



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Белорусский национальный  
технический университет

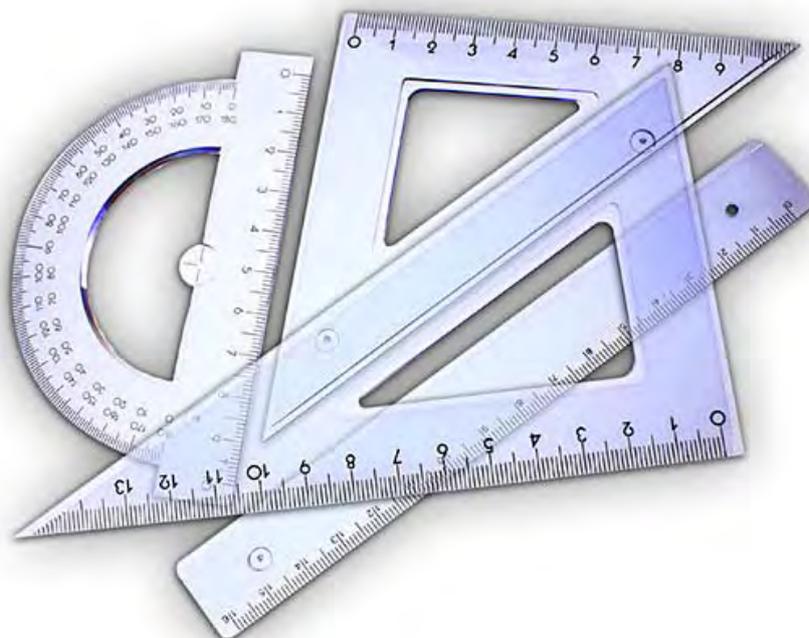
---

Кафедра «Инженерная графика строительного профиля»

И. М. Шуберт, О. Н. Касаткина, О. А. Холодкова

# ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

*Учебно-методическое пособие*



Минск  
БНТУ  
2014

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Кафедра «Инженерная графика строительного профиля»

И. М. Шуберт, О. Н. Касаткина, О. А. Холодкова

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

Учебно-методическое пособие  
для студентов направления специальности  
1-27 01 01-17 «Экономика и организация производства (строительство)»

*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  
Ш95

Рецензенты:  
*Г. И. Касперов, В. А. Бобрович*

**Шуберт, И. М.**

Ш95 Индивидуальные задания по инженерной графике : учебно-методическое пособие для студентов направления специальности 1-27 01 01-17 «Экономика и организация производства (строительство)» / И. М. Шуберт, О. Н. Касаткина, О. А. Холодкова. – Минск : БНТУ, 2014. – 41 с.  
ISBN 978-985-550-440-6.

Учебно-методическое пособие «Индивидуальные задания по инженерной графике» для студентов специальности «Экономика и организация производства (строительство)» содержит варианты индивидуальных заданий (РГР), методические указания по их выполнению и предназначено для систематизации теоретических знаний, лучшей организации и активизации учебного процесса при изучении дисциплины «Инженерная графика», а также для организации самостоятельной работы студентов и подготовки к экзамену. Пособие соответствует учебной программе, календарному учебно-производственному плану по специальности «Экономика и организация производства (строительство)» и методике изложения материала на лекциях по инженерной графике. Выполнение предлагаемых РГР и работа с методическими материалами данного пособия позволит студентам качественно подготовиться к итоговому контролю знаний по дисциплине.

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

ISBN 978-985-550-440-6

© Шуберт И. М., Касаткина О. Н.,  
Холодкова О. А., 2014  
© Белорусский национальный  
технический университет, 2014

## ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие «Индивидуальные задания по инженерной графике» для студентов специальности «Экономика и организация производства (строительство)» ориентировано на самостоятельное выполнение студентами расчетно-графических работ (РГР). Пособие включает:

- требования к оформлению расчетно-графических работ (РГР);
- методические указания по их выполнению;
- алгоритмы решения типовых задач;
- примеры оформления индивидуальных заданий (РГР);
- образец условий индивидуального задания (РГР);
- список рекомендованной литературы.

Дисциплина «Инженерная графика» состоит из *трех* структурно и методически согласованных *разделов*:

- основы начертательной геометрии;
- проекционное черчение;
- строительное черчение.

## 1. ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

### 1.1. Форматы, основные надписи

В зависимости от раздела дисциплины графическое оформление РГР должно соответствовать требованиям стандартов ЕСКД и СПДС. Работы выполняют на чертежной бумаге формата А3 (420 x 297) или А4 (210 x 297) с помощью чертежных инструментов, с соблюдением всех требований, предъявляемых к оформлению чертежей по ГОСТам ЕСКД в части «Общие правила оформления выполнения чертежей» [1-5].

На формате А3 или А4 наносят рамку поля чертежа на расстоянии 20мм слева и по 5мм справа, сверху и снизу (рис.1) [2].

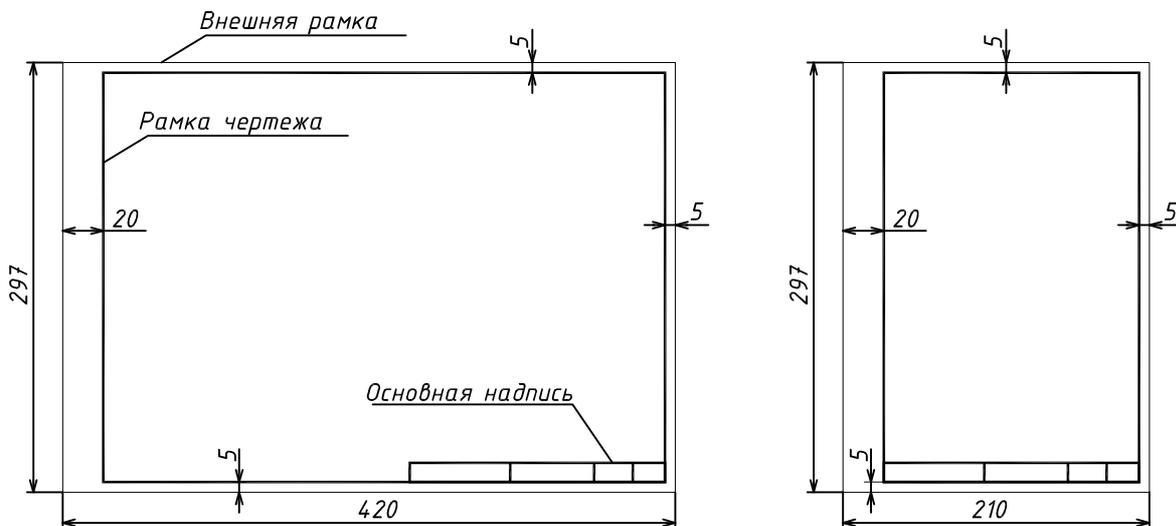


Рис. 1.

В правом нижнем углу вычерчивают основную надпись. На индивидуальном задании раздела «Основы начертательной геометрии» основная надпись выполняется по образцу на рис.2.

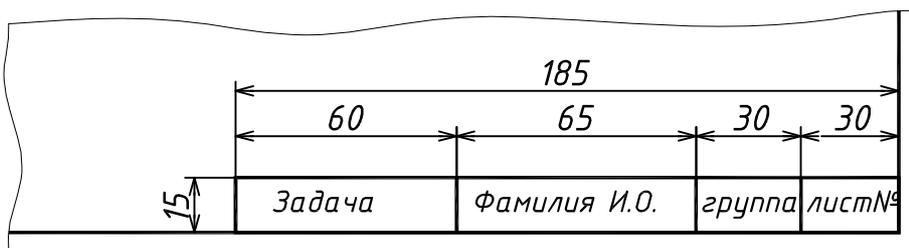


Рис. 2.

На индивидуальном задании раздела «Проекционное черчение» основная надпись выполняется по образцу на рис.3 согласно ГОСТ 2.104 - 2006. [1]

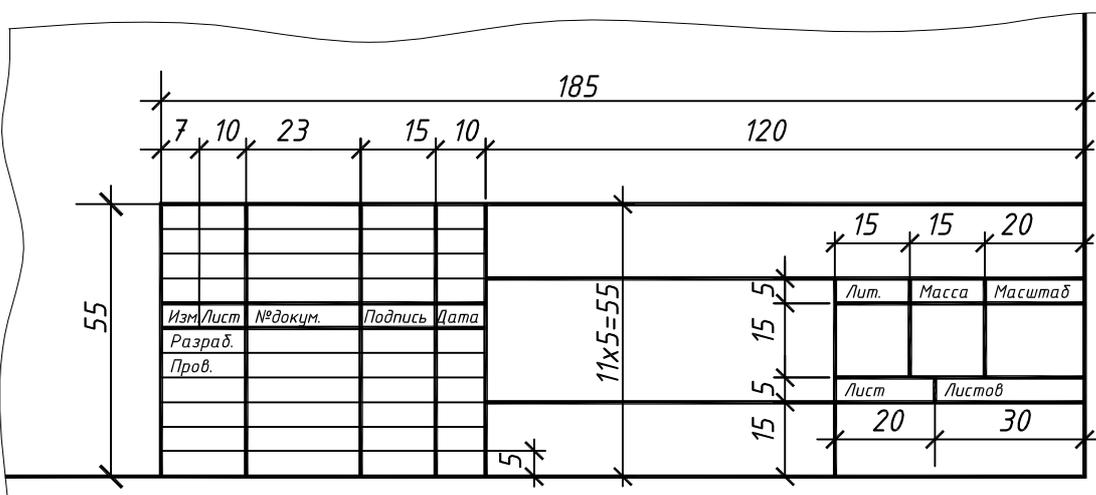


Рис. 3.

На индивидуальном задании раздела «Строительное черчение» основная надпись выполняется по образцу на рис.4 по ГОСТ 21.101-93. [10]

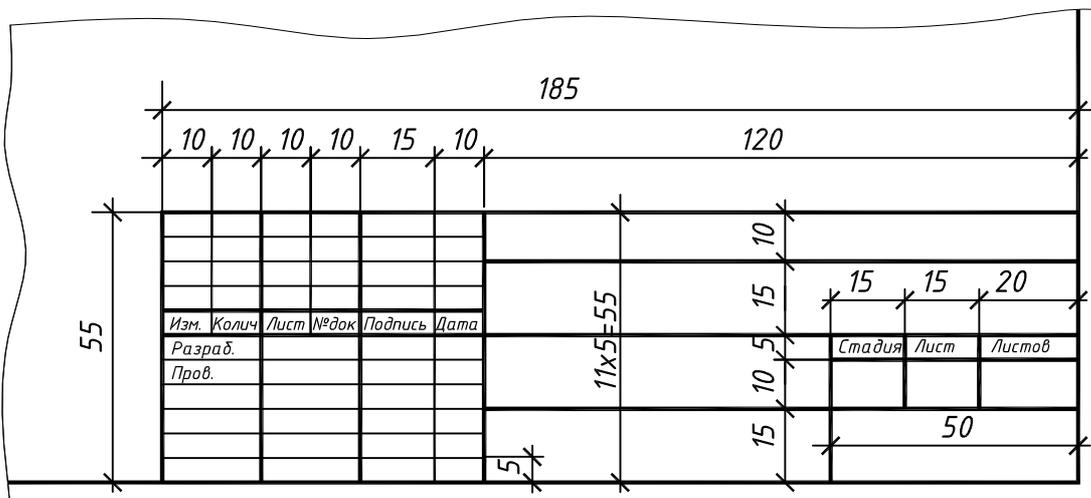


Рис. 4.

## 1.2. Типы линий

При выполнении чертежей применяют линии различного начертания и толщины, предусмотренные ГОСТ 2.303-68. [4]

Задания выполняются карандашом с помощью чертежных инструментов, вначале тонкими линиями, которые, после окончательной проверки решения задачи преподавателем, обводятся. При оформлении чертежа нужно стремиться к тому, чтобы все линии и надписи на чертеже были одной яркости.

