	75	20	0	A	65	0	20	A	65	20	0	A	80	0	30	A	80	20	10
B	5	10	15	B	0	50	60	B	0	60	50	B	10	15	10	B	45	0	70
C	55	50	30	C	10	10	0	C	10	0	10	C	60	30	50	C	0	45	40
21	x	y	z	22	x	y	z	23	x	y	z	24	x	y	z	25	x	y	z
S	55	50	10	S	70	5	50	S	75	25	10	S	75	25	20	S	60	45	55
A	35	35	60	A	75	50	15	A	45	2	60	A	45	60	20	A	75	25	0
B	5	10	25	B	35	0	0	B	0	10	20	B	0	20	10	B	30	15	50
C	60	5	30	C	10	20	45	C	60	65	20	C	60	30	65	C	10	50	20
26	x	y	z	27	x	y	z	28	x	y	z	29	x	y	z	30	x	y	z
S	65	50	65	S	60	20	10	S	60	55	45	S	20	45	50	S	70	55	65
A	45	55	5	A	45	55	15	A	75	0	25	A	10	10	20	A	40	55	5
B	5	10	45	B	0	25	5	B	30	50	15	B	55	10	55	B	0	50	10
C	70	0	15	C	60	10	60	C	10	20	50	C	80	60	0	C	65	0	20



Вариант нахождения
натурального радиуса
вращения методом
вращения вокруг
проецирующей прямой

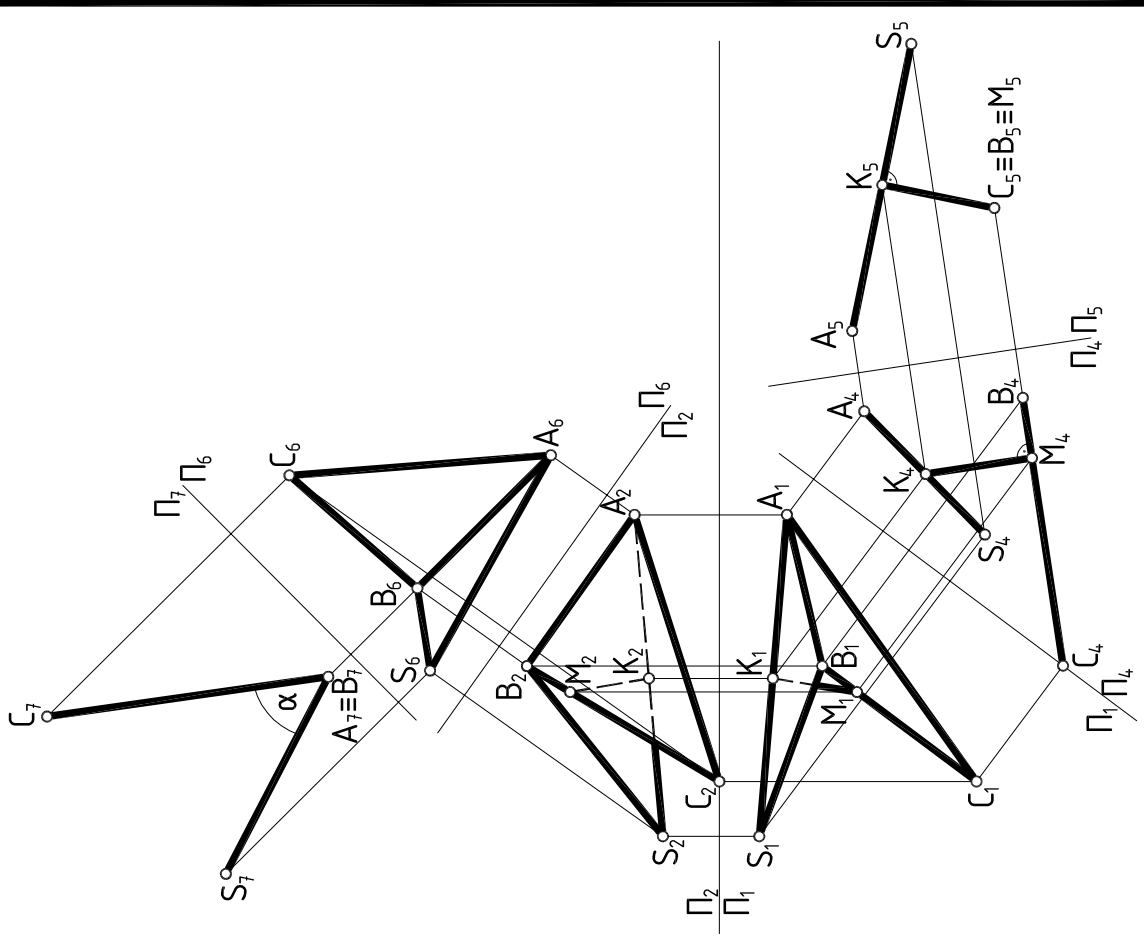


Рис. 11.
Образец выполнения задач 10-13.
52

Задача 14

Построить проекции прямой призмы, высотой 60 мм и заданным основанием ABC или $ABCM$.

Задачу решить на формате А3 двумя вариантами. Для первого варианта использовать метод замены плоскостей проекций. Для второго теорему перпендикулярности прямой и плоскости (признак перпендикулярности прямой и плоскости на эюре). Натуральную величину ребра найти пользуясь методом вращения вокруг проецирующей прямой (см. рис.12 - образец выполнения задачи 14).

План решения задачи

Первый вариант

1. Заменить плоскость проекций Π_2 на Π_4 , так, чтобы основание призмы ABC или $ABCM$ было перпендикулярно новой выбранной плоскости. Ось Π_1/Π_4 провести перпендикулярно проекции горизонтали h_1 плоскости основания. Можно менять и горизонтальную плоскость на новую, используя фронталь плоскости основания.
2. В новой системе Π_1/Π_4 боковые ребра прямой призмы с основанием ABC или $ABCM$ будут параллельны новой плоскости.
3. Провести фронтальные проекции боковых ребер из вершин A, B, C перпендикулярно вырожденной проекции основания, горизонтальные проекции расположить параллельно оси системы плоскостей Π_1/Π_4 .
4. Отложить длину ребра 60 мм на новой фронтальной проекции.
5. Вернуть проекции верхнего основания призмы в первоначальную систему Π_1/Π_2 , используя линии связи и координаты z .
6. Определить видимость.

Второй вариант

1. Восстановить перпендикуляры из вершин основания, для этого провести фронталь f и горизонталь h (теорема о перпендикулярности прямой и плоскости).
2. Ограничить перпендикуляр произвольной точкой Z и определить натуральную величину полученного отрезка ZM (способом вращения вокруг оси, перпендикулярной плоскости проекций).
3. Отложить на натуральной величине 60 мм и вернуть отрезок и точку в первоначальное положение.
4. Достроить второе основание $A'B'C'M'$.
5. Определить видимость.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается сущность способа вращения? Каковы проекции траектории вращения точек вокруг горизонтали; вокруг фронтали?
2. В чем заключается сущность плоскопараллельного перемещения? Чем способ плоскопараллельного перемещения отличается от вращения вокруг оси, перпендикулярной плоскости проекций?
3. В чем сущность способа замены плоскостей проекций? Каким способом прямую общего положения, преобразовать в проецирующую прямую?

Задачи 14				Способы преобразования чертежа															
1	x	y	z	2	x	y	z	3	x	y	z	4	x	y	z	5	x	y	z
A	95	0	130	A	80	30	70	A	80	20	40	A	160	20	35	A	65	20	0
B	55	50	160	B	0	45	105	B	50	60	120	B	20	10	65	B	40	5	55
C	15	0	90	C	40	0	60	C	8	20	57	C	90	70	15	C	0	50	5
M	-	-	-	M	-	-	-	M	-	-	-	M	-	-	-	M	-	-	-
6	x	y	z	7	x	y	z	8	x	y	z	9	x	y	z	10	x	y	z
A	85	55	50	A	120	40	35	A	105	40	15	A	80	90	0	A	15	95	40
B	52	15	70	B	80	65	35	B	80	10	55	B	30	110	40	B	50	110	85
C	20	47	25	C	55	25	16	C	35	65	30	C	0	60	20	C	85	40	25
M	-	-	-	M	-	-	-	M	-	-	-	M	-	-	-	M	-	-	-
11	x	y	z	12	x	y	z	13	x	y	z	14	x	y	z	15	x	y	z
A	175	20	35	A	90	20	10	A	90	83	55	A	95	55	0	A	100	40	60
B	120	10	65	B	65	15	45	B	50	65	10	B	20	65	10	B	65	65	0
C	50	?	45	C	25	45	60	C	0	76	10	C	45	30	35	C	7	35	25
M	120	70	20	M	50	50	?	M	40	95	?	M	120	20	?	M	?	?	?
16	x	y	z	17	x	y	z	18	x	y	z	19	x	y	z	20	x	y	z
A	90	0	40	A	105	100	30	A	80	45	85	A	60	20	40	A	77	47	38
B	0	20	70	B	0	65	55	B	50	55	55	B	13	60	7	B	32	15	67
C	30	45	0	C	60	30	10	C	0	25	55	C	13	6	80	C	10	40	12
M	-	-	-	M	-	-	-	M	-	-	-	M	-	-	-	M	-	-	-
21	x	y	z	22	x	y	z	23	x	y	z	24	x	y	z	25	x	y	z
A	105	90	40	A	110	30	10	A	110	90	90	A	94	65	25	A	120	60	55
B	15	130	70	B	70	10	70	B	25	90	45	B	30	65	0	B	70	0	80
C	50	85	10	C	30	60	40	C	65	40	10	C	25	100	25	C	55	35	30
M	-	-	-	M	-	-	-	M	-	-	-	M	-	-	-	M	-	-	-
26	x	y	z	27	x	y	z	28	x	y	z	29	x	y	z	30	x	y	z
A	20	70	0	A	100	95	65	A	57	50	0	A	85	90	20	A	90	70	10
B	0	25	20	B	70	65	20	B	0	70	30	B	10	45	40	B	115	55	10
C	40	10	55	C	20	65	0	C	0	35	65	C	45	35	5	C	85	15	30
M	60	55	?	M	50	95	?	M	?	?	?	M	50	100	?	M	50	30	?

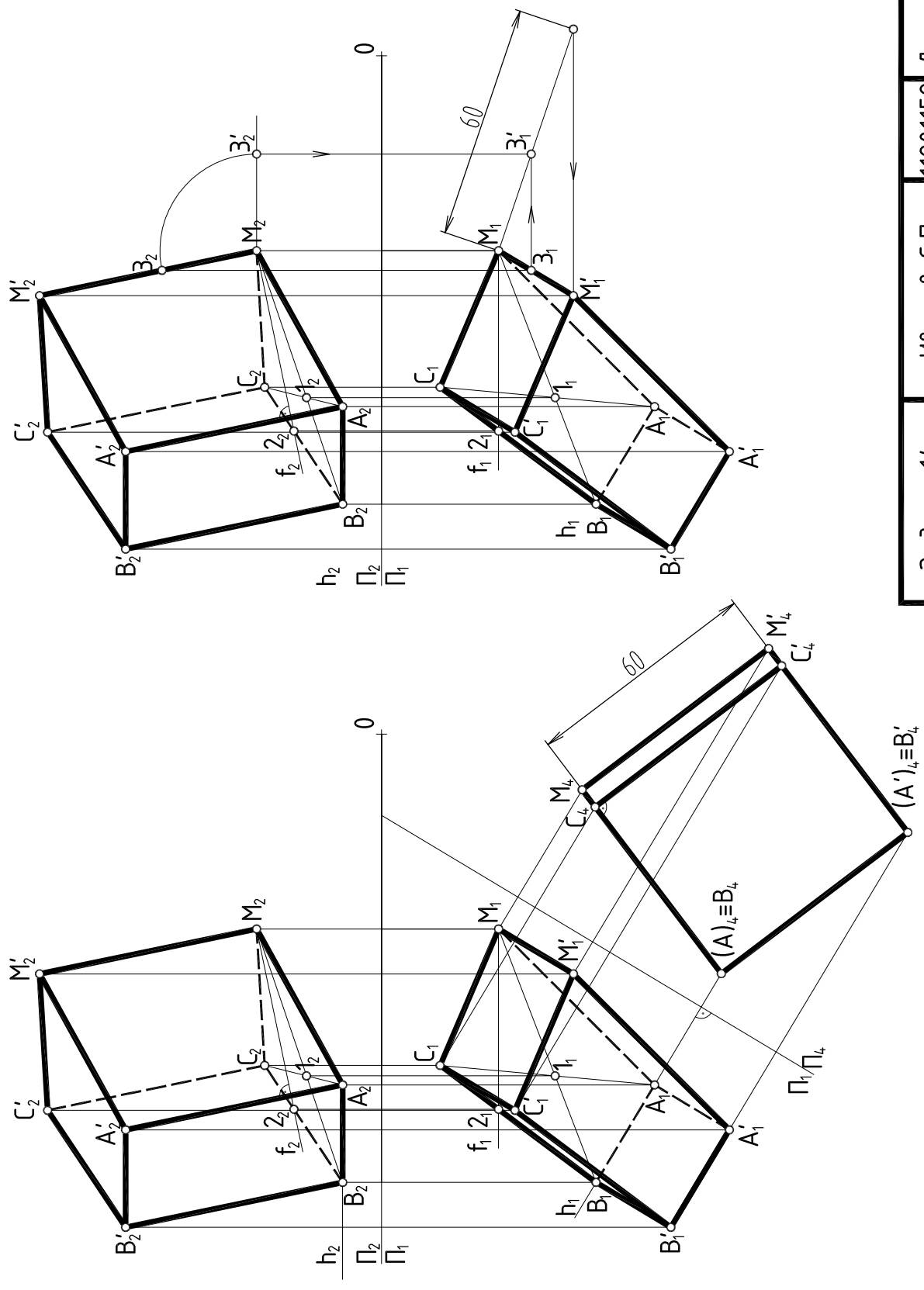


Рис. 12.
Образец выполнения задачи 14.

Задача 15

Построить линию пересечения фигуры с заданной плоскостью общего положения. Определить натуральную величину сечения.

Задачу решить на формате А3, используя способ замены плоскостей проекций (см. рис.13).

План решения задачи

1. Преобразовать чертеж так, чтобы секущая плоскость стала перпендикулярной плоскости проекций. В этом случае задача сводится ко второму случаю. Например: заменить Π_2 на Π_4 .
2. Построить линию пересечения фигур на горизонтальной проекции по условию принадлежности точки поверхности.
3. Фронтальную проекцию пересечения построить по горизонтальной проекции по условию принадлежности. Можно использовать координаты z новой фронтальной проекции.
4. Заменой горизонтальной плоскости Π_1 на новую Π_5 , которую расположить параллельно плоскости сечения (ось Π_4/Π_5 параллельна вырожденной проекции сечения), определить натуральную величину сечения.

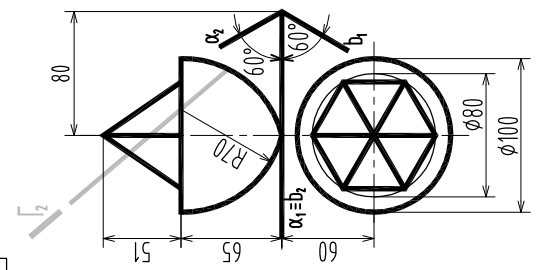
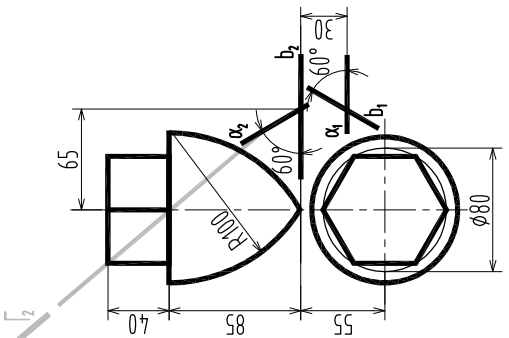
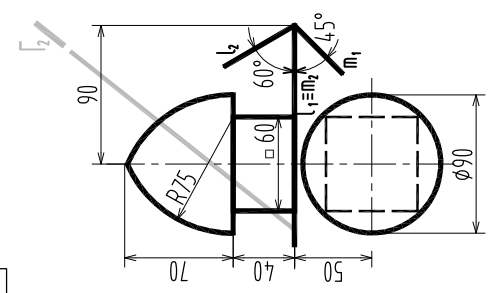
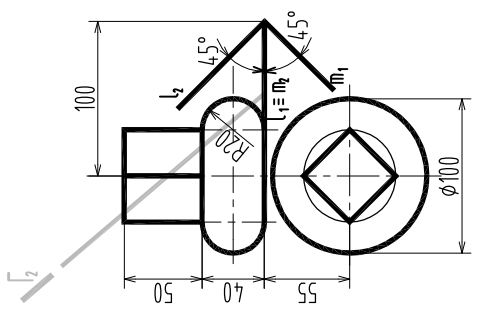
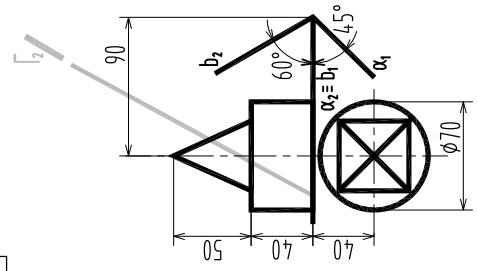
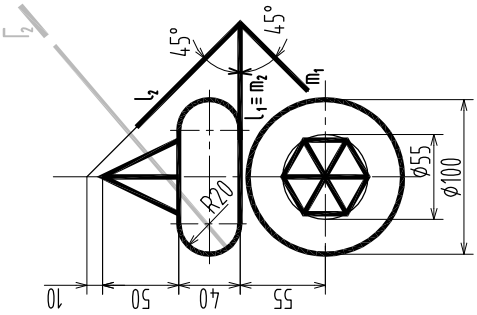
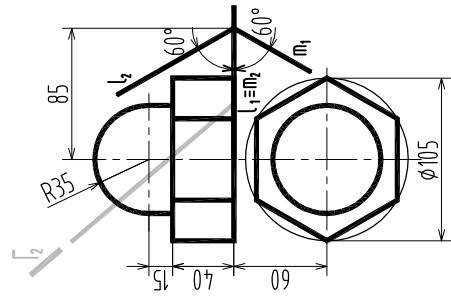
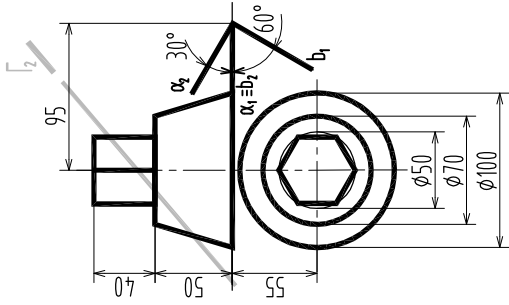
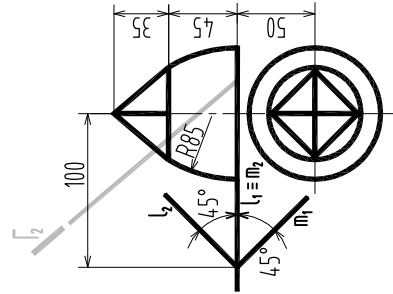
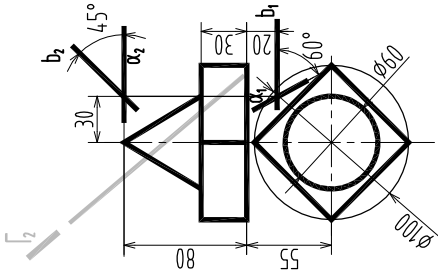
Второй вариант решения этой задачи - когда заданная плоскость Γ занимает проецирующее положение ($\Gamma \perp \Pi_2$). В этом случае требуется найти горизонтальную проекцию линии пересечения и построить третью проекции пересекающихся фигур. Использовать метод замены плоскостей проекций при нахождении натуральной величины сечения (см. образец выполнения задачи - рис. 14).

Контрольные вопросы

1. В чем сущность способа замены плоскостей проекций?
2. Каким способом прямую общего положения преобразовать в проецирующую прямую?
3. Каким способом плоскость общего положения, пользуясь заменой плоскостей проекций преобразовать в плоскость проецирующую?
4. Назовите алгоритм решения задачи для нахождения натуральной величины сечения.