### Рекомендуется использовать:

- линии видимого контура - **основная сплошная** (толщиной  $S$  (0,8 ... 1мм) ;
- линии невидимого контура - **штриховая** ( $S/3 = 0,3$  мм);
- осевые, центровые - **штрихпунктирная** ( $S/3 = 0,3$  мм);
- линии вспомогательных построений и линии связи, размерные, выносные, линии штриховки - **сплошная тонкая** ( $S/3 = 0,3$  мм);
- линии разграничения вида и разреза - **сплошная волнистая, сплошная тонкая с изломом** ( $S/3 = 0,3$  мм)
- линии сечений - **разомкнутая** ( $1,5 S = 1,5$  мм).

## 1.3. Шрифты чертежные

Все *надписи* на чертежах следует выполнять шрифтом по ГОСТ 2.304-81 [5] с соблюдением наклона и размеров букв, цифр и знаков. Основным параметром чертежного шрифта является его размер  $h$  - высота прописных букв в миллиметрах, измеренная по перпендикуляру к основанию строки. Ширина букв  $g$  определяется отношением к толщине  $d$  линии шрифта, например,  $g=6d$ . Толщина линии шрифта  $d$  определяется в зависимости от типа и размера шрифта, например,  $d=(1/10)h$  (рис. 5).

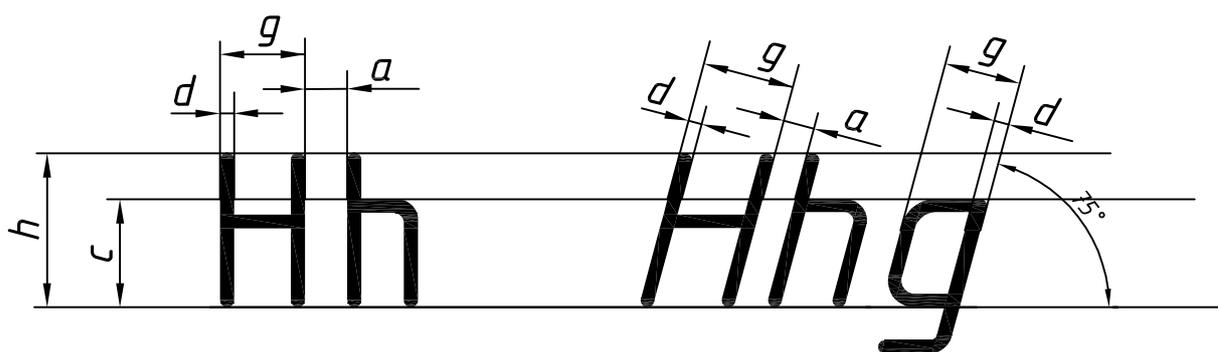


Рис. 5

В зависимости от отношения толщины линии шрифта  $d$  к размеру  $h$  установлены типы шрифта: тип А - при  $d=(1/14)h$  (с наклоном и без наклона); тип Б - при  $d=(1/10)h$  (с наклоном и без наклона). Для шрифта с наклоном принимают наклон линий вправо под углом  $75^\circ$  к строке. При выполнении РГР рекомендуется использовать наклонный тип Б.

## 1.4. Масштабы изображений. Компановка изображений на формате. Оформление альбома индивидуальных заданий (РГР)

Индивидуальные задания (РГР) выполняются в следующих масштабах:

- по начертательной геометрии в масштабе 1:1;
- по проекционному черчению в масштабе 1:1;
- по строительному черчению в масштабе 1:50.

Задачи компануются так, чтобы изображения равномерно располагались на формате и вычерчиваются в проекционной связи. Изображения выполняются по методу прямоугольного проецирования, перспектива - по методу центрального проецирования. На одном листе формата А3 может быть размещено 2 задачи.

Графические задания, подписанные преподавателем, в конце семестра необходимо оформить в альбом РГР с *титульным листом* формата А3 (420x297). Пример оформления титульного листа приведен в приложении (образец 1). При оформлении альбома все графические задания должны быть сложены по порядку. Все построения на чертежах следует сохранять. После оформления допуска к экзамену студент предоставляет альбом РГР на экзамен.

## 1.5. Обозначения и символы

### 1.5.1. Обозначения геометрических фигур и их проекций

- Декартова система координат  $x, y, z$ , начало координат  $O$ .
- Плоскости проекций обозначаются:
  - $\Pi_1$  - горизонтальная плоскость проекций;
  - $\Pi_2$  - фронтальная плоскость проекций;
  - $\Pi_3$  - профильная плоскость проекций.
- Точки, расположенные в пространстве, обозначаются прописными буквами латинского алфавита:  
 $A, B, C, D \dots L, M, N \dots$
- Прямые общего положения обозначаются строчными буквами латинского алфавита:  
 $a, b, c, d \dots l, m, n \dots$
- Линии уровня обозначаются:  
 $h$  - горизонталь;  $f$  - фронталь.
- Поверхности и заданные плоскости обозначаются прописными буквами греческого алфавита:  
 $A, B, \Gamma, \Delta \dots P, \Sigma, Y \dots$
- Проекции точек, прямых, заданных плоскостей и поверхностей обозначаются теми же буквами, что и оригинал с добавлением индекса плоскости проекций:
  - $A_1, B_{1\dots}; a_1, b_{1\dots}; \Delta_1, \Sigma_{1\dots}$  - горизонтальные проекции;
  - $A_2, B_{2\dots}; a_2, b_{2\dots}; \Delta_2, \Sigma_{2\dots}$  - фронтальные проекции;
  - $A_3, B_{3\dots}; a_3, b_{3\dots}; \Delta_3, \Sigma_{3\dots}$  - профильные проекции.

## 1.5.2. 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.  $\sphericalangle$  - скрещиваются.  
 $a \sphericalangle b$  - прямые  $a$  и  $b$  скрещиваются.

## 1.5.3. Обозначения теорико-множественных логических операций

1.  $\in$  - принадлежит, является элементом.  
 $A \in m$  - точка  $A$  принадлежит прямой  $m$  (т.  $A$  лежит на прямой  $m$ )  
 $n \ni B$  - прямая  $n$  проходит через точку  $B$ .
2.  $\subset$  - включает, содержит.  
 $a \subset \Gamma$  - прямая  $a$  принадлежит плоскости  $\Gamma$ .  
 $\Delta \supset b$  - плоскость  $\Delta$  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.

## 2. ОСНОВЫ НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

В основе построения изображений (проекций) лежит метод прямоугольного проецирования на три плоскости проекций:  $\Pi_1$  - горизонтальную,  $\Pi_2$  - фронтальную и  $\Pi_3$  - профильную плоскости проекций. Точку  $A(x,y,z)$  на эюре Монжа задают двумя проекциями  $A_1(x_A, y_A)$ ,  $A_2(x_A, z_A)$ , третью проекцию  $A_3(y_A, z_A)$ , строят по двум заданным (рис. 6).

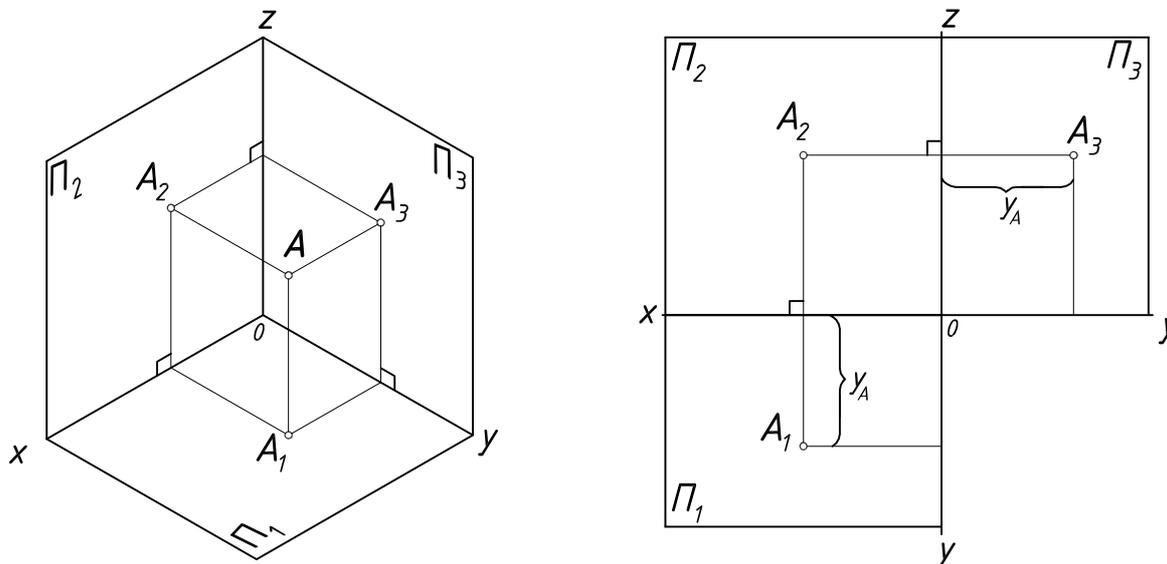


Рис. 6

Перед выполнением РГР необходимо изучить соответствующую тему по конспекту, рекомендованной преподавателем литературе [13-24], выполнить аудиторные задания [25]. Индивидуальные расчетно-графические задания выполняются студентом самостоятельно. Самостоятельная работа включает:

- систематическую проработку и закрепление лекционного материала. Для этого используются конспекты лекций [19,20], учебники, в том числе электронные, рекомендованные преподавателем так, как слушая лекцию, студенты достигают только восприятия, понимания учебного материала, но не его полного усвоения;
- подготовку к практическим занятиям, используя учебно-методические разработки кафедры, включающие вопросы для самоконтроля [21-25];
- выполнение индивидуальных домашних расчетно-графических работ (РГР), используя методические рекомендации по их выполнению, которые включают алгоритмы решения задач по темам;
- подготовку к текущим контрольным работам;
- подготовку к экзамену.

РГР включает выполнение восьми заданий. Образцы выполнения заданий приведены в приложении. Пример выдаваемого студенту индивидуального задания приведен в приложении на образце 2.

## 2.1. Принадлежность точки и линии поверхности. Задание 1

**Задание 1** - «Построить три проекции заданных поверхностей и проекции заданных на них линий». Задание состоит из пяти задач.

При решении задач задания нужно исходить из следующих основных положений:

- по положению относительно плоскостей проекций поверхности можно разделить на две группы: проецирующие и общего положения. В зависимости от этого выбирается **алгоритм** решения конкретной задачи;

- поверхность является проецирующей относительно той плоскости проекций, которой перпендикулярны образующие цилиндрической или ребра гранной поверхности. Проецирующая поверхность имеет вырожденную проекцию - линию: ломанную или кривую (рис.7). Следовательно проецирующей может быть только цилиндрическая или призматическая поверхности;

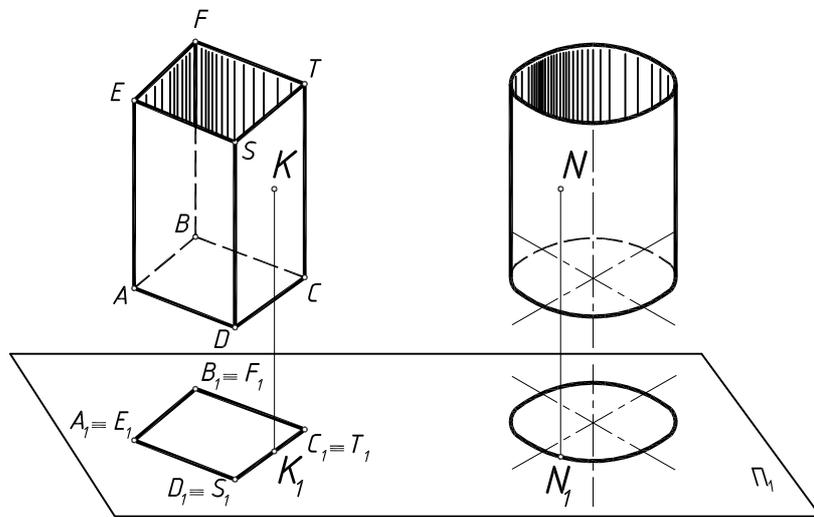


Рис. 7

- все остальные поверхности, проекции которых - плоские фигуры это поверхности общего положения (рис. 8).

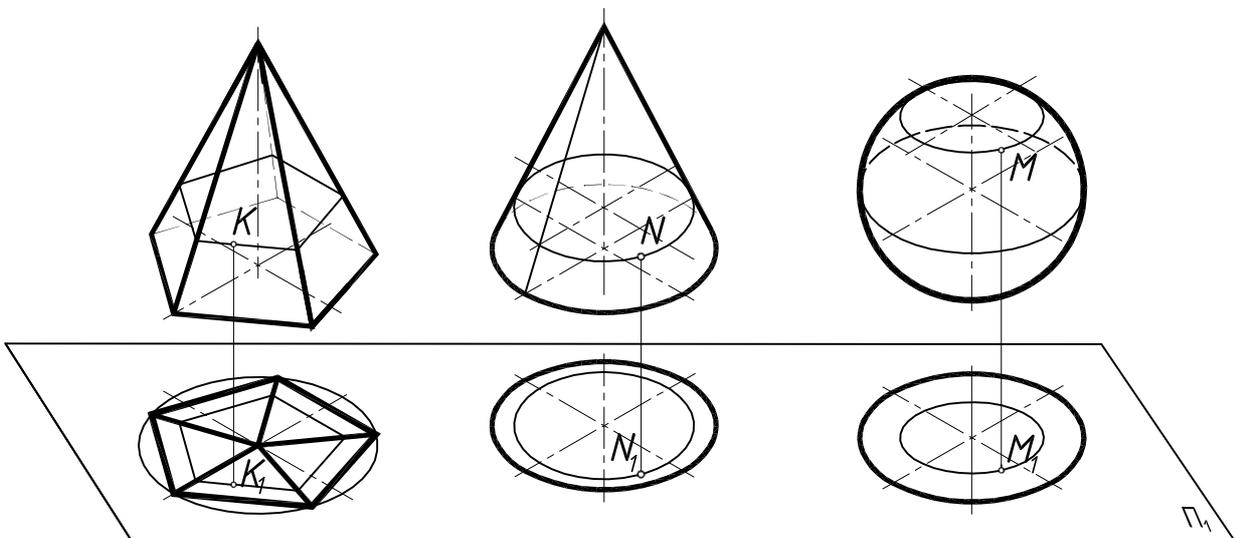


Рис. 8

### Общий план решения задач 1.1 - 1.5 задания 1:

- а) провести анализ заданной поверхности;
- б) проанализировать характер линий на поверхности (прямая или кривая);
  - для построения проекции произвольной линии, принадлежащей поверхности, необходимо построить проекции множества точек этой линии, среди которых характерные (экстремумы, граничные, точки на линиях симметрии кривой) и промежуточные (любая на поверхности) точки;
  - для построения прямой линии достаточно двух точек;
- в) построить проекции линий на поверхности в соответствии с положением поверхности относительно плоскостей проекций;
- г) определить видимость проекций линии на поверхности и оформить задачи.

#### 2.1.1. Проецирующие поверхности. Призма, цилиндр

Обратить внимание на то, что боковая поверхность геометрической фигуры проецирующая и, следовательно, ее вырожденная проекция обладает собирательным свойством.

• Построение проекций точки, принадлежащей проецирующей поверхности, не требует введения вспомогательных линий на поверхности, так как соответствующие ее проекции всегда расположены на вырожденной проекции данной поверхности. Следовательно, необходимо обозначить две проекции точки, а недостающую построить (рис. 9)

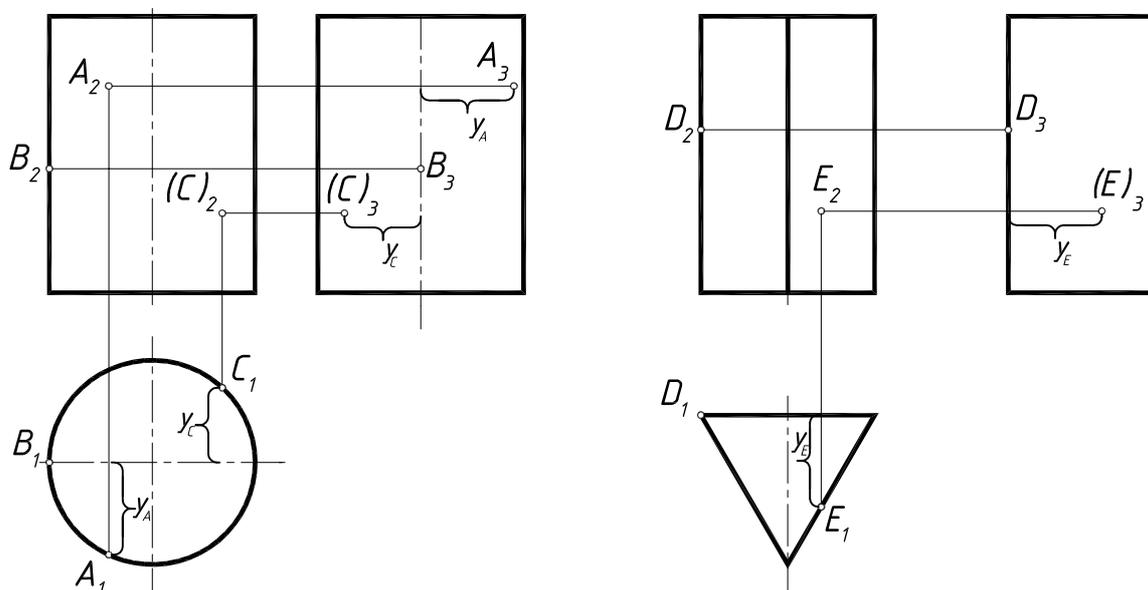


Рис. 9.

**Задачи 1.1 и 1.2.** Построить три проекции прямой призмы и прямого кругового цилиндра и линии на ее поверхности. Определить видимость проекций линии с учетом того, что поверхность, которой она принадлежит, непрозрачна.

### Алгоритм решения задач 1.1 и 1.2:

- закомпоновать на листе формата А3 размещение задач 1.1 и 1.2 (см. приложение);
  - вычертить в соответствии с индивидуальным вариантом задания две заданные проекции поверхности в масштабе 1:1 и построить профильную проекцию;
  - построить недостающие проекции линии, принадлежащей поверхности с учетом того, что боковая поверхность проецирующая и на эпюре есть вырожденная проекция (окружность или ломаная на  $\Pi_1$ );
  - установить видимость проекций линий на поверхности.
- Пример выполнения задач 1.1 и 1.2 приведен на образце 3 в приложении.

### 2.1.2. Поверхности общего положения. Пирамида, конус, сфера

- Точка принадлежит поверхности, если она принадлежит линии поверхности.
- 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.
- В качестве вспомогательных линий, принадлежащих поверхности, выбирают графически простые линии: прямые или параллели-окружности. Для гранных поверхностей это прямые на гранях. Для линейчатых поверхностей это образующие поверхности - прямые линии. Для поверхностей вращения - параллели-окружности (рис.10).

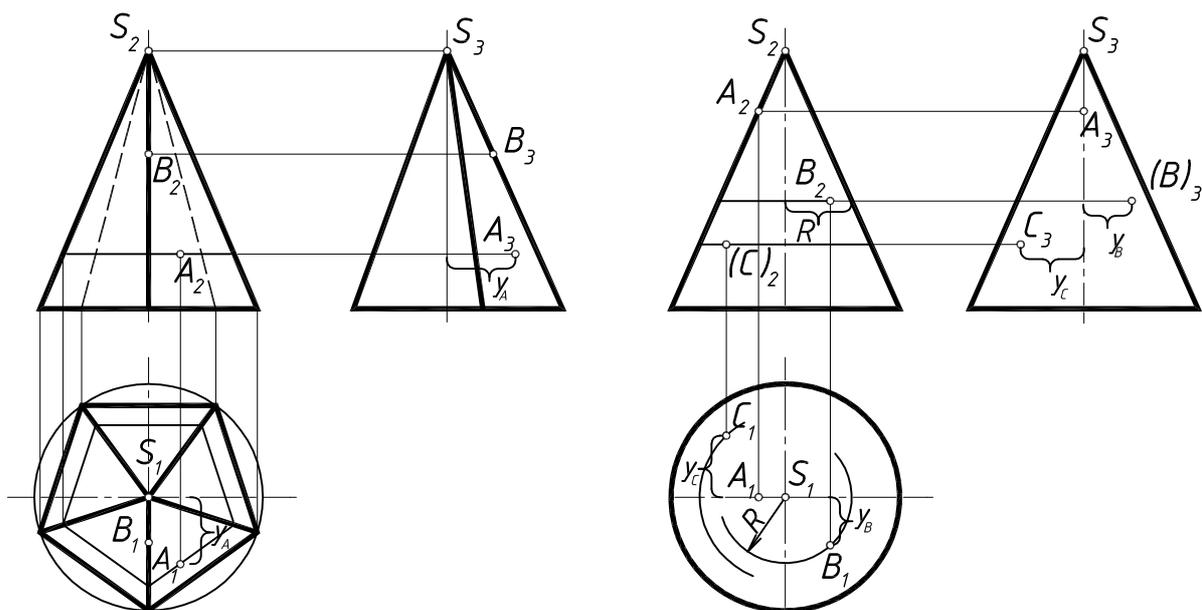


Рис. 10

- Чтобы построить проекции линии, принадлежащей поверхности, необходимо построить проекции множества точек этой линии среди которых характерные (экстремумы, граничные, точки на линиях симметрии кривой) и промежуточные (любая точка на поверхности) точки.

- Если задана одна проекция линии, принадлежащей поверхности, то решение задачи на построение второй проекции этой линии сводится к следующему:

- на заданной проекции линии намечают проекции характерных и промежуточных точек.

- 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.

- по двум проекциям строят третью.

Проекция линии видима если она принадлежит видимой на этой плоскости проекций части поверхности.

**Задачи 1.3 - 1.5.** Построить три проекции пирамиды, конуса и сферы с нанесенной на эту поверхность линией. Определить видимость линии, учитывая, что поверхность непрозрачная. Задачу решить с помощью прямых на гранях (для пирамиды) и параллелей (для конуса и сферы).

#### **Алгоритм решения задач 1.3 - 1.5:**

- закомпоновать на листе формата А3 размещение задач 1.3 и 1.4, а на листе формата А4 - задачу 1.5 (см. приложение);

- вычертить в соответствии с индивидуальным вариантом две проекции;

- наметить базы для построения профильной проекции и построить третью проекцию;

- нанести заданную проекцию линии на поверхности и построить недостающие проекции линии, принадлежащей поверхности, используя вспомогательные линии на поверхности;

- установить видимость проекций линии.

Пример выполнения задач 1.3 и 1.4 приведен на образце 4, а задачи 1.5 - на образце 5 приложения.

## **2.2. Пересечение (поверхностей) геометрических фигур. Задание 2**

**Задание 2** - «Построить пересечение двух поверхностей вращения общего положения». Данную задачу необходимо решить в трех проекциях на формате А3 с использованием плоскостей-посредников (см. образец 6 приложения).