Задача 15

Пересечение фигур



5

10

4

9

3

8

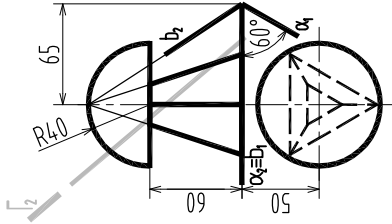
2

7

1

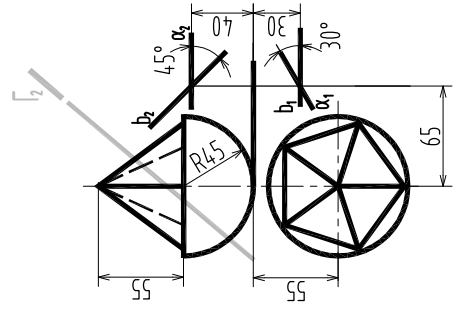
6

Задача 15

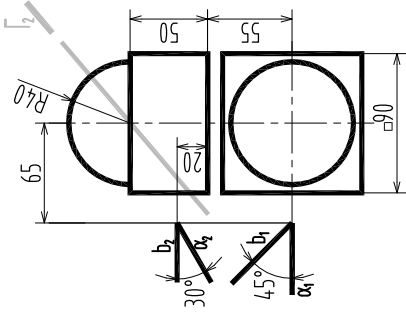


15

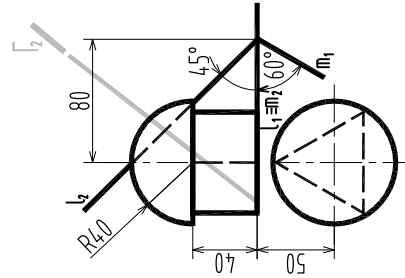
Пересечение фигур



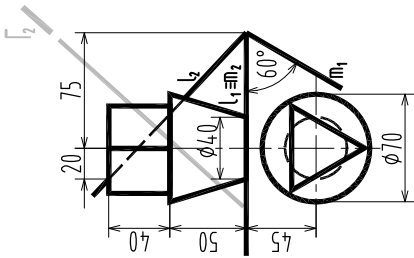
20



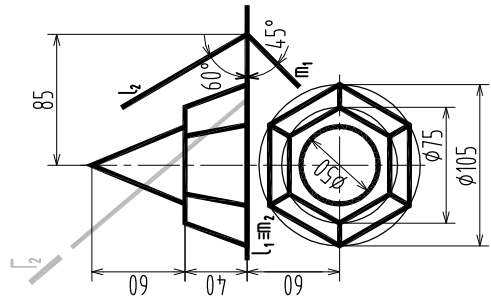
14



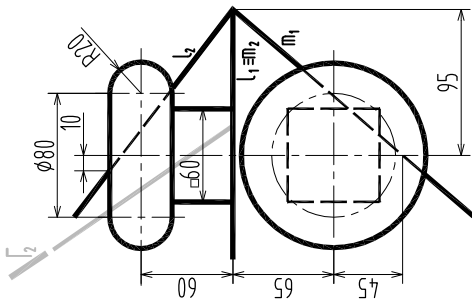
19



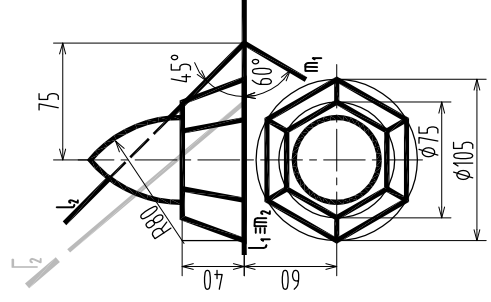
13



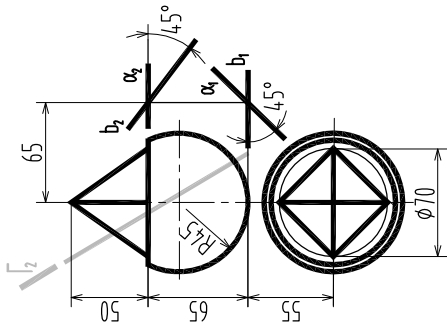
18



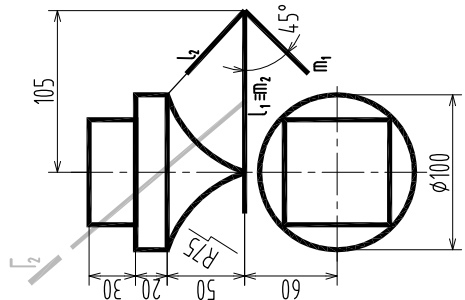
12



17



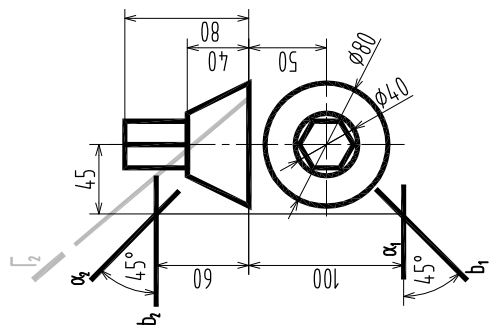
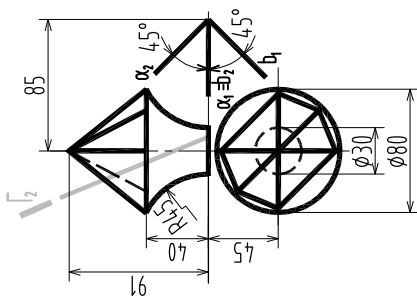
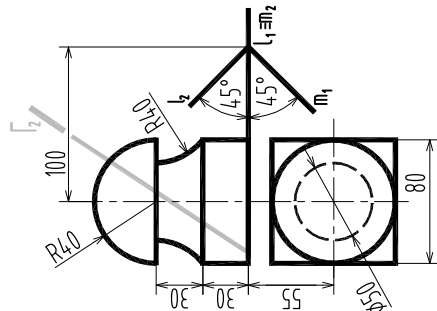
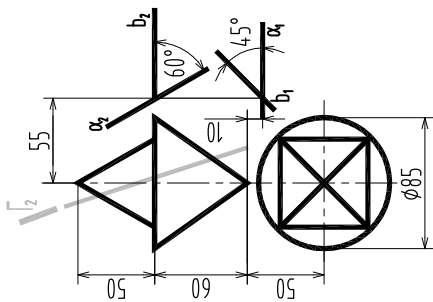
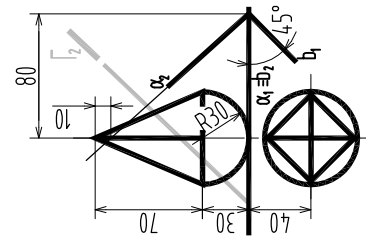
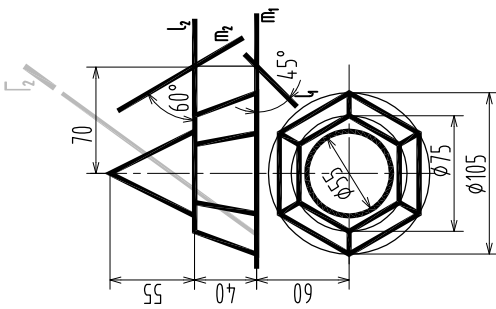
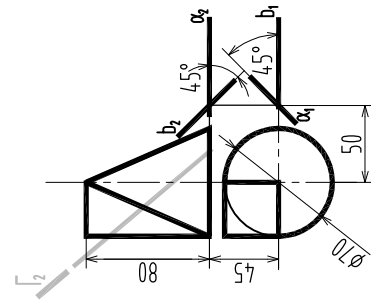
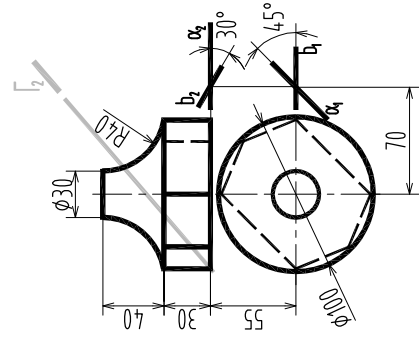
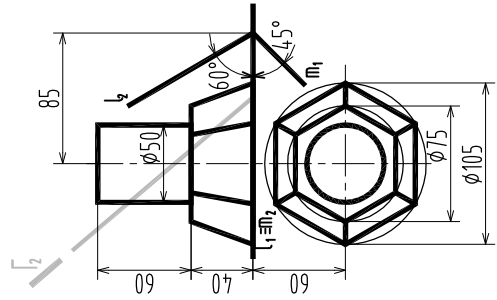
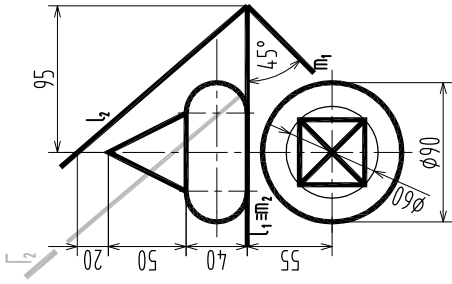
11



16

Задача 15

Пересечение фигур



25

30

24

29

23

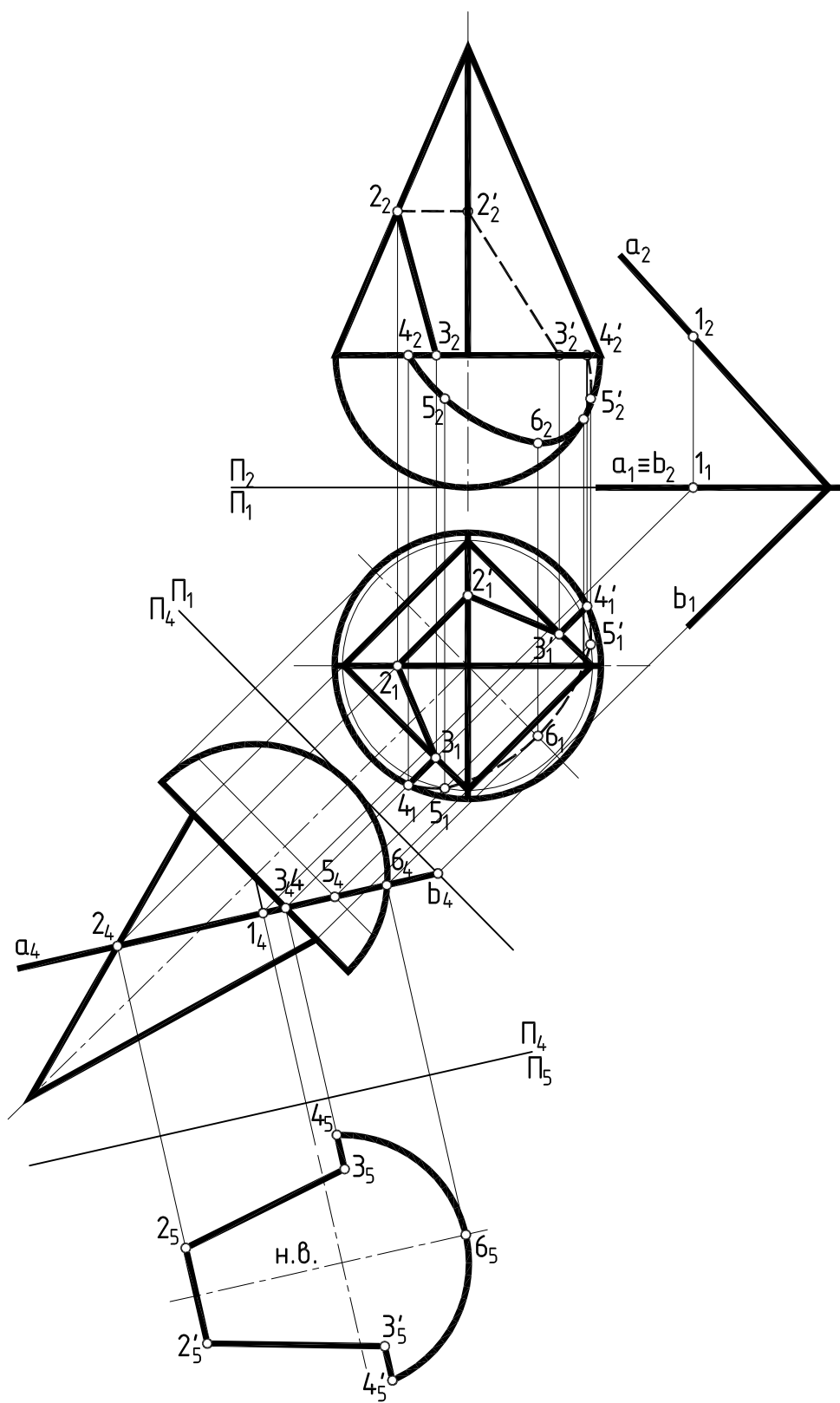
28

22

27

21

26



Задача 15
 Иванов С.П.
 11201152
 Лист 9

Рис. 13
 Образец выполнения задачи 15а.
 60

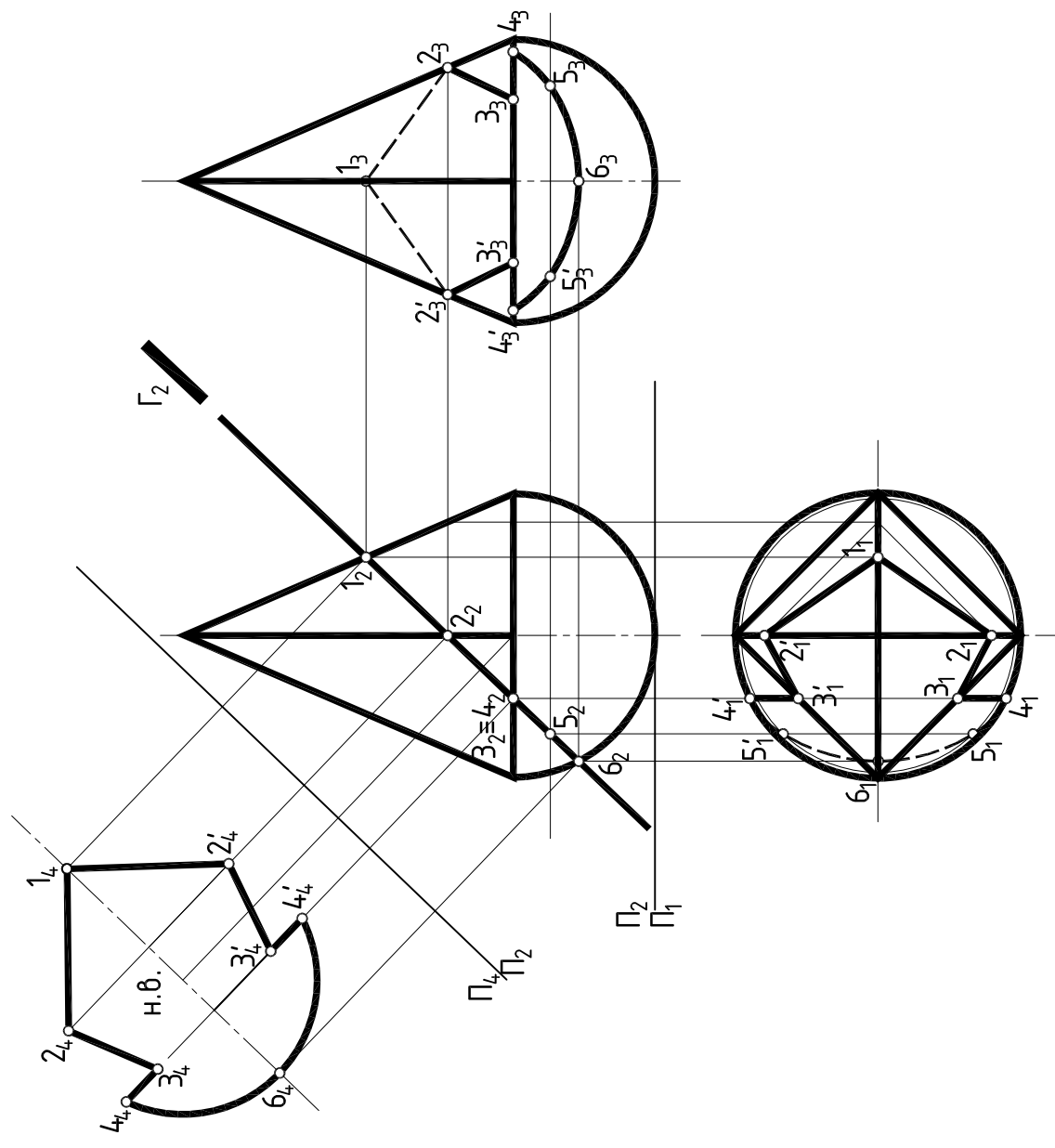


Рис. 14.
 Образец выполнения задачи 15б.
 61

ЗАДАНИЕ 5

Параллельные и центральные проекции
на одной плоскости (однокартинные чертежи).

Задание 5 включает задачи 16, 17, 18.

5.1 Перспектива

1. При выборе точки зрения и картинной плоскости для получения наглядного перспективного изображения необходимо выполнить следующие требования:
 - угол зрения, образованный двумя лучами, соединяющими точку зрения с крайними точками плана, должен соответствовать углу наилучшего видения человеческого глаза, т. е. быть равным $28^\circ \dots 30^\circ$;
 - картинная плоскость и плоскость главного фасада должны составлять угол равный $20^\circ \dots 30^\circ$, чтобы обеспечить видимость главного и бокового фасада одновременно.
2. Перспективу прямой общего положения строят по двум точкам: картинному следу прямой - точке пересечения прямой с картиной и точке схода прямой - точке пересечения проецирующего луча, параллельного прямой, с картиной.
3. Если прямая принадлежит предметной плоскости, то картинный след прямой принадлежит линии земли, а точка схода - линии горизонта.
4. Если прямая перпендикулярна картине, то точкой схода прямой является главная точка картины.
5. Если прямая проходит через точку стояния, то в перспективе она параллельна главной линии картины.
6. Чтобы построить перспективу точки, необходимо через точку провести две вспомогательные прямые, построить перспективы этих прямых и в пересечении построенных перспектив прямых отметить перспективу точки.
7. Для построения перспективы вертикального отрезка используют способ «выноса» на картину или дополнительную вертикальную плоскость (боковую стенку).
8. Опущенный план - перспектива горизонтальной проекции (плана) фигуры, построенная на вспомогательной плоскости, смещенной от плоскости земли на произвольное расстояние.