#### **Алгоритм решения задания 2:**

- рассмотрим, например, пересечение прямого усеченного кругового конуса и сферической поверхности;

- проводим анализ пересекающихся (поверхностей) фигур: конус и сфера являются фигурами общего положения, следовательно, для решения задачи необходимо использовать плоскости-посредники, так как параллели-окружности обеих поверхностей находятся в горизонтальных плоскостях (рис.11а);

- результатом пересечения является пространственная кривая, которая строится по точкам, среди которых характерные и промежуточные;

- для получения точек экстремумов вводим фронтальную плоскость посредник  $\Delta$ , совпадающую с плоскостью симметрии обеих поверхностей. Она пересекает конус и сферу по очеркам, таким образом получаем проекции точек экстремумов  $M(M_1)$  и  $N(N_1)$  (рис.11б);

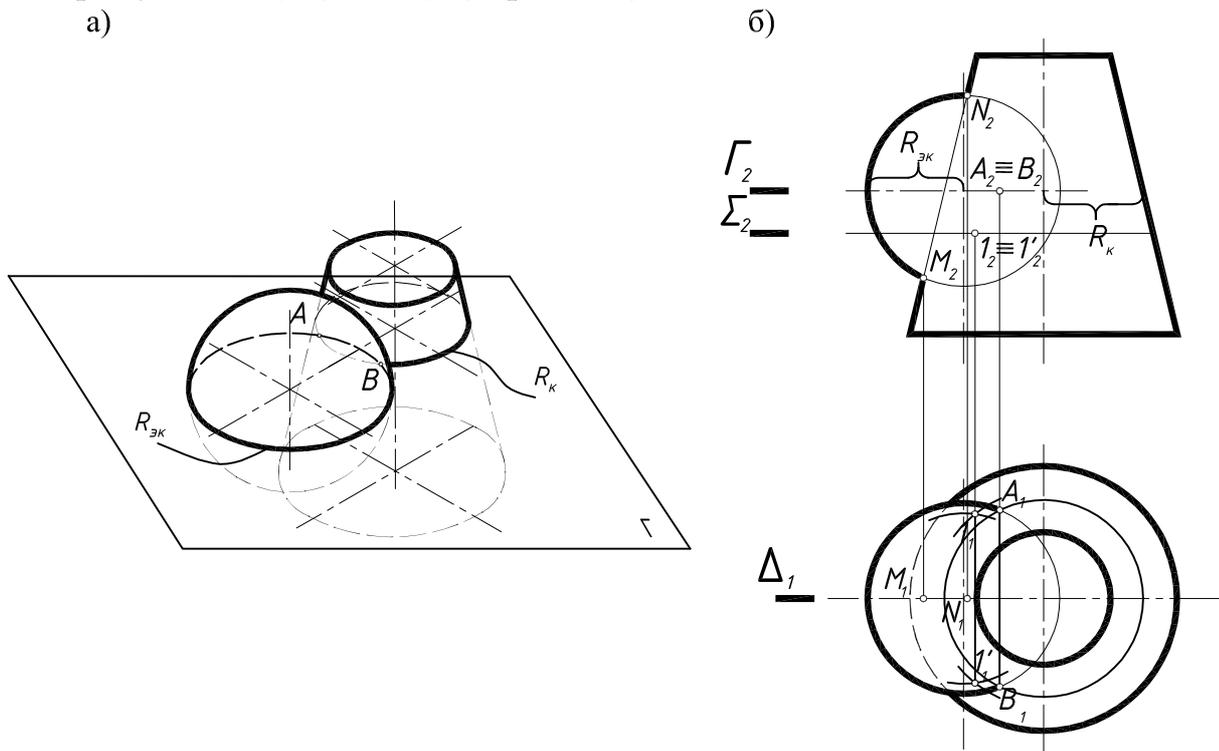


Рис. 11

- для получения граничных точек воспользуемся горизонтальной плоскостью  $\Gamma$ , проходящей через экватор сферы. Следовательно,  $\Gamma$  пересекает сферу по экватору  $R_{ЭК}$ , а конус по окружности, радиусом  $R_K$ . Результатом пересечения двух окружностей  $R_{ЭК}$  и  $R_K$  будут проекции граничных точек  $A(A_1)$  и  $B(B_1)$  (рис.11б). Используя вертикальные линии связи получаем их фронтальные проекции  $A_2$  и  $B_2$ ;

- любые промежуточные точки пересечения заданных поверхностей получаем, используя горизонтальные плоскости-посредники расположенные в диапазоне от самой низкой до самой высокой точки на линии пересечения, например плоскость  $\Sigma$  (рис.11.);

- проекции точек на проекциях пространственной кривой пересечения поверхностей соединяем лекальной кривой;

- определяем видимость: при оформлении задания используем сплошную (видимый контур) и штриховую (невидимый контур) линии. Пример выполнения задачи приведен на образце б в приложении.

### 2.3. Метрические задачи. Задание 3

**Задание 3** - «Решить метрические задачи». Задание состоит из четырех задач. Четыре метрические задачи разместить по две на двух форматах А3.

Метрические задачи следует решать способом замены плоскостей-проекций. Этот способ является одним из самых простых для понимания и наглядным. Сущность этого метода приведена в [20,22]. Все метрические задачи сводятся к четырем основным :

- преобразование прямой общего положения в прямую уровня - первая основная задача (рис. 12. ( $\Pi_1/\Pi_4$ ));
- преобразование прямой общего положения в проецирующую прямую - вторая основная задача (рис. 12. ( $\Pi_4/\Pi_5$ ));

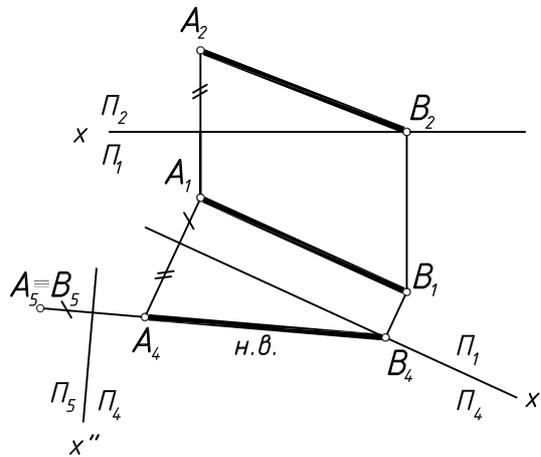


Рис. 12

- преобразование плоскости общего положения до проецирующей плоскости - третья основная задача (рис. 13. ( $\Pi_1/\Pi_4$ ));
- преобразование плоскости общего положения до плоскости уровня - четвертая основная задача (рис. 13. ( $\Pi_4/\Pi_5$ )).

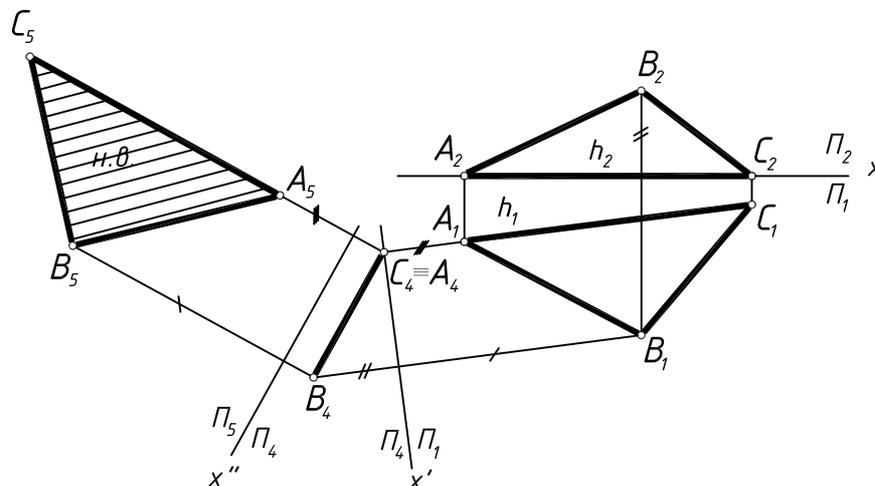


Рис. 13

### 2.3.1. Определение натуральной величины

**Задача 3.1.** Найти натуральную величину треугольника  $ABC$ . Задачу выполнить на формате А3 в левой части поля чертежа (см. образец 7 в приложении).

#### Алгоритм решения задачи 3.1:

- предусмотреть размещение задач 3.1 и 3.2. на одном листе формата А3;
- вычертить в соответствии с индивидуальным вариантом задания две проекции треугольника  $ABC$ ;
- задача сводится к четвертой основной задаче и решается за две замены;
- если заменяется  $\Pi_2$  на  $\Pi_4$ , то необходимо построить горизонталь  $h$  (или фронталь  $f$  при замене  $\Pi_1$  на  $\Pi_5$ ) плоскости треугольника  $ABC$  (удобно провести ее через одну из вершин треугольника);
- первая замена плоскости проекций  $\Pi_2$  на  $\Pi_4$  дает систему  $\Pi_1/\Pi_4$ , в которой треугольник  $ABC$  становится проецирующим, т.е. имеет вырожденную проекцию (новую ось  $x'$  провести перпендикулярно горизонтальной проекции горизонтали  $h_1$  (или фронтальной проекции фронтали  $f_2$ ));
- вторая замена  $\Pi_1$  на  $\Pi_5$  позволяет преобразовать чертеж так, что плоскость треугольника расположится параллельно горизонтальной плоскости проекций  $\Pi_5$  и на ней получим натуральную величину треугольника (ось  $x''$  провести параллельно новой фронтальной проекции плоскости  $ABC$ );
- $A_5B_5C_5$  является натуральной величиной треугольника  $ABC$ .

### 2.3.2. Определение расстояния от точки до плоскости

**Задача 3.2.** Определить расстояние от точки  $S$  до плоскости треугольника  $ABC$ . Задачу выполнить на том же формате, где решена задача 3.1 (см. образец 7 приложения).

#### Алгоритм решения задачи 3.2:

- вычертить две проекции треугольника  $ABC$  и точки  $S$  правее задачи 3.1;
- построить фронталь  $f$  плоскости (удобно провести ее через одну из вершин треугольника);
- задача сводится к третьей основной задаче и решается за одну замену;
- замена плоскости проекций  $\Pi_1$  на  $\Pi_5$  дает систему  $\Pi_2/\Pi_5$ , в которой треугольник  $ABC$  становится проецирующим в линию (новую ось  $x'$  провести перпендикулярно фронтальной проекции фронтали);
- для определения натуральной величины расстояния от точки  $S$  до плоскости  $ABC$  опускаем перпендикуляр из  $S_5$  на вырожденную проекцию треугольника  $A_5B_5C_5$ , получаем искомый отрезок  $S_5N_5$ ;
- проекции расстояния  $SN$  необходимо вернуть в первоначальную систему  $\Pi_2/\Pi_1$ : определяем фронтальную проекцию отрезка  $S_2N_2$ , а затем и горизонтальную проекцию отрезка  $S_1N_1$ .

### 2.3.3. Определение расстояния между скрещивающимися прямым

#### Задача 3.3

Определить расстояние между скрещивающимися прямыми  $AS$  и  $BC$ . Задачу выполнить на формате А3 в левой части поля чертежа (см. образец 8 в приложении).

#### Алгоритм решения задачи 3.3:

- предусмотреть размещение задач 3.3 и 3.4. на одном листе формата А3;
- кратчайшее расстояние между скрещивающимися прямыми измеряется по направлению общего перпендикуляра, который будет располагаться параллельно плоскости проекций в том случае, если одна из прямых будет расположена перпендикулярна этой плоскости проекций;
- задача сводится ко второй основной задаче и решается за две замены;
- 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;
- первая замена плоскости проекций  $\Pi_2$  на  $\Pi_4$  (новую ось  $x'$  провести параллельно горизонтальной проекции прямой  $BC$ ) дает систему, в которой прямая  $BC$  параллельна вновь введенной плоскости;
- вторая замена  $\Pi_1$  на  $\Pi_5$  позволяет расположить прямую перпендикулярно горизонтальной плоскости  $\Pi_5$  (ось  $x''$  провести перпендикулярно новой фронтальной проекции прямой  $BC$ );
- натуральная величина расстояния между прямыми  $AS$  и  $BC$  - отрезок прямой  $MN$  ( $M_5N_5$ );
- проекции отрезка  $MN$  нужно вернуть в первоначальную систему  $\Pi_2/\Pi_1$ .

### 2.3.4. Определение величины двугранного угла

#### Задача 3.4

Определить величину двугранного угла  $SABC$  при ребре  $AB$ . Задачу выполнить рядом с задачей 3.3 (см. образец 8 в приложении).

#### Алгоритм решения задачи 3.4:

- вычертить две проекции треугольников  $ABC$  и  $ABS$  правее задачи 3.3;
- если общее ребро  $AB$  двух треугольников расположить перпендикулярно плоскости проекций, то оба треугольника проецируются в прямые, которые образуют линейный угол, измеряющий заданный двугранный угол;
- задача сводится ко второй основной задаче;
- ребро  $AB$  первой заменой  $\Pi_1$  на  $\Pi_5$  располагаем параллельно новой плоскости  $\Pi_5$ , выбор которой зависит только от компоновки задачи;
- вторая замена плоскости  $\Pi_2$  на  $\Pi_6$  позволяет решить задачу, расположив ребро  $AB$  перпендикулярно  $\Pi_6$ ;
- величина двугранного угла определяется углом  $\alpha$ .

## 2.4. Комплексная задача. Задание 4

**Задание 4** - «*Определить натуральную величину сечения*». Задание решается в два этапа (см. образец 9 приложения):

- на первом этапе решается позиционная задача на пересечение составной поверхности проецирующей плоскостью  $\Gamma$ . Результатом пересечения является плоская линия, которая может состоять из элементов плоских кривых, а также ломанных (в случае наличия гранных поверхностей);

- на втором этапе решается метрическая задача, используя способ замены плоскостей проекций определяется натуральная величина сечения.

### Алгоритм решения задания 4:

- на формате А3 по размерам вычертить условие задачи;

- построить линию пересечения фигуры заданной плоскостью  $\Gamma$ . Так как заданная плоскость фронтально-проецирующая, а составная поверхность может включать поверхности общего положения, то задача сводится ко второму случаю пересечения;

- обозначить вырожденную проекцию пересечения и по принадлежности к фигуре общего положения построить горизонтальную проекцию пересечения;

- по двум проекциям построить третью;

- определить натуральную величину сечения. Так как сечение находится в проецирующей плоскости, то для определения натуральной величины сечения достаточно выполнить одну замену;

- заменить плоскость  $\Pi_1$  на новую  $\Pi_5$ , новую ось  $x'$  расположить параллельно вырожденной проекции сечения  $\Gamma_2$ ;

- определить натуральную величину сечения на  $\Pi_5$ ;

- определить видимость проекций пересечения и фигур в пересечении.

## 2.5. Построение линейной перспективы. Задание 5

**Задание 5** - «*Построить линейную перспективу*». Условие задачи предусматривает применение способа архитекторов с использованием точек схода параллельных прямых.

При решении задания нужно исходить из следующих основных положений:

● 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  $28^\circ$ -  $30^\circ$ ;

- картинная плоскость и плоскость главного фасада должны составлять угол равный  $20^\circ$ -  $30^\circ$ , чтобы обеспечить видимость главного и бокового фасада одновременно.

- 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.

- если прямая принадлежит предметной плоскости, то картинный след прямой принадлежит линии земли, а точка схода - линии горизонта.

- если прямая перпендикулярна картине, то точкой схода прямой является главная точка картины.

- если прямая проходит через точку стояния, то в перспективе она параллельна главной линии картины.

- чтобы построить перспективу точки, необходимо через точку провести две вспомогательные прямые, построить перспективы этих прямых и в пересечении построенных перспектив прямых отметить перспективу точки.

- для построения перспективы вертикального отрезка используют способ "выноса" на картину.

### **Алгоритм решения задания 5:**

Задачу выполнить на двух листах формата А3

- на первом листе формата А3 вычертить ортогональные проекции (план и фасад упрощенного здания) согласно индивидуальному варианту на формате А3, расположенном вертикально, увеличив условие в 4 раза;

- задать проекцию главной точки картины  $P_1$ , построить проекцию главного луча, точку зрения  $C_1$ , точки схода прямых  $F'$  и  $F''$  (фокусы);

- на втором листе формата А3, расположенном горизонтально, задать линию земли  $tt$ , линию горизонта  $hh$ , главную линию картины  $PP_1$ , точки схода прямых  $F'$  и  $F''$ ;

- построить вторичную проекцию (перспективу плана) по методу архитекторов;

- построить перспективу объекта, используя для построения высот вертикальных линий вынос в картину;

- оформить задание - обвести линии видимого контура.

Пример выполнения приведен на образцах 10, 11 в приложении.

## **3. ПРОЕКЦИОННОЕ ЧЕРЧЕНИЕ**

Чертежи деталей выполняют согласно стандартам единой системы конструкторской документации (ЕСКД), ориентированной в основном на выполнение машиностроительных чертежей.

### **3.1. Изображения - виды, разрезы, сечения**

**Задание 6 - «Выполнить чертежи деталей».** Задание включает выполнение необходимых изображений (видов и разрезов) по двум проекциям (задача 6.1), и по аксонометрическому изображению (задача 6.2) на форматах А3 в масштабе 1:1, основную надпись по форме (рис. 3).

**Вид** - изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета.

**Разрез** - изображение предмета, мысленно рассеченного одной или несколькими плоскостями, при этом мысленное рассечение предмета относится только к данному разрезу и не влечет за собой изменения других изображений того же предмета. На разрезе показывается то, что получается в секущей плоскости и что расположено за ней. [6, 7, 26, 27]

### **Последовательность выполнения задания:**

1. На листе формата А3 вычертить две проекции по условию задачи 6.1. По двум проекциям построить третью - профильную проекцию.

2. Выполнить фронтальный разрез согласно ГОСТ 2.305 - 2008, при этом секущая плоскость должна совпадать с плоскостью симметрии детали. Если главный вид и фронтальный разрез симметричны, необходимо совместить половину главного вида с половиной фронтального разреза. В этом случае вид от разреза отделяет ось симметрии. В случае, когда на ось симметрии изображения проецируется линия видимого контура, то вид от разреза отделяет сплошная волнистая. При этом, как правило, разрезы располагают **справа** от **вертикальной** или **снизу** от **горизонтальной** оси симметрии.

На разрезе или его части выполняется штриховка наклонными параллельными линиями под углом  $45^\circ$  к линиям рамки чертежа; их наклон может выполняться влево или вправо, но **всегда** в **одну** и ту же сторону на всех сечениях, относящихся к одной и той же детали. Расстояние между параллельными линиями штриховки должно быть одинаковым, и для учебных чертежей это расстояние рекомендуется принимать равным 3...4 мм.

С части вида необходимо удалить линии невидимого контура, открытые на разрезе.

3. При необходимости выполнить горизонтальный разрез и, если возможно, совместить половину вида сверху с половиной горизонтального разреза.

4. Выполнить профильный разрез и соответственно, если возможно, совместить половину вида слева с половиной профильного разреза.

5. Обозначить необходимые разрезы. Разрезы обозначают и надписывают буквами русского алфавита в алфавитной последовательности. **Исключение из правила:** если секущая плоскость совпадает с плоскостью симметрии детали, то разрез не обозначают и не надписывают.

6. Нанести размеры:

а) габаритные размеры: длину, ширину, высоту изделия;

б) размеры формы всех элементов детали, например, ширину и глубину паза, диаметр отверстия и т.п.;

в) размеры положения всех элементов детали, например, положения паза, положения отверстия - расстояние от торцов детали в двух координатных направлениях.

При выполнении чертежей изделий необходимо руководствоваться следующими правилами:

- не допускается повторять размеры одного и того же элемента на разных изображениях;
- размеры на чертежах не допускается наносить в виде замкнутой цепи, за исключением случаев, когда один из размеров указан как справочный;
- не допускается разрывать линию контура для нанесения размерного числа и наносить размерные числа в местах пересечения размерных осевых или центровых линий. В месте нанесения размерного числа осевые, центровые линии и линии штриховки прерывают;
- не допускается наносить размеры от линий *невидимого* контура, за исключением случаев, когда отпадает необходимость в вычерчивании дополнительного изображения;
- размеры внутренних и наружных элементов по возможности следует располагать по разные стороны изображения;
- размеры диаметров тел вращения рекомендуется наносить на изображениях, где тело вращения не изображено окружностью (сечения, размеры).

8. Оформить задание.

### 3.2. Аксонометрические проекции

**Задание 7** - «Построить стандартную аксонометрическую проекцию». Аксонометрические проекции выполняют в соответствии с [8, 26]. Задание 7 выполняют по условию задачи 6.1.

#### Алгоритм решения задания 7:

- выбрать одну из пяти стандартных аксонометрий, которая даст наиболее наглядное изображение: определить направление аксонометрических осей, величины приведенных коэффициентов искажения по этим осям;
- на листе формата задать аксонометрические оси;
- построить вторичную проекцию (аксонометрию горизонтальной проекции) детали;
- построить аксонометрическую проекцию (каждую точку поднять на заданную высоту);
- выполнить на изображении четвертной вырез;
- выполнить штриховку в аксонометрии ;
- обвести линии видимого контура (см. образец 13 в приложении).

## 4. СТРОИТЕЛЬНОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Архитектурно-строительные чертежи выполняют согласно стандартам системы проектной документации для строительства. При выполнении архитектурно-строительных чертежей используются условные обозначения и изображения, приведенные в стандартах СПДС, СТБ, СНБ [9 -12].

Рабочие чертежи, предназначенные для производства строительного-

монтажных работ, объединяют в комплекты по маркам. Марки основного комплекта рабочих чертежей регламентирует ГОСТ 21.101 - 93, их указывают в основной надписи.

Состав и правила оформления чертежей комплекта марки АС устанавливает ГОСТ 21.501 - 93.

Составы основных комплектов рабочих чертежей устанавливаются соответствующими стандартами СПДС в зависимости от вида строительно-монтажных работ. В состав основного комплекта рабочих чертежей марки АС включают: планы этажей, в том числе подвала и технического подполья; разрезы; фасады; план кровли и т.д.

**Задание 8** - «Выполнить план, архитектурный разрез и фасад двухэтажного жилого здания». Архитектурно - строительные чертежи включают выполнение плана, архитектурного разреза, фасада двухэтажного жилого здания на формате А1 в масштабе 1:50, использовать основную надпись приведенную на рис. 4.

#### **Последовательность выполнения задания 8:**

1. Закомпоновать на листе формата А1 план, разрез, фасад жилого здания (см. образец 14 в приложении).

2. В нижней левой части формата вычертить в соответствии с индивидуальным вариантом *план* заданного этажа здания в масштабе 1:50.

*План* - горизонтальный разрез здания, при этом секущая плоскость должна проходить по оконным и дверным проемам данного этажа. Планы зданий располагают, как правило, длинной стороной вдоль горизонтальной стороны листа.

Последовательность выполнения плана этажа здания. На планах зданий изображают, наносят и указывают:

а) координационные оси здания, определяющие расположение основных несущих и ограждающих конструкций здания, а также членение плана здания на основные элементы, наносят на изображение штрихпунктирными тонкими линиями (см. образец 14 в приложении) и обозначают - продольные прописными буквами русского алфавита *А,Б,В,Г...* и поперечные арабскими цифрами *1,2,3,4,5...* шрифтом *h7*. Последовательность цифровых и буквенных обозначений координационных осей принимают по плану слева направо и снизу вверх. Обозначения координационных осей, как правило, наносят по левой и нижней сторонам плана здания. При несовпадении координационных осей с противоположных сторон плана, обозначения указанных осей в местах расхождения, дополнительно наносят по верхней и (или) правой сторонам;

б) расстояния между ближайшими координационными осями и между крайними осями (все размеры наносят в мм чертежным шрифтом *h3,5*);

в) несущие, ограждающие (стены, перегородки) конструкции, их размеры и *привязки* (размеры, указывающие на положение конструкции относительно координационной оси);

г) все проемы (оконные, дверные), отверстия, борозды, ниши и гнезда в

стенах и перегородках с необходимыми размерами и привязками;

д) отметки участков, расположенных на разных уровнях (в метрах с точностью до мм);

е) условные изображения санитарно-технических устройств по ГОСТ 21.205-93;

ж) площади помещений в квадратных метрах с двумя знаками после запятой без указания размерности в нижнем правом углу каждого помещения, например: 21,15. Размер шрифта в 1,5 ... 2 раза больше размерных чисел  $h7$ ;

з) положение секущей плоскости для выполнения вертикального разреза. В рабочих чертежах направление взгляда для продольных и поперечных разрезов принимают, как правило, по плану снизу вверх и справа налево.

При нанесении размеров вместо стрелок используют засечки (толстые линии), угол наклона которых  $45^\circ$ . Размеры наносят цепочками.

Планы зданий необходимо надписывать. В названиях планов здания указывают отметку чистого пола этажа, номер этажа или обозначение соответствующей секущей плоскости, например: *План на отм. 0,000, План 1 этажа, План 2,4,6,8 этажей*. При этом названия изображений располагают над изображениями.

При оформлении плана используют осевые (координационные оси), основные (элементы в секущей плоскости) и тонкие линии (элементы, которые находятся за секущей плоскостью).

3. В верхней правой части формата вычертить в соответствии с индивидуальным вариантом поперечный архитектурный *разрез* здания в масштабе 1:50.