5.2 Проекция с числовыми отметками

1. Точка в проекциях с числовыми отметками задается своей горизонтальной проекцией с числом при ней (отметкой), выражающим превышение этой точки над горизонтальной плоскостью, принятой за нулевую.
2. Прямая линия задается проекциями двух точек или одной точкой и уклоном.
3. Градуирование прямой - определение на проекции прямой проекции точек с целыми числовыми отметками, разность между которыми равна единице.
4. Интервал прямой - величина проекции отрезка (заложение между двумя точками) этой прямой, разность отметок которых равна единице.
5. Плоскость удобно задавать масштабом уклона (проградуированной линией ската плоскости).

6. Линия пересечения плоскостей определяется точками пересечения двух пар одинаковых по высоте горизонталей этих плоскостей.
7. Поверхность задается горизонталями.
8. Линия пересечения плоскости и поверхности или двух поверхностей проходит через точки пересечения одноименных горизонталей обеих поверхностей (или плоскости и поверхности).
9. Профиль топографической поверхности - сечение поверхности горизонтально проецирующей плоскостью.
10. Линия нулевых работ - линия, определяющая переход насыпи в выемку.
11. Бергштрихи - линии, показывающие направление падения откосов, которые проводятся перпендикулярно горизонтали откоса (совпадают с направлением линий ската откоса) [16].

Задача 16

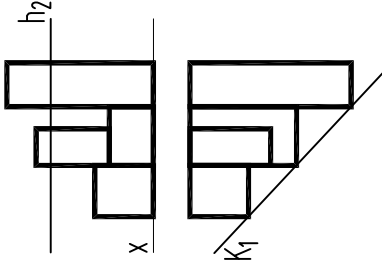
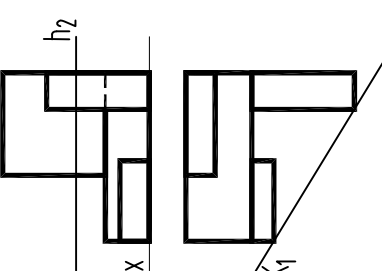
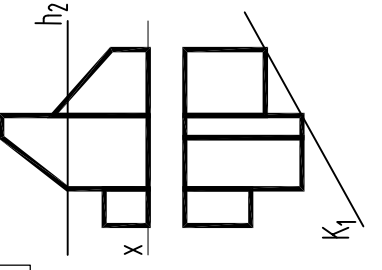
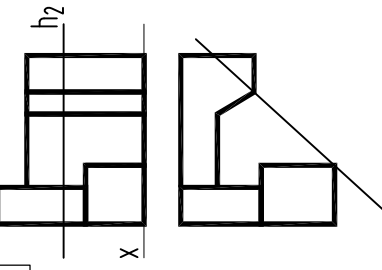
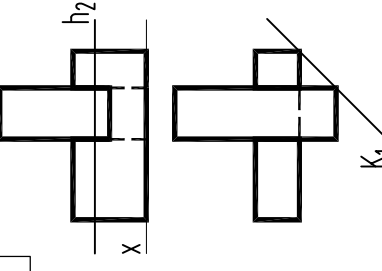
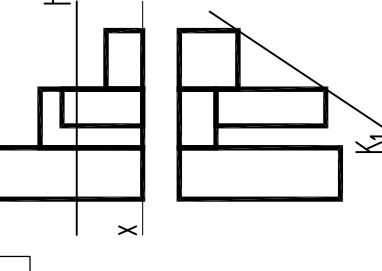
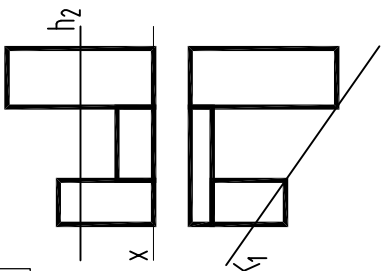
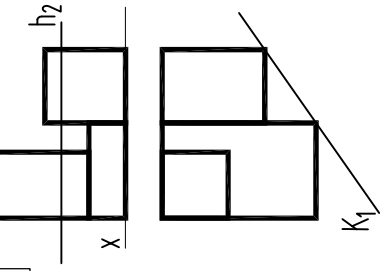
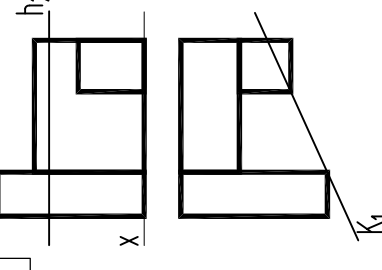
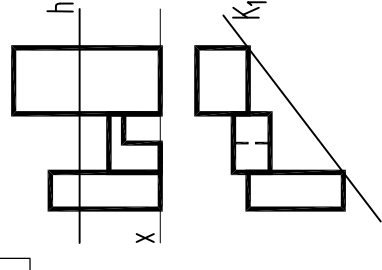

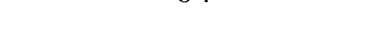


Построить перспективу, используя опущенный план и боковую стенку.
Задачу выполнить на двух листах формата А3 (см. рис.15,16).

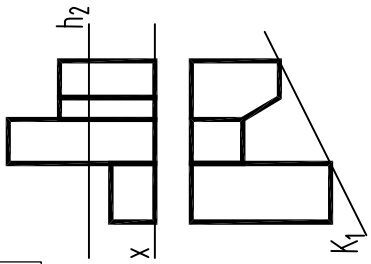
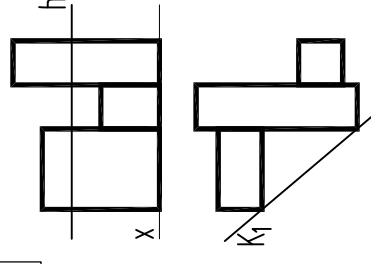
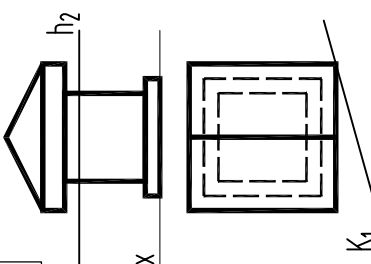
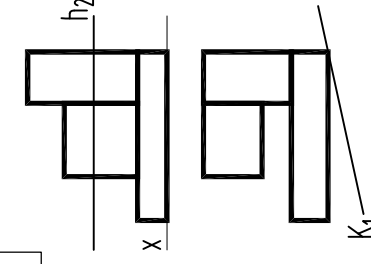
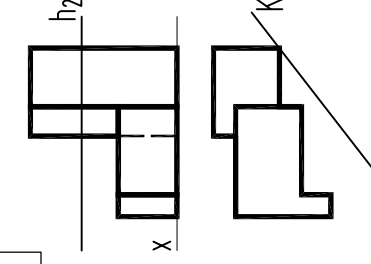
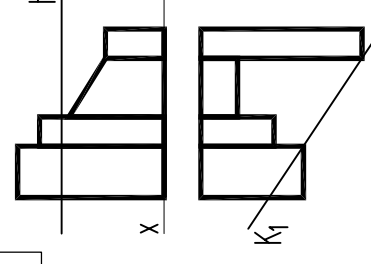
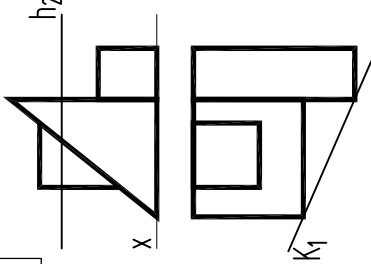
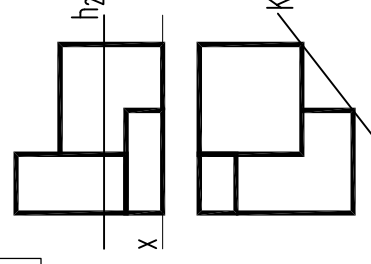
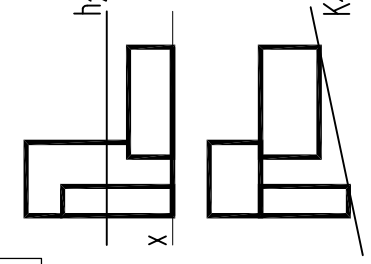
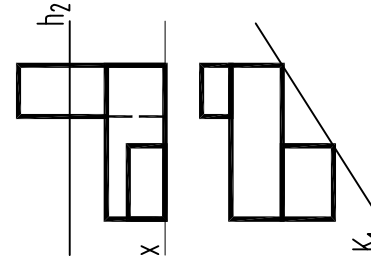
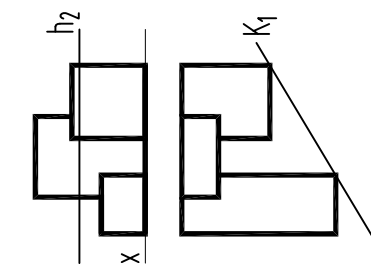
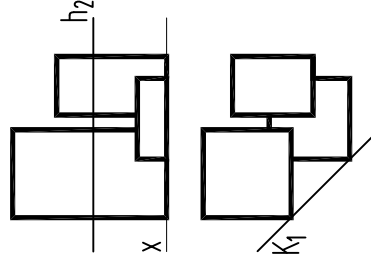
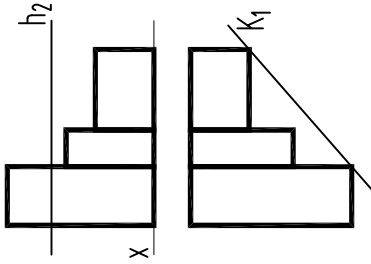
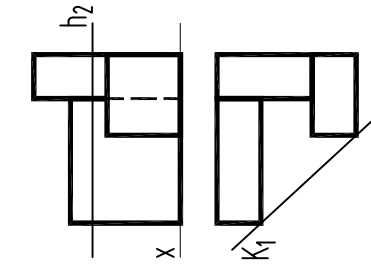
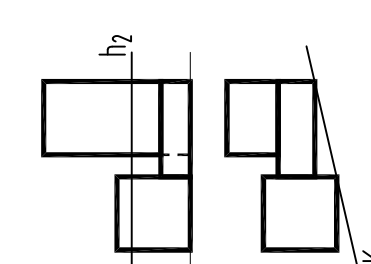

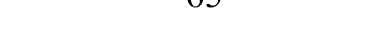

План решения задачи

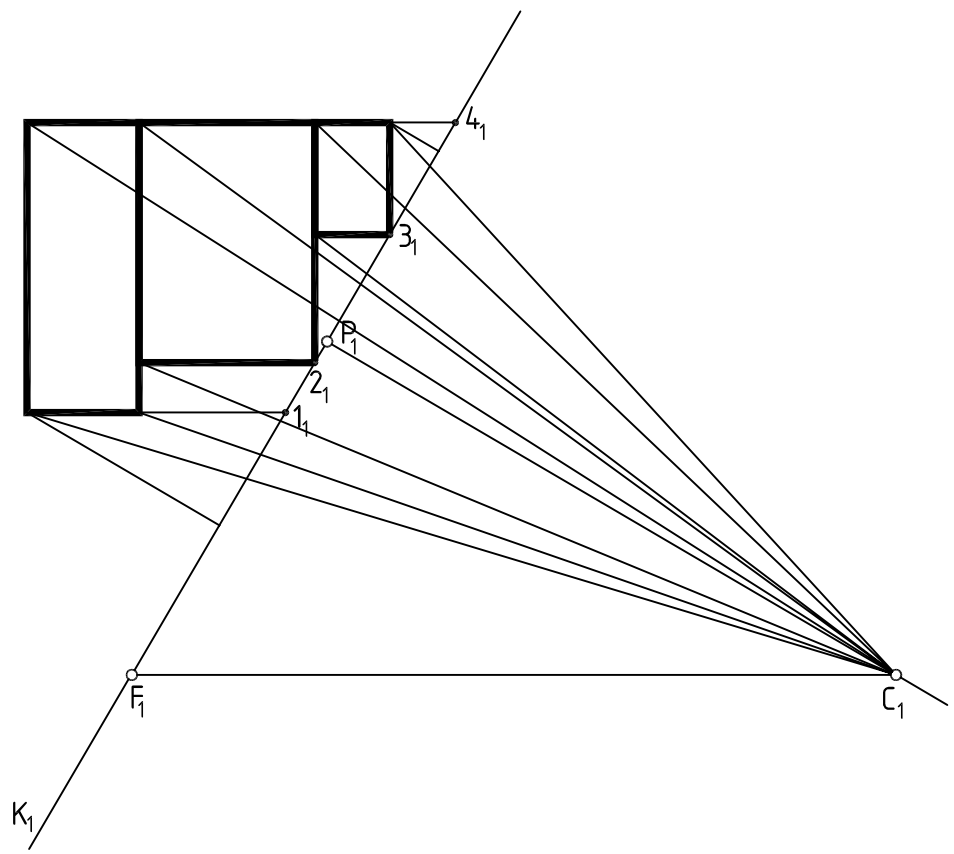
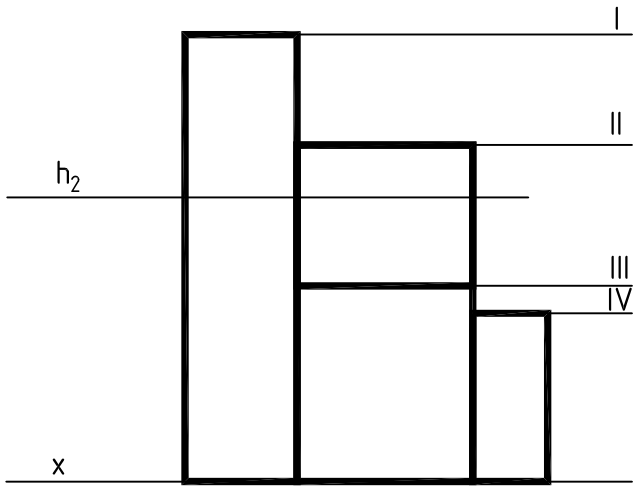
1. Вычертить ортогональные проекции согласно индивидуальному варианту на формате А3, расположенном вертикально, увеличив условие в 4 раза.
2. В пределах оптимального угла зрения задать точку стояния.
3. На втором листе формата А3, расположенном горизонтально, задать главные линии аппарата линейной перспективы: линию горизонта (hh), линию земли (tt), линию перемещенной предметной плоскости, главную линию картины (PP_1), вспомогательную боковую стенку.
4. Построить опущенный план (вторичную проекцию).
5. Построить перспективу объекта с помощью *foto* и боковой стенки.

Контрольные вопросы

1. Аппарат линейной перспективы. Что такое: главный луч, главная точка картины, линия горизонта, линия земли, точка зрения и точка стояния, главная линия картины, дистанционная точка?
2. Что называется перспективой и вторичной проекцией точки?
3. Что называется картинным следом прямой и как его построить?
4. Что называется предметным и картинным следом плоскости и как построить эти следы?
5. Что такое угол зрения?
6. Как определяется положение точки зрения на плане?

Задача 16		Перспектива	
	5		10
	4		15
	3		9
	2		14
	1		8
	6		13
	11		12

Задача 16	Перспектива	
<div style="text-align: center;">  </div>	<div style="text-align: center;">  </div>	<div style="text-align: center;">  </div>
<div style="text-align: center;">  </div>	<div style="text-align: center;">  </div>	<div style="text-align: center;">  </div>
<div style="text-align: center;">  </div>	<div style="text-align: center;">  </div>	<div style="text-align: center;">  </div>
<div style="text-align: center;">  </div>	<div style="text-align: center;">  </div>	<div style="text-align: center;">  </div>
<div style="text-align: center;">  </div>	<div style="text-align: center;">  </div>	<div style="text-align: center;">  </div>
<div style="text-align: center;">  </div>	<div style="text-align: center;">  </div>	<div style="text-align: center;">  </div>



Задача 16
 Иванов С.П.
 11201152
 Лист 10

Рис. 15.
 Образец выполнения задачи 16.

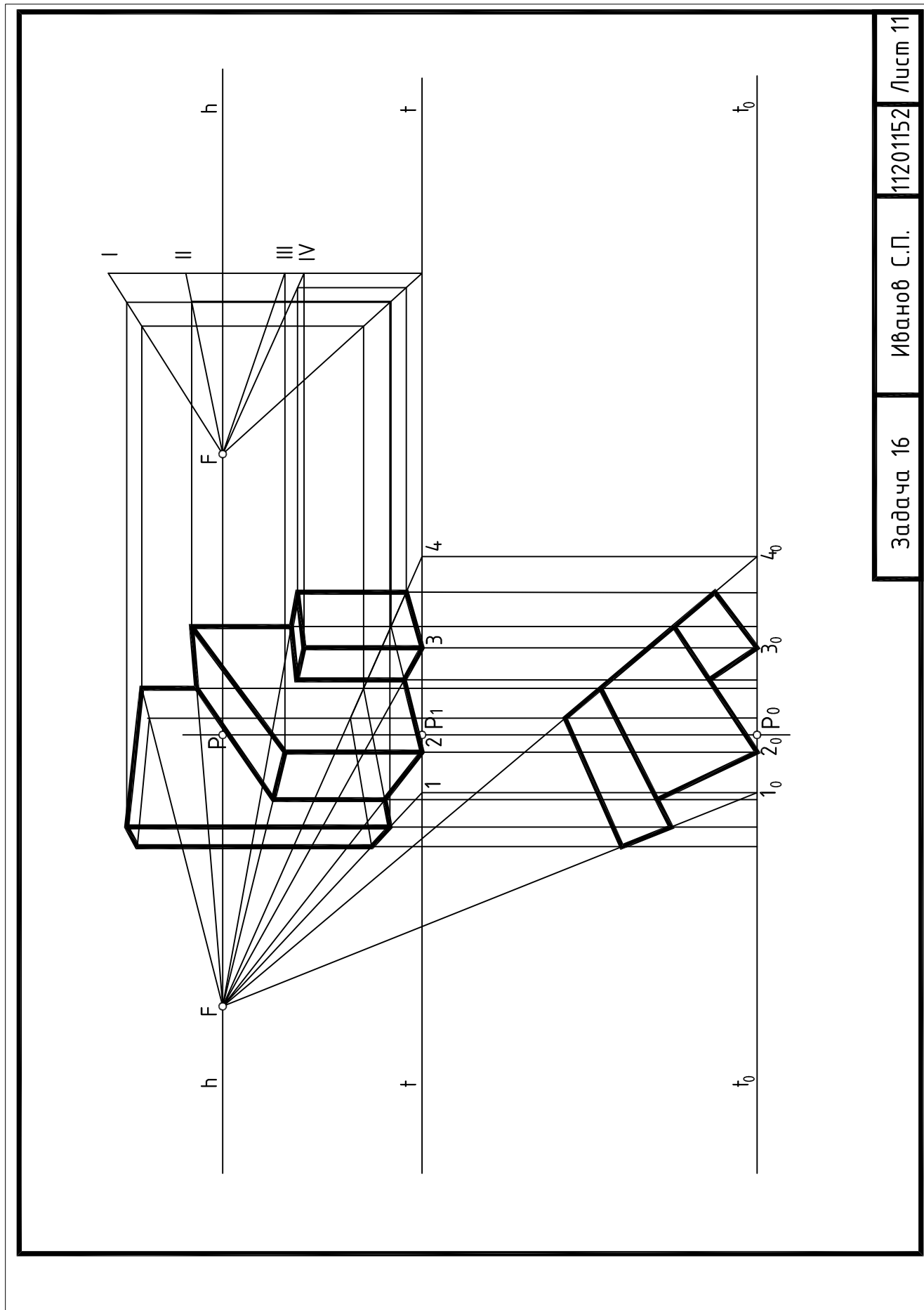


Рис. 16.
Образец выполнения задачи 16.

Задача 17

Определить границы земляных работ (линии пересечения откосов строительной площадки и дороги между собой и с поверхностью земли, заданной горизонталями), приняв уклон откосов выемки **1:1**, уклон откосов насыпей **2:3**.

Построить профиль (сечение) по указанному положению секущей плоскости.

Задачу выполнить на формате А3 в масштабе 1:200. Вертикальный и горизонтальный масштабы одинаковые (см. образец выполнения задания - рис. 17).

План решения задачи

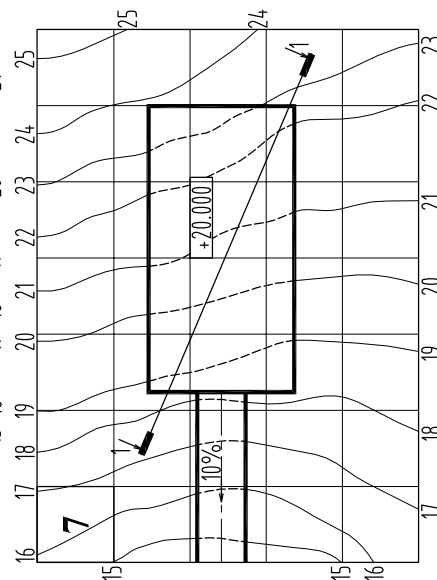
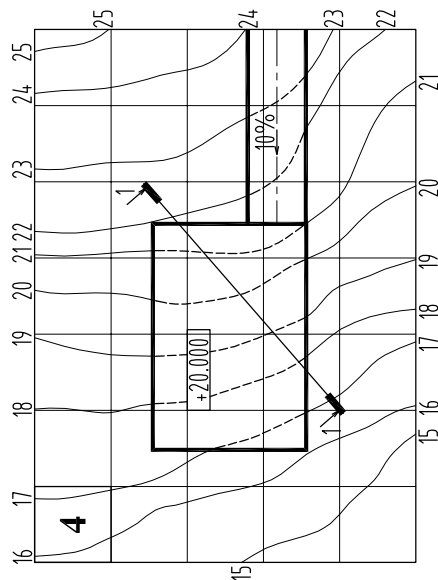
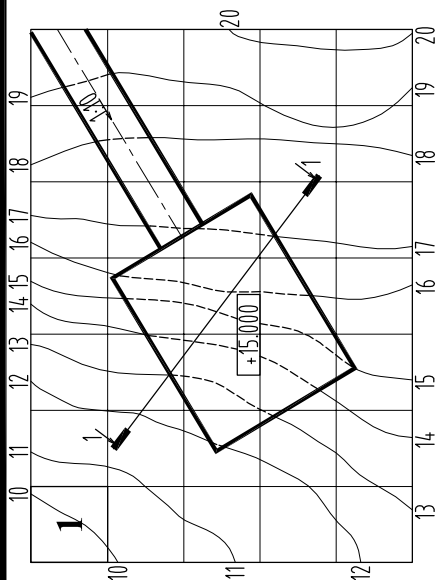
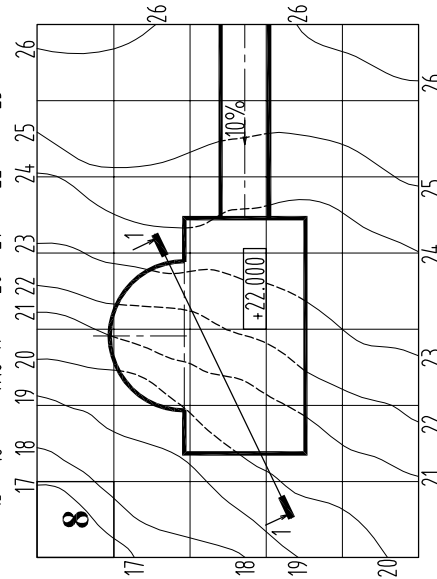
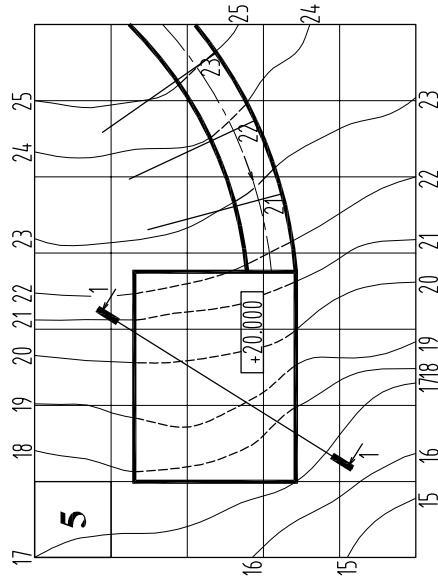
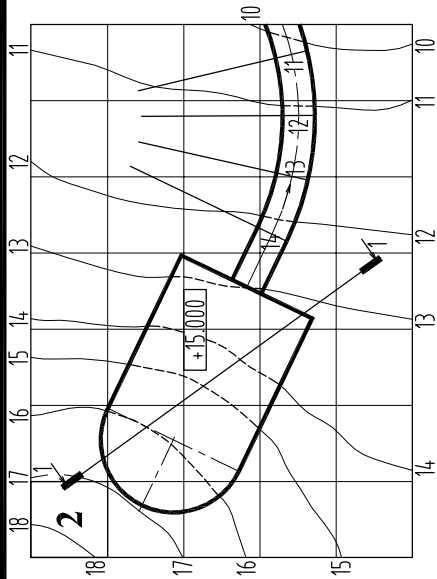
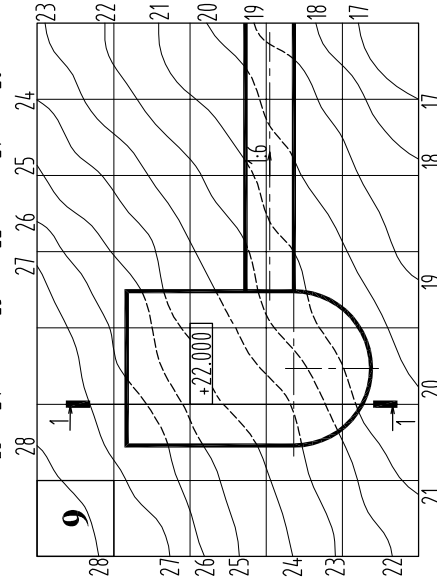
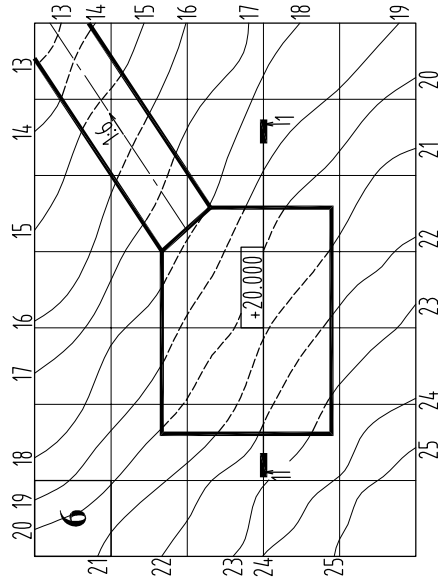
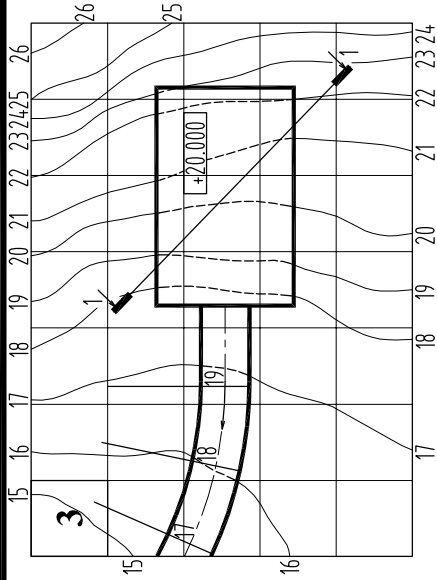
1. В соответствии с индивидуальным вариантом задания вычертить тонкими линиями исходные данные для решения задачи.
2. Определить линию нулевых работ.
3. Разобраться, какая часть сооружения будет создаваться выемкой (где нужно снять землю), а какая насыпанием грунта.
4. Вычертить линейный масштаб и построить график уклонов плоскости (сторона каждого квадрата сетки углового масштаба соответствует 1 м, а в масштабе 1:200 = 5 мм).
5. Построить графики уклонов дороги и откосов выемки и насыпи и по ним определить интервал дороги, интервал выемки и интервал насыпи.
6. Проградуировать полотно дороги. (В некоторых вариантах горизонтали полотна дороги заданы).
7. Построить горизонтали поверхностей откосов, выемки и насыпи.
8. Построить линии пересечения откосов между собой.
9. Построить линии пересечения откосов с поверхностью земли - границы земляных работ.
10. Нанести бергштрихи согласно ГОСТу 21.204-93 [16].
11. Построить профиль 1-1.