На строительных чертежах под разрезами понимают вертикальные *разрезы*. Они могут быть поперечными и продольными. При выполнении разреза здания положение мнимой вертикальной плоскости разреза принимают, как правило, с таким расчетом, чтобы проемы оказались в секущей плоскости. Количество вертикальных разрезов (продольных, поперечных) определяют, исходя из изменений вертикальной планировки объектов.

Последовательность выполнения поперечного разреза здания. На разрезах наносят и указывают:

а) координационные оси здания в соответствии с планом, положением секущей плоскости разреза и направлением взгляда, а также расстояния между ближайшими и крайними осями;

б) линии характерных уровней: пола первого этажа (нулевая отметка), земли (отрицательная отметка), пола второго этажа (положительная отметка), конька здания, учитывая, что отметки уровней задают в метрах;

в) контуры разреза: стены, перекрытия, перегородки, лестничные площадки;

г) оконные, дверные проемы;

д) лестничную клетку с разбивкой лестничных маршей;

е) линейные размеры, в том числе привязки;

ж) отметки уровней: отметки уровня земли, чистого пола этажей и площадок; отметки низа несущих конструкций перекрытий и покрытия здания, карнизов, козырьков.

Разрезы необходимо надписывать. В названиях разрезов указывают обозначение соответствующей секущей плоскости, например: *Разрез 1-1*, *Разрез А-А*.

4. В верхней левой части формата в проекционной связи с планом и разрезом вычертить главный *фасад* в масштабе 1:50.

Фасад это один из видов здания. Последовательность выполнения фасада здания. На фасадах наносят и указывают:

а) координационные оси здания, проходящие в характерных местах фасадов, а именно: крайние, уступов в плане и перепада высот;

б) линию земли;

в) общий контур фасада;

г) оконные, дверные проемы, козырьки и т.п. элементы фасада;

д) отметки уровней: земли, входных площадок, низа и верха проемов, например: козырьков, выносных тамбуров. Отметки, как правило, наносят слева от изображения.

Фасады надписывают, например: *Фасад 1-5*, *Фасад А-В*. В названии фасада указывают обозначения крайних координационных осей здания слева - направо.

Фасад вычерчивают тонкими линиями, а линию земли - утолщенной.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 2.104-2006 ЕСКД. Основные надписи
2. ГОСТ 2.301-68 ЕСКД. Форматы
3. ГОСТ 2.302-68 ЕСКД. Масштабы
4. ГОСТ 2.303-68 ЕСКД. Линии
5. ГОСТ 2.304-81 ЕСКД. Шрифты чертежные
6. ГОСТ 2.305-2008 ЕСКД. Изображения - виды, разрезы, сечения
7. ГОСТ 2.307-2011 ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений
8. ГОСТ 2.317-2011 ЕСКД. Аксонометрические проекции
9. ГОСТ 21.002-81 СПДС. Нормоконтроль проектно-сметной документации.
10. ГОСТ 21.101-97 СПДС. Основные требования к рабочей документации
11. ГОСТ 21.111-84 СПДС. Ведомости объемов строительных и монтажных работ.
12. ГОСТ 21.501-93 СПДС. Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей
13. Крылов, Н.Н. Начертательная геометрия / Н.Н. Крылов, Г.С. Иконников, В.Л. Николаев. - М.: Высшая школа, 2002. - 224 с.
14. Виноградов, В.Н. Начертательная геометрия / В.Н. Виноградов. - Минск: Амалфея, 2001. - 368 с.
15. Георгиевский, О.В. Начертательная геометрия / О.В. Георгиевский. Сборник задач с решениями типовых примеров. М.: Астрель-АСТ, 2002. - 278с.
16. Уласевич, З.Н. Начертательная геометрия. - М., 2009. - 180 с.
17. Фролов, С.А. Начертательная геометрия.- М., 2002. - 240 с.
18. Чекмарев, А.А. Начертательная геометрия и черчение.- М., 2005. - 200 с.

19. 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.

20. 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.

21. 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.

22. 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.

23. 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.

24. Электронное учебное издание: видеоролик «Использование 3D-модели в обучении начертательной геометрии и инженерной графике» по курсу «Начертательная геометрия. Инженерная и машинная графика» /Е.А. Новицкая. - Минск: БНТУ, 2011. - 0,3 Гб.

25. Задания к практическим занятиям по начертательной геометрии и методические указания по их выполнению / И. М. Шуберт [и др.]. - Минск : БНТУ, 2013. - 68 с.

26. Проекционное черчение: методическое пособие по разделу дисциплины «Начертательная геометрия. Инженерная и машинная графика» для студентов строительных специальностей /Л.С. Корытко, М.В. Кравченко, М.К. Протасова. - Минск: БНТУ, 2005. - 54 с.

27. Нанесение и простановка размеров: учебно-методическое пособие по дисциплине «Инженерная графика» для студентов строительных специальностей /А.А. Селицкий, Т.А. Токарева. - Минск: БНТУ, 2004. - 36 с.

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

h10

ГРАФИЧЕСКИЕ РАБОТЫ  
ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

h14

Выполнил: студент СФ гр.112312

Сидоров И.И.

Проверил: Шуберт И.М.

h7

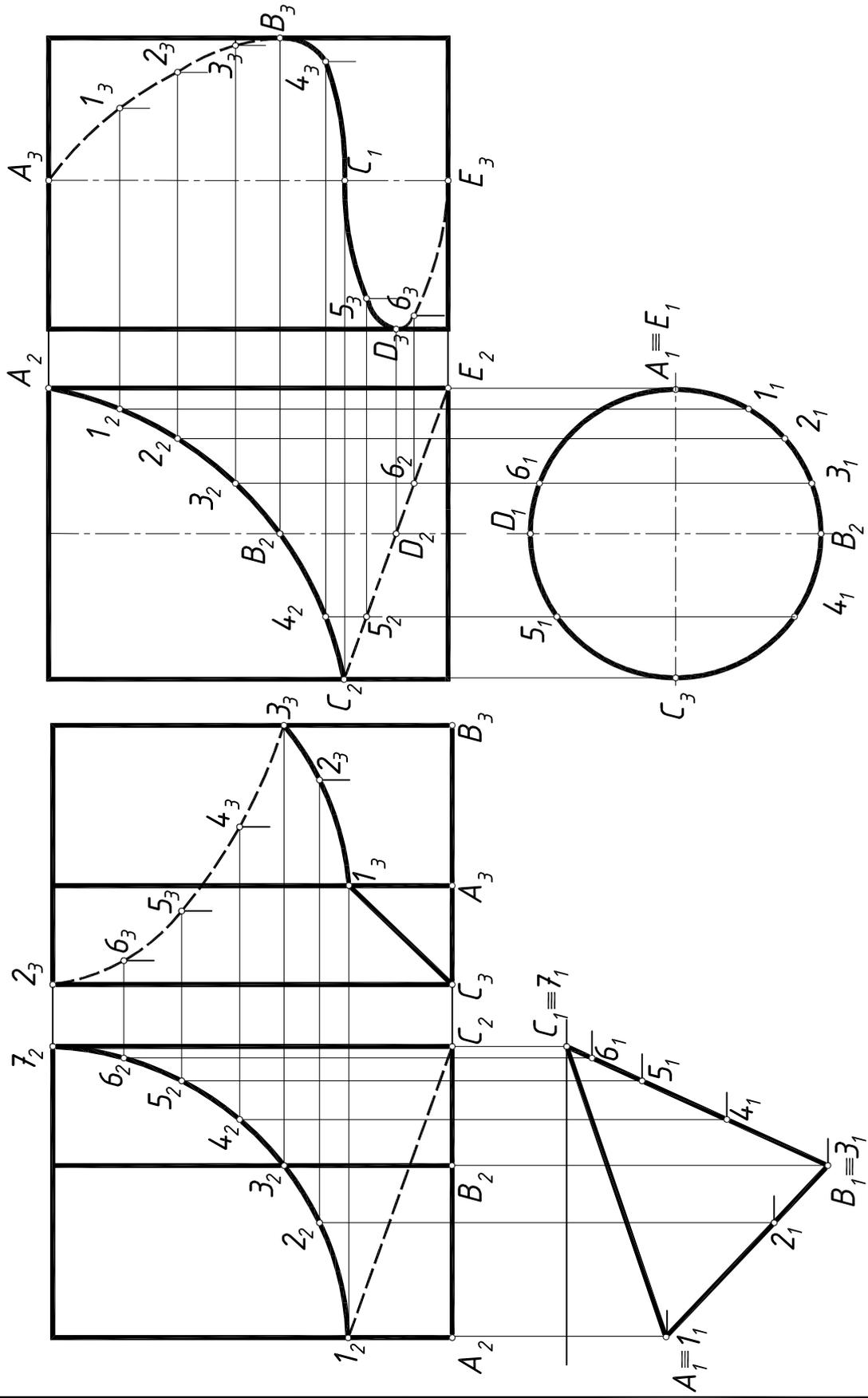
Минск 2013

h7

Образец 1. Пример титульного листа для формата А3.

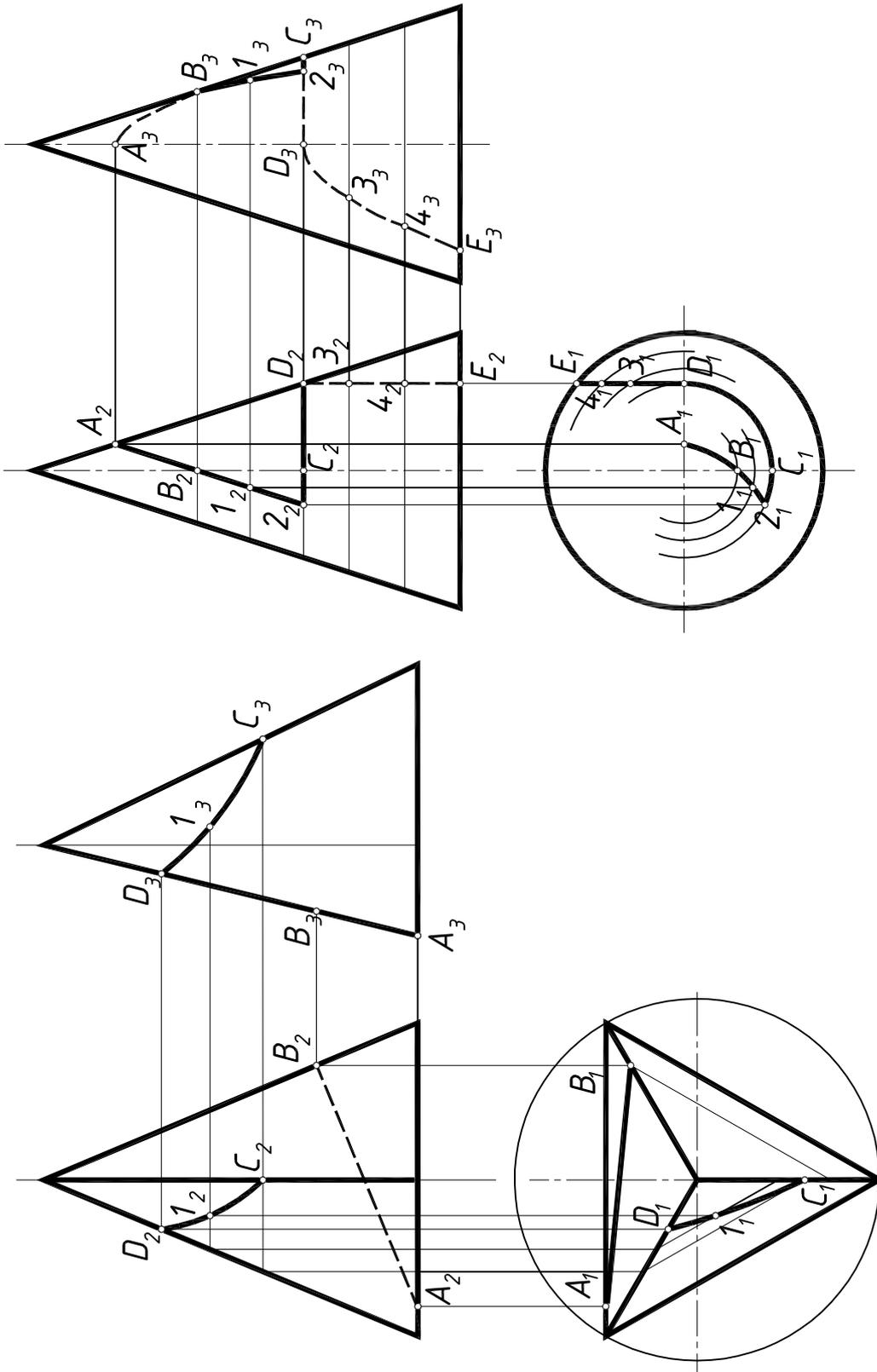
1.1		3	x	70	A	15	y	50
1.2		4	z	5	B	0	z	0
1.3		5	h <sub>2</sub>	60	C	45	h <sub>2</sub>	20
1.4		6.1	r <sub>2</sub>	50				
1.5		6.2	r <sub>1</sub>	90				
2								

Образец 2. Пример варианта индивидуального задания.