Контрольные вопросы

1. В чем различие между методом проекций с числовыми отметками и ортогональным методом проецирования?
2. Что называется заложением прямой?
3. Что называется уклоном прямой?
4. Какая разница между интервалом прямой и ее заложением?
5. Что значит «проградуировать» прямую?
6. Укажите основные способы задания плоскости в числовых отметках.
7. Что называется масштабом уклона плоскости?
8. Чему равны интервал и уклон плоскости?
9. Как определяется точка пересечения прямой с плоскостью в проекциях с числовыми отметками?
10. Что называется профилем топографической поверхности?

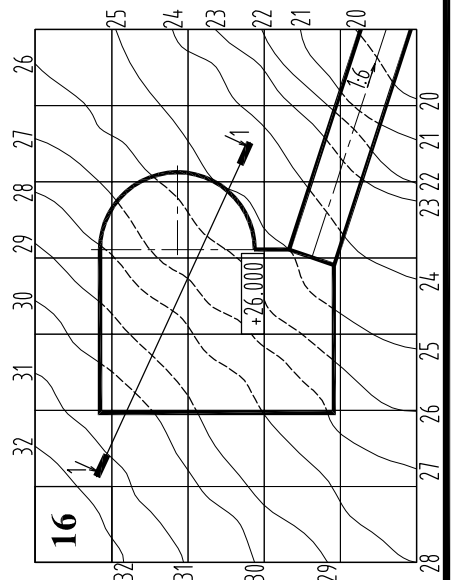
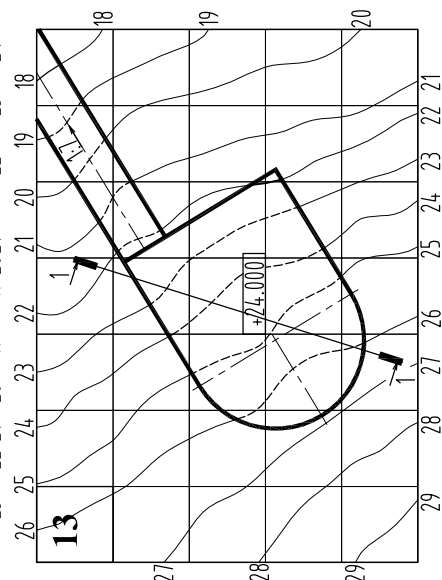
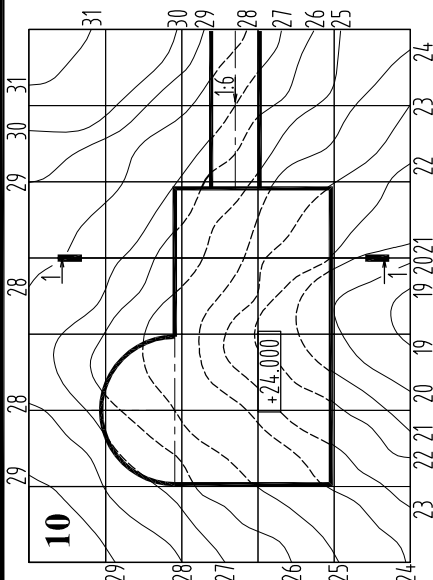
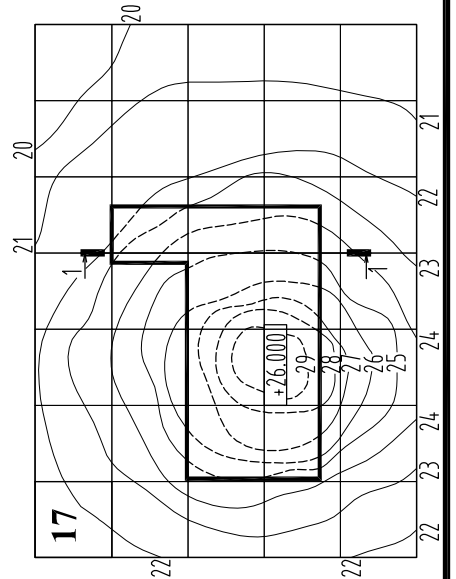
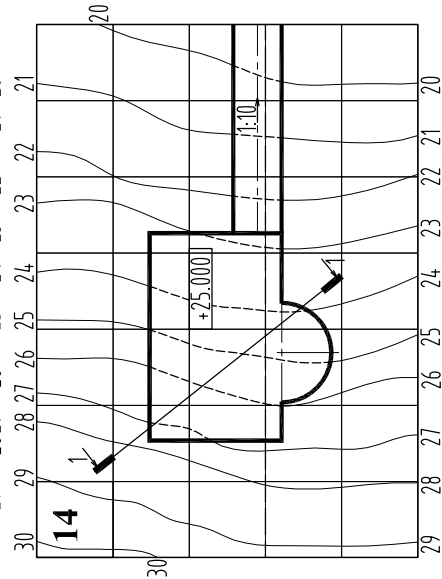
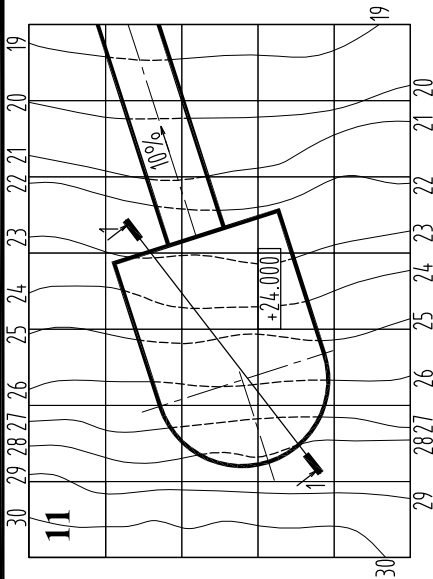
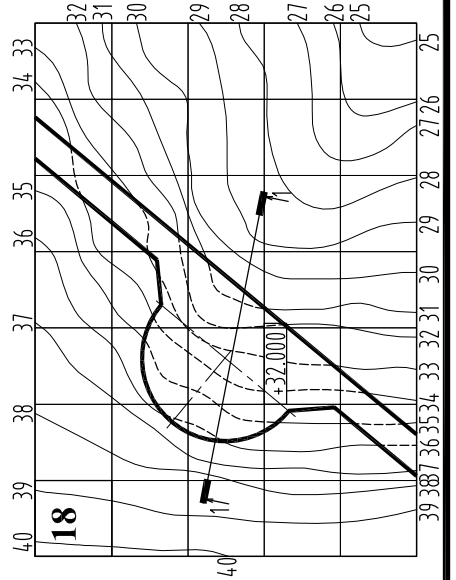
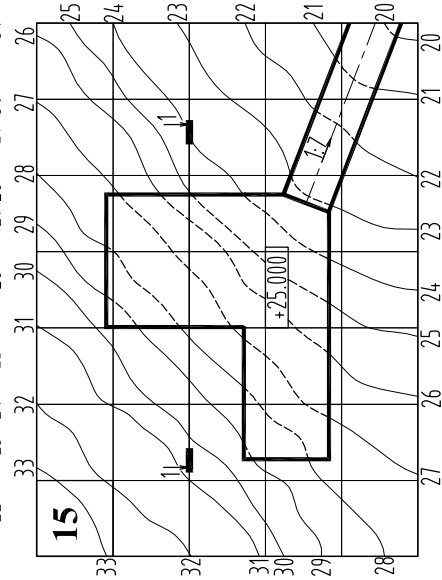
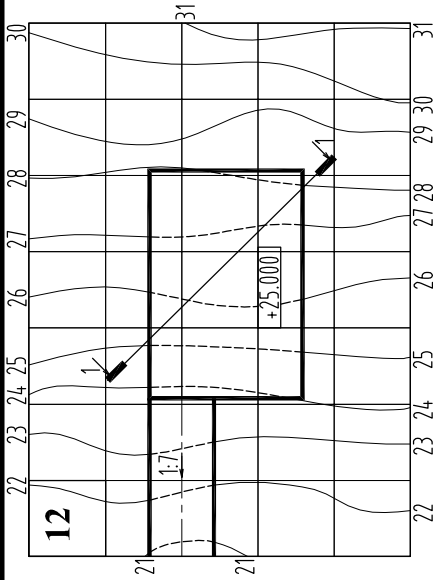
Задача 17

Числовые отметки



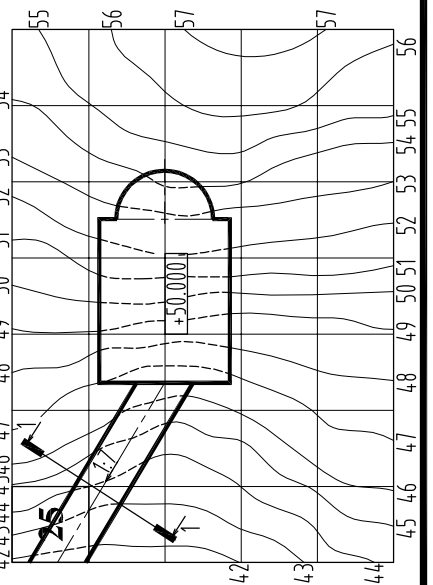
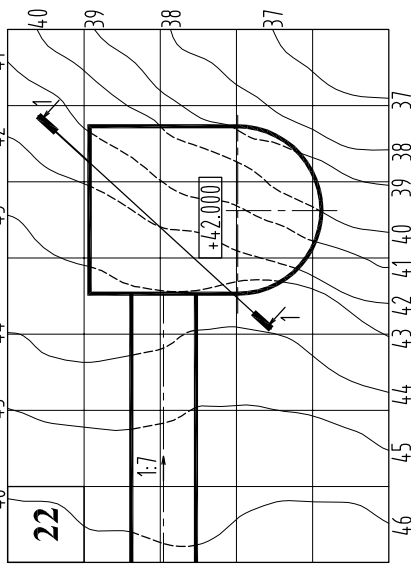
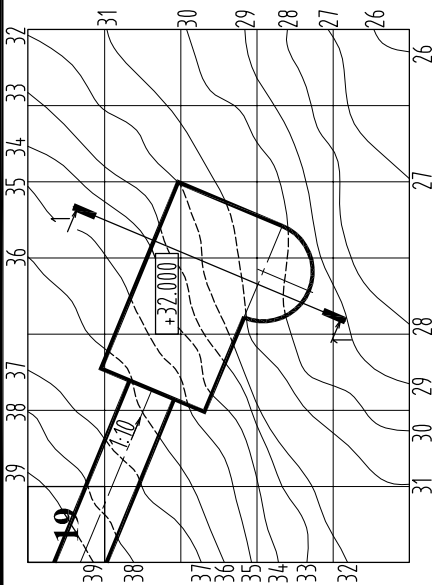
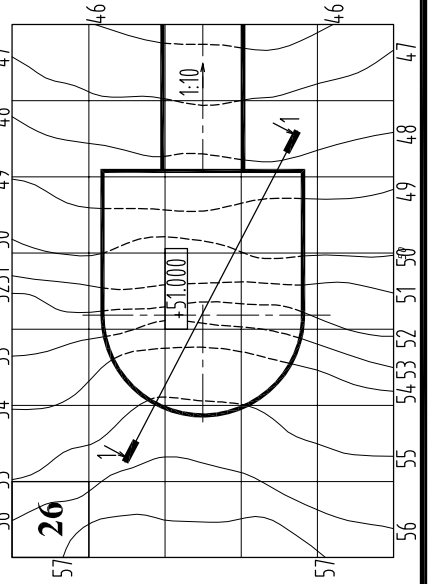
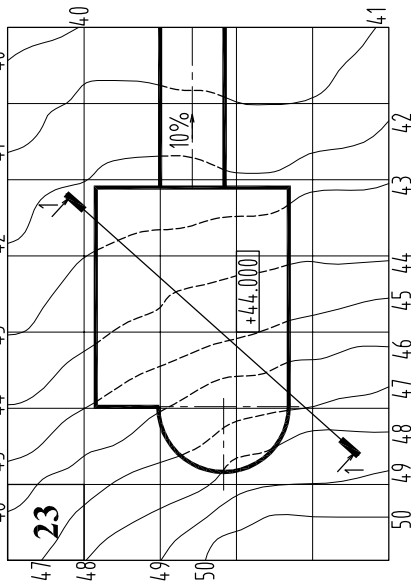
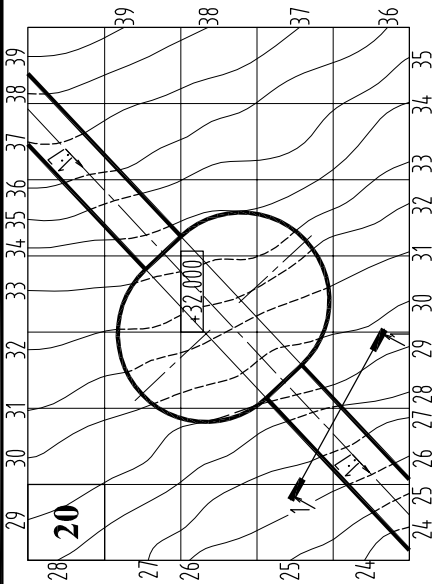
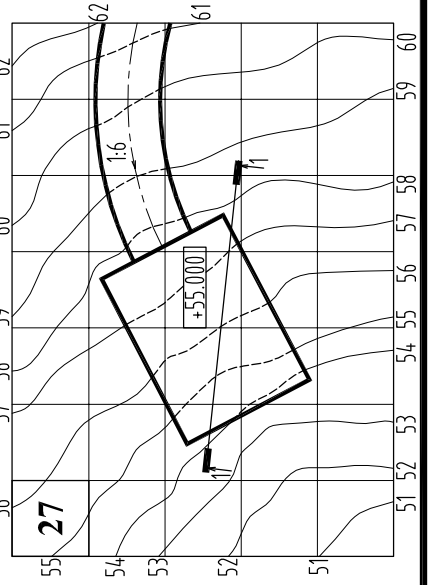
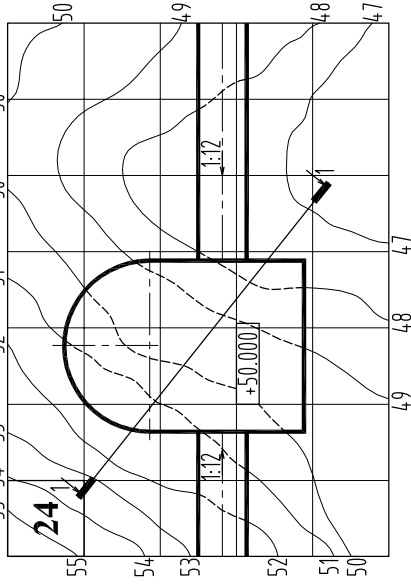
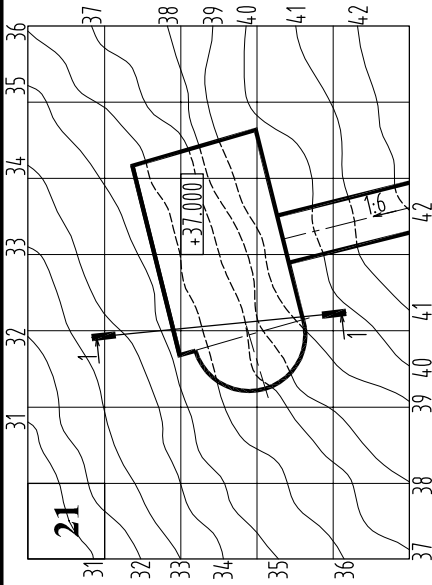
Задача 17

Числовые отметки



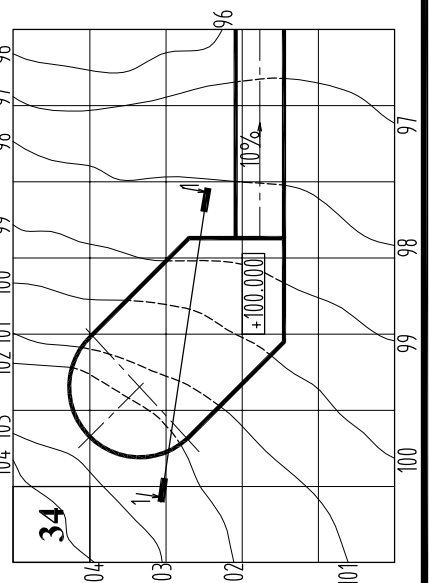
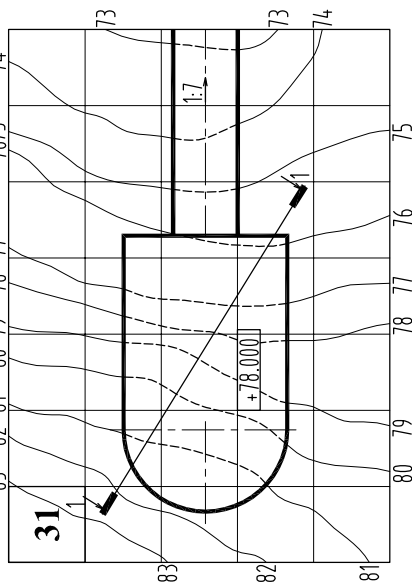
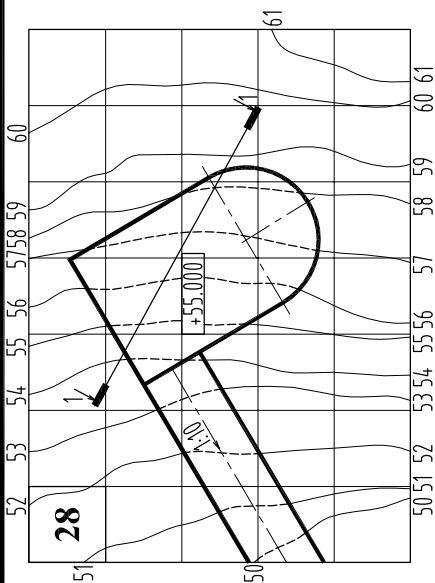
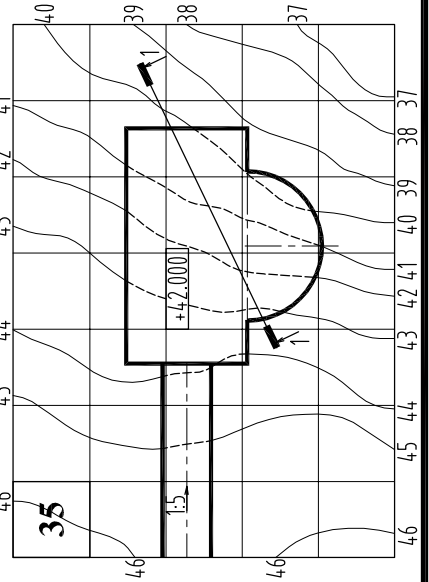
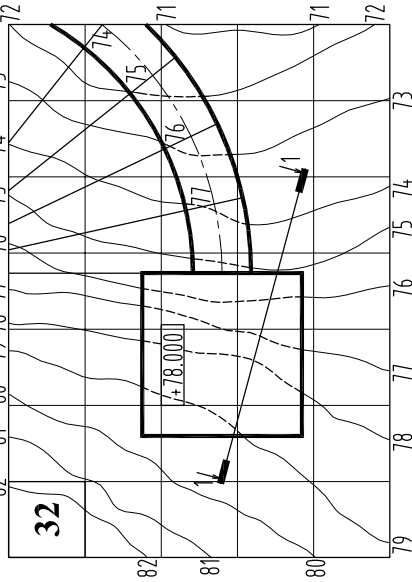
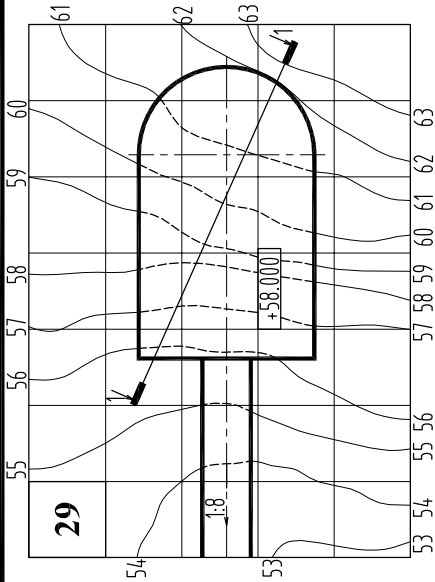
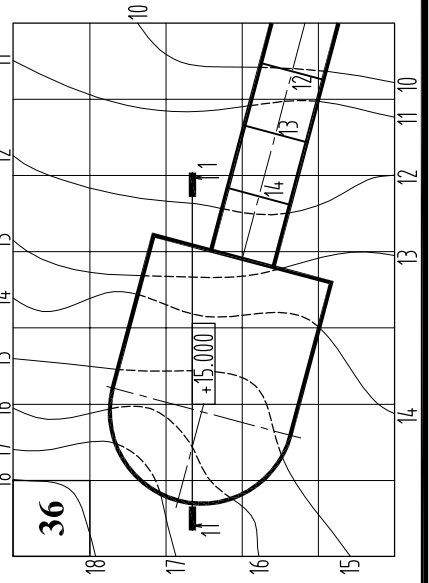
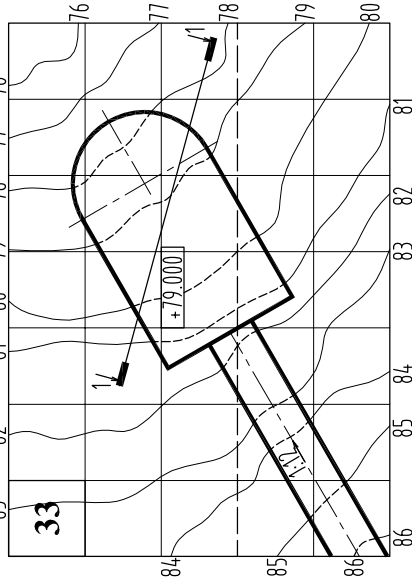
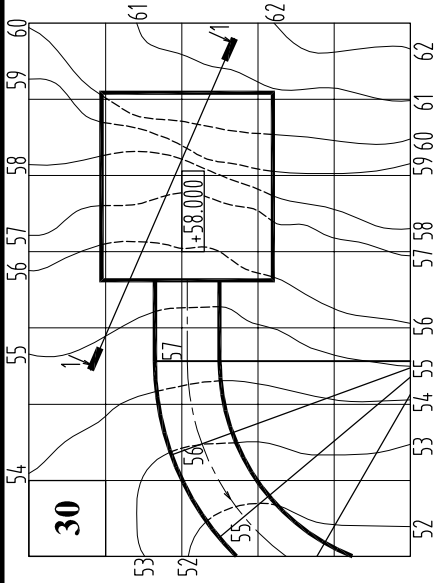
Задача 17