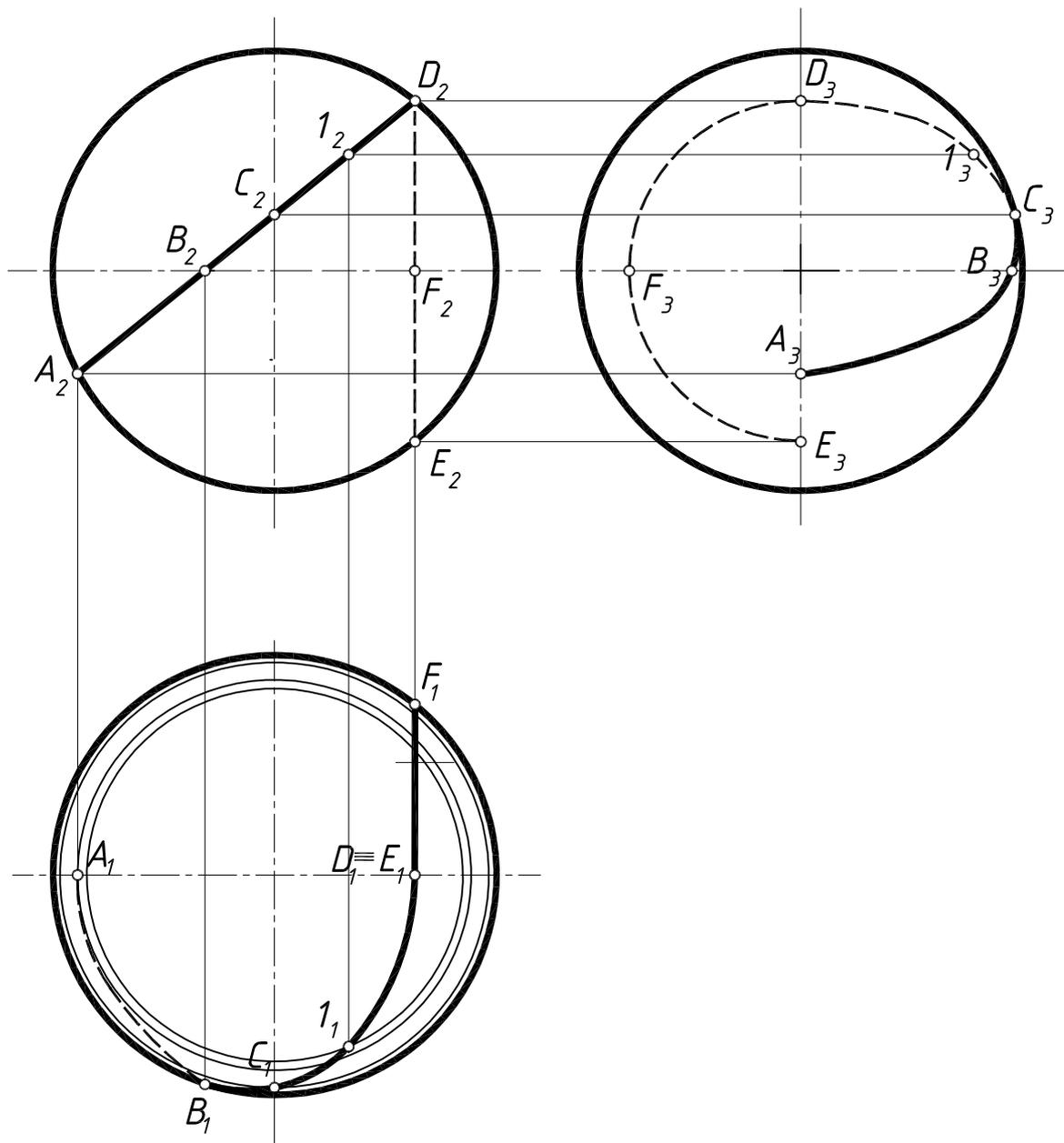
Задача	Фамилия И.О.	группа	лист
--------	--------------	--------	------

Образец 3. Пример выполнения задач 1.1 и 1.2



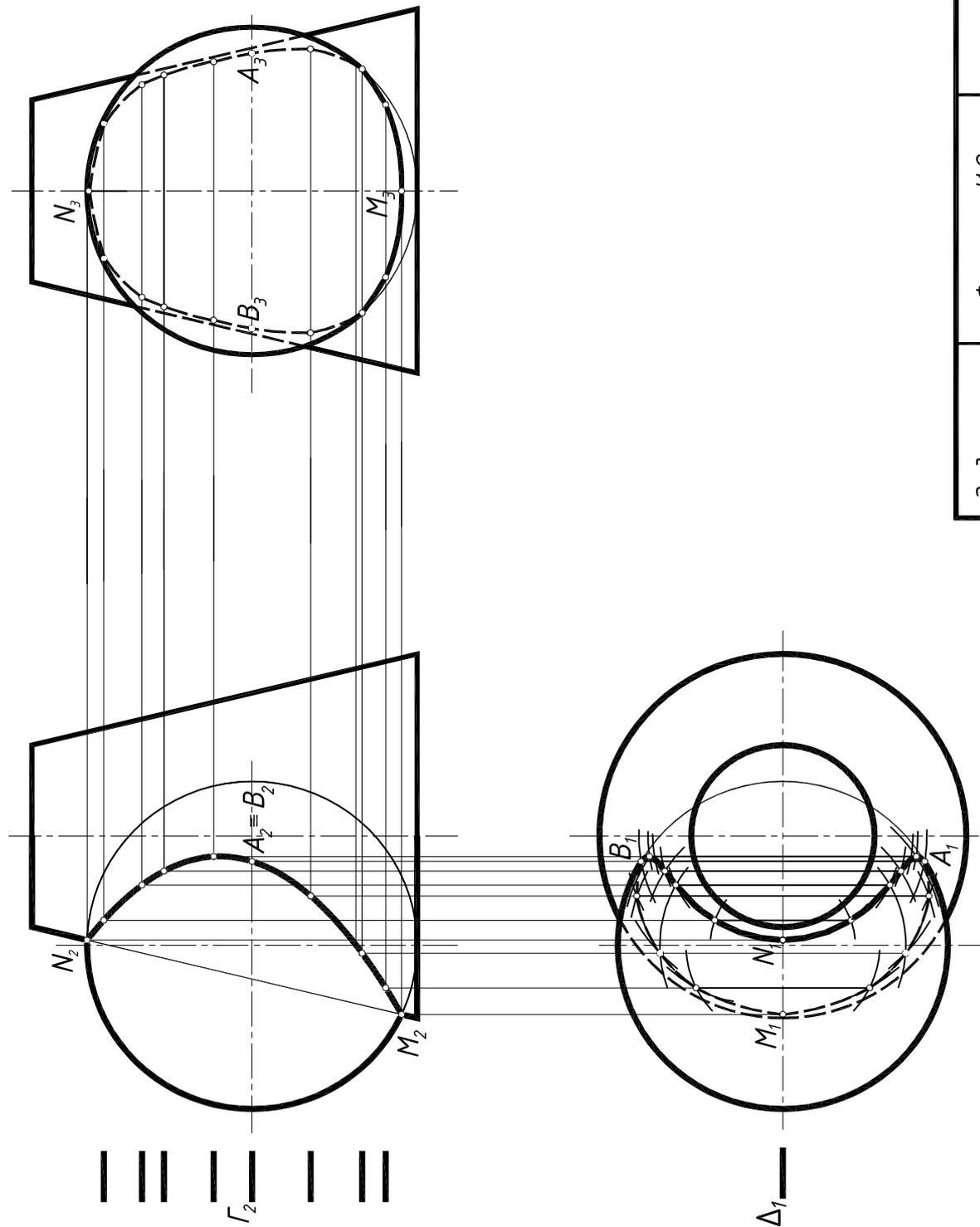
Образец 4. Пример выполнения задач 1.3 и 1.4.

Задача	Фамилия И.О.	группа	лист
--------	--------------	--------	------



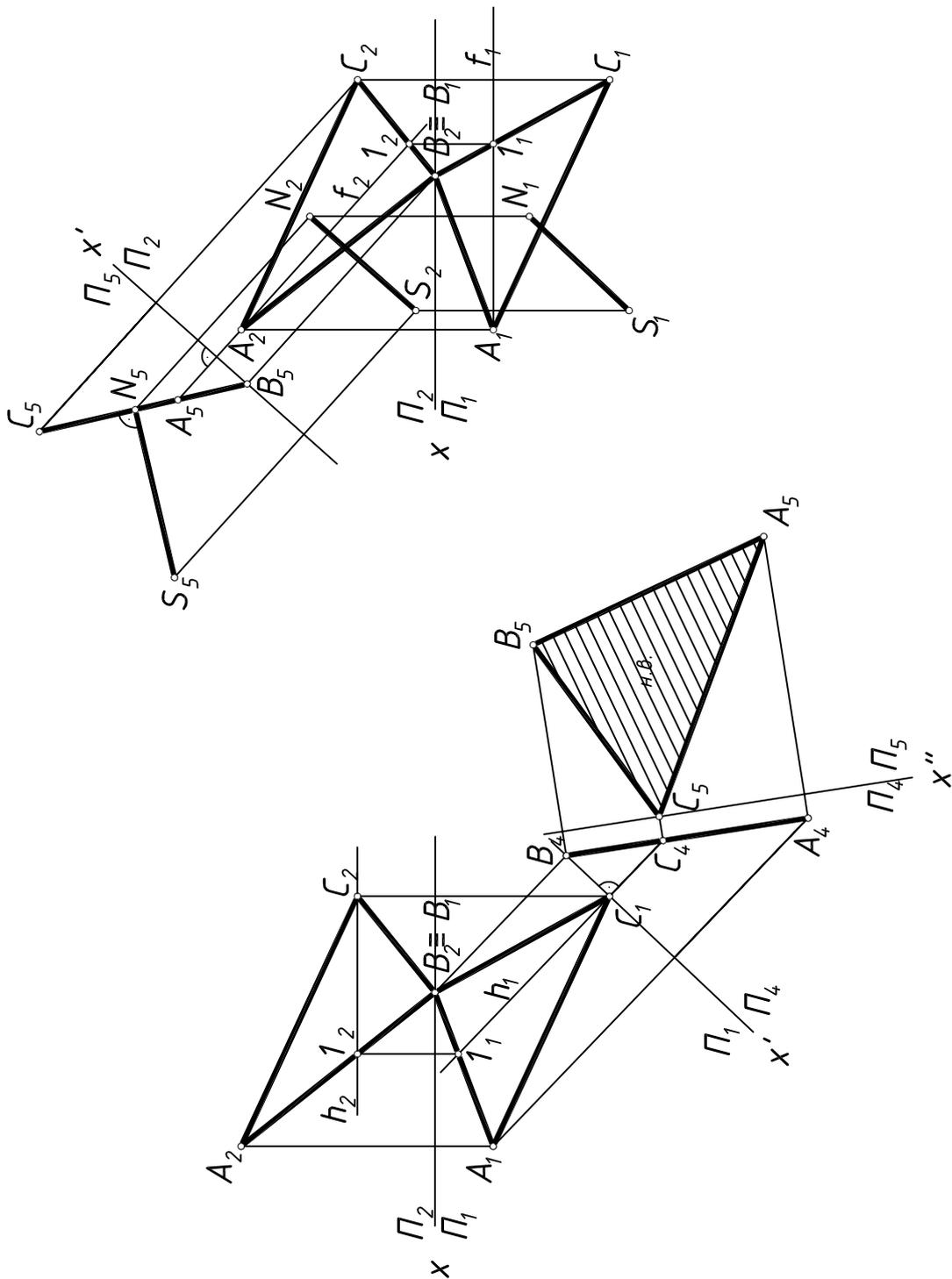
Задача	Фамилия И.О.	гр.	Лист
--------	--------------	-----	------

Образец 5. Пример выполнения задачи 1.5.