Числовые отметки



Задача 17

Числовые отметки



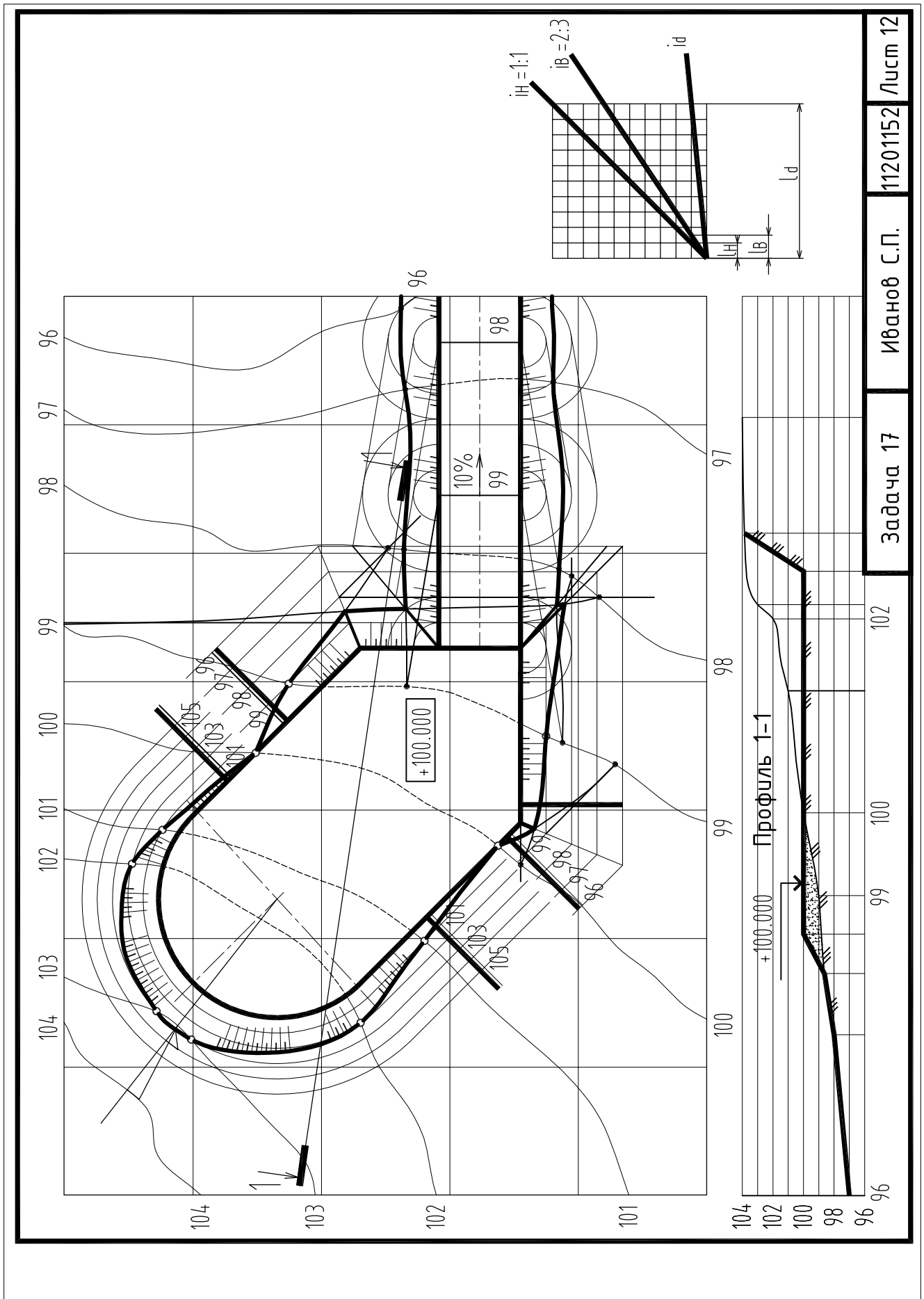


Рис 17.
 Образец выполнения задачи 17.

5.3 Аксонометрические проекции

1. ГОСТ 2.317 - 2011 [17] устанавливает пять видов стандартных аксонометрических проекций. Все они различаются расположением аксонометрических осей и величиной приведенных коэффициентов искажения.
2. Аксонометрическую проекцию одной из ортогональных проекций фигуры на эмпоре Монжа называют вторичной проекцией фигуры.
3. Для построения аксонометрии многогранника достаточно построить аксонометрические проекции его вершин.

Задача 18

Построить стандартную аксонометрическую проекцию объекта по заданным ортогональным проекциям.

Задание выполнить на формате А3 по условию задачи 16 (см. образец выполнения - рис. 18).

План решения задачи

1. Выбрать аксонометрическую проекцию для изображения объекта.
2. Начинать построение необходимо с изображения вторичной проекции.
3. Все вспомогательные построения, выполненные сплошными тонкими линиями, сохранить.
4. Штриховой линией обозначить линии невидимого контура.

Контрольные вопросы

1. Какие проекции называются аксонометрическими?
2. На какие группы делятся аксонометрические проекции в зависимости от направления проецирования и в зависимости от коэффициента искажения?
3. Сформулируйте теорему Польке.
4. Какой зависимостью связаны между собой коэффициенты искажения в косоугольных и прямоугольных аксонометрических проекциях?
5. Назовите стандартные аксонометрии.
6. Из каких изображений складывается обратимый аксонометрический чертеж?
7. Как осуществляется переход от ортогональной проекции точки к аксонометрической?
8. Как определяют на чертеже направление и величину большой и малой оси эллипса, являющегося аксонометрической проекцией окружности для прямоугольной изометрии?

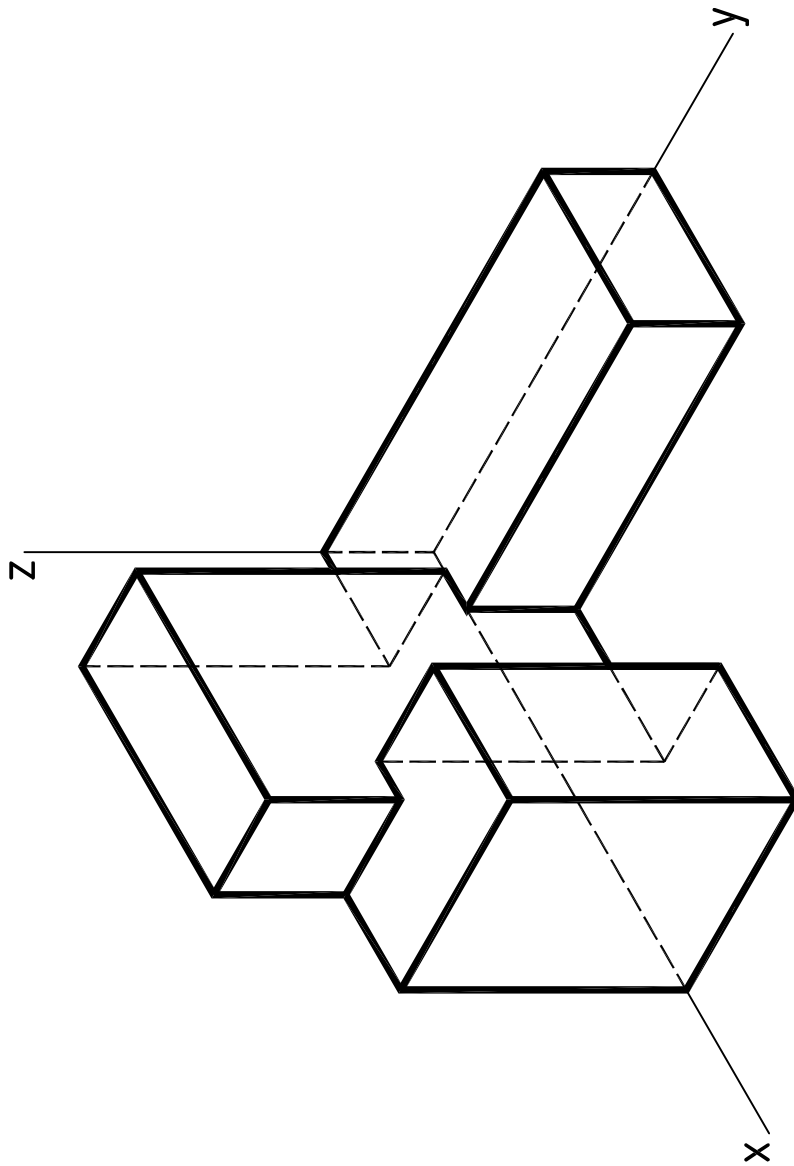


Рис. 18.
Образец выполнения задачи 18.

ЛИТЕРАТУРА

1. Начертательная геометрия: конспект лекций в 2 ч. /Ю.И. Садовский и др.; под ред. В.В. Тарасова. - Минск: БНТУ, 2010. - Ч.1: Метод Монжа. Позиционные задачи. - 88 с.
2. Начертательная геометрия: конспект лекций в 2 ч. /Л.С. Корытко и др.; под ред. В.В. Тарасова. - Минск: БНТУ, 2011. - Ч.2: Метрические задачи. Однокартинные изображения. - 118с.
3. Методическое пособие с элементами программированного обучения по курсу «Начертательная геометрия» для студентов строительных специальностей. Часть 1. Позиционные задачи / З.И. Александрович [и др.]; под общ. ред. / З.И. Александрович. - Минск: БГПА, 1994. - 66 с.
4. Методическое пособие с элементами программированного обучения по курсу «Начертательная геометрия» для студентов строительных специальностей. Часть 2. Метрические задачи / З.И. Александрович [и др.]; под общ. ред. / З.И. Александрович. - Минск: БПИ, 1987. - 57 с.
5. Методическое пособие с элементами программированного обучения по курсу «Начертательная геометрия» для студентов строительных специальностей. Часть 3. Однокартинные чертежи. Тени / З.И. Александрович [и др.]; под общ. ред. / З.И. Александрович. - Минск: БГПА, 1996. - 57 с.
6. Крылов, Н.Н. Начертательная геометрия / Н.Н. Крылов, Г.С. Иконников, В.Л. Николаев. - М.: Высшая школа, 2002. - 224 с.
7. Виноградов, В.Н. Начертательная геометрия / В.Н. Виноградов. - Минск: Амалфея, 2001. - 368 с.
8. Георгиевский, О.В. Начертательная геометрия / О.В. Георгиевский. Сборник задач с решениями типовых примеров. М.: Астрель-АСТ, 2002. - 278с.
9. Уласевич З.Н. Начертательная геометрия. - М., 2009. -
10. Фролов С.А. Начертательная геометрия.- М., 2002. -
11. Чекмарев А.А. Начертательная геометрия и черчение.- М., 2005.
12. ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы
13. ГОСТ 2.302-68 ЕСКД. Масштабы
14. ГОСТ 2.303-68 ЕСКД. Линии
15. ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные
16. ГОСТ 21.204-93 Условные графические обозначения и изображения элементов генеральных планов и сооружений транспорта.
17. ГОСТ 2.317-2011 ЕСКД. Аксонометрические проекции

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СИМВОЛИКА	4
Образец титульного листа	6
МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ РАСЧЕТНО- ГРАФИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ. ЗАДАНИЕ 1	7
Условие к задаче 1	8
Варианты заданий задачи 1	9
Условие к задаче 2	11
Условие к задаче 3	12
Условие к задаче 4	13
Варианты заданий задач 2, 3, 4	14
Образец выполнения задач 1, 2, 3, 4	16
ЗАДАНИЕ 2	17
Условие к задаче 5	18
Варианты заданий задачи 5	19
Образец выполнения задачи 5(1, 2)	25
Образец выполнения задачи 5(3)	26
ЗАДАНИЕ 3	27
Условие к задаче 6	28
Варианты заданий задачи 6а	29
Образец выполнения задачи 6а	32
Варианты заданий задачи 6б	33
Образец выполнения задачи 6б	35
Условие к задаче 7	36
Варианты заданий задачи 7	37
Образец выполнения задачи 7	39
Условия к задачам 8, 9	40
Варианты заданий задачи 8	41
Варианты заданий задачи 9	44
Образец выполнения задач 8, 9	47
ЗАДАНИЕ 4	48
Условие к задаче 10	48
Условие к задаче 11	49
Условие к задаче 12	50
Условие к задаче 13	50
Варианты заданий задач 10-13	51
Образец выполнения задач 10-13	52

Условие к задаче 14	53
Варианты заданий задачи 14	54
Образец выполнения задачи 14	55
Условие к задаче 15	56
Варианты заданий задачи 15	57
Образец выполнения задачи 15а	60
Образец выполнения задачи 15б	61
ЗАДАНИЕ 5	62
Условие к задаче 16	63
Варианты заданий задачи 16	64
Образец выполнения задачи 16	66
Условие к задаче 17	68
Варианты заданий задачи 17	69
Образец выполнения задачи 17	73
Условие к задаче 18	74
Образец выполнения задачи 18	75
ЛИТЕРАТУРА	76

Учебное издание

ШУБЕРТ Ирина Михайловна
КАСАТКИНА Ольга Николаевна
САДОВСКИЙ Юрий Игоревич и др.

**ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ
ПО НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ
и методические указания по решению
и оформлению расчетно-графических работ**

Учебно-методическое пособие
для студентов строительных специальностей

Технический редактор *О. В. Песенько*

Подписано в печать 14.07.2014. Формат 60×84¹/₈. Бумага офсетная. Ризография.

Усл. печ. л. 9,18. Уч.-изд. л. 3,59. Тираж 500. Заказ 4.

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.