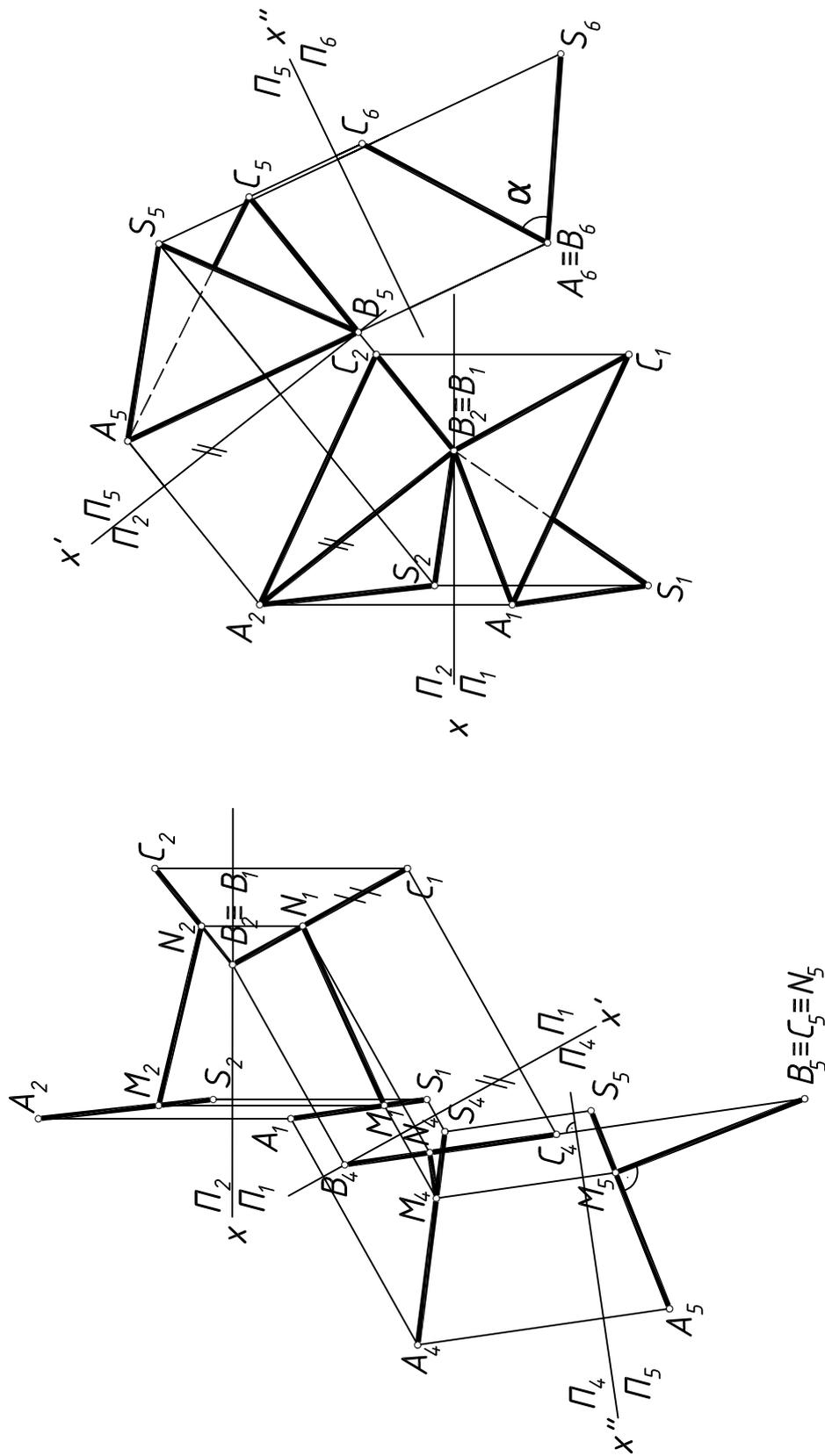
Задача	Фамилия И.О.	группа	лист
--------	--------------	--------	------

Образец 6. Пример выполнения задачи 2.

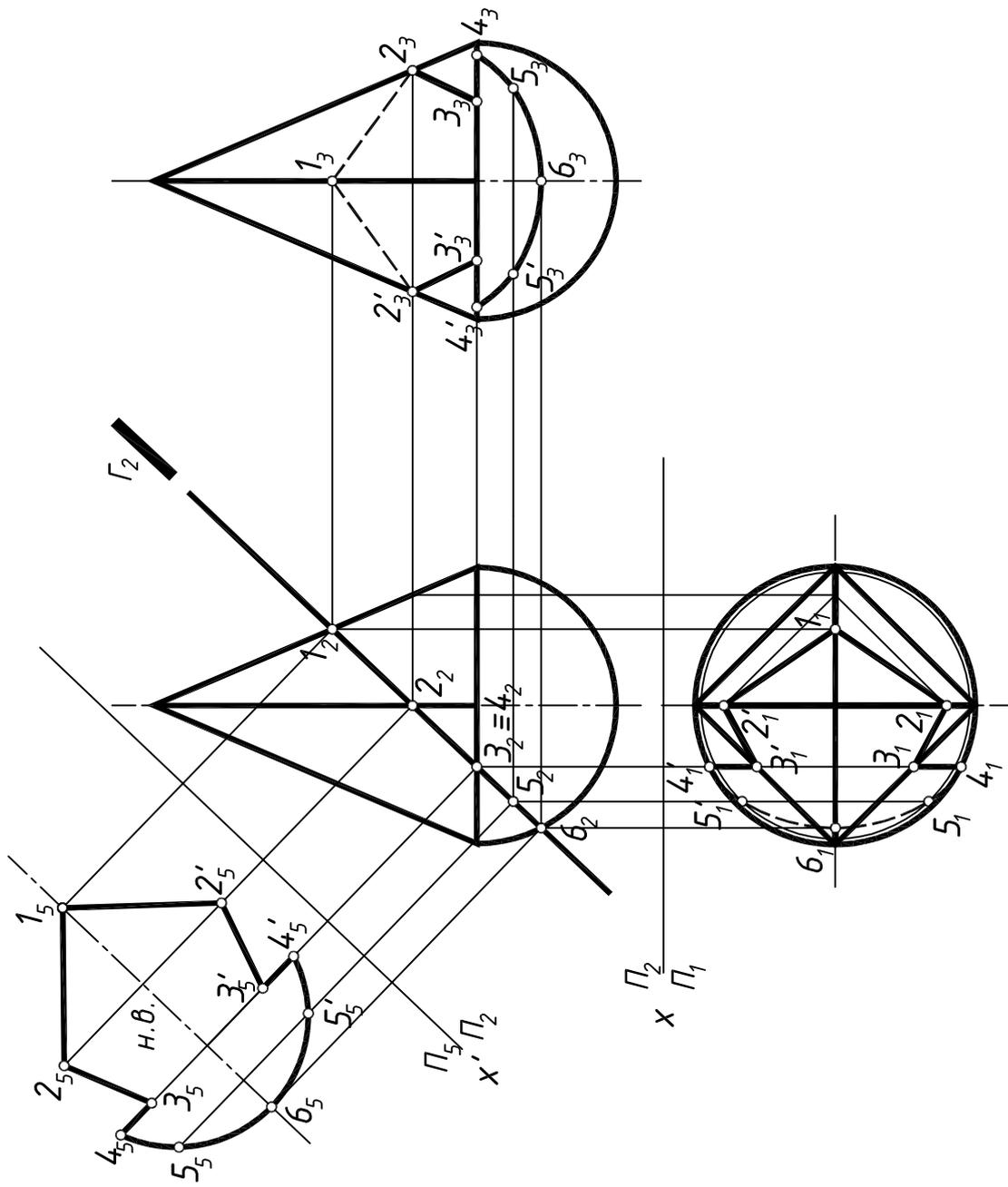


Задача	Фамилия И.О.	группа	лист
--------	--------------	--------	------

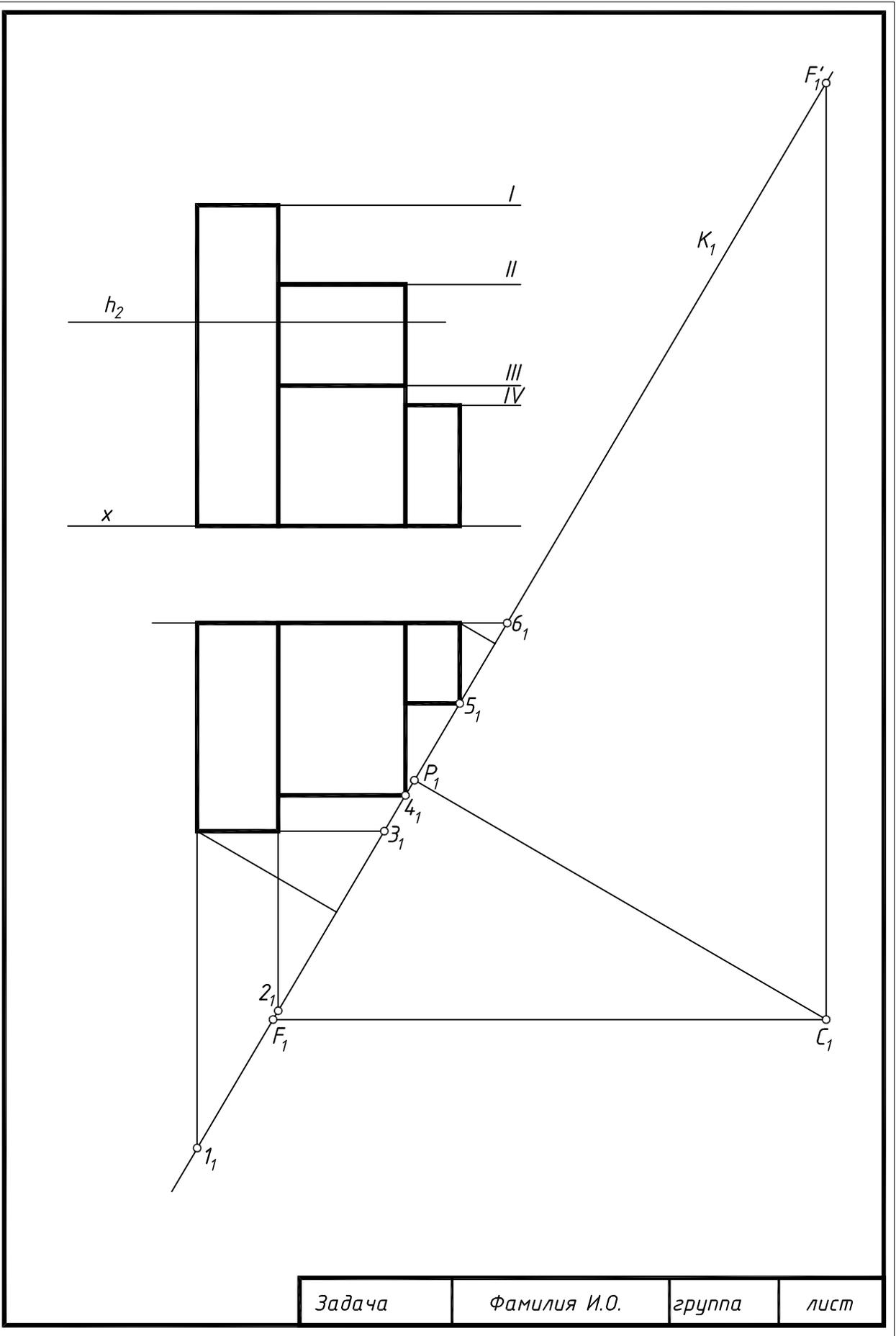
Образец 7. Пример выполнения задач 3.1 и 3.2.



Образец 8. Пример выполнения задач 3.3 и 3.4.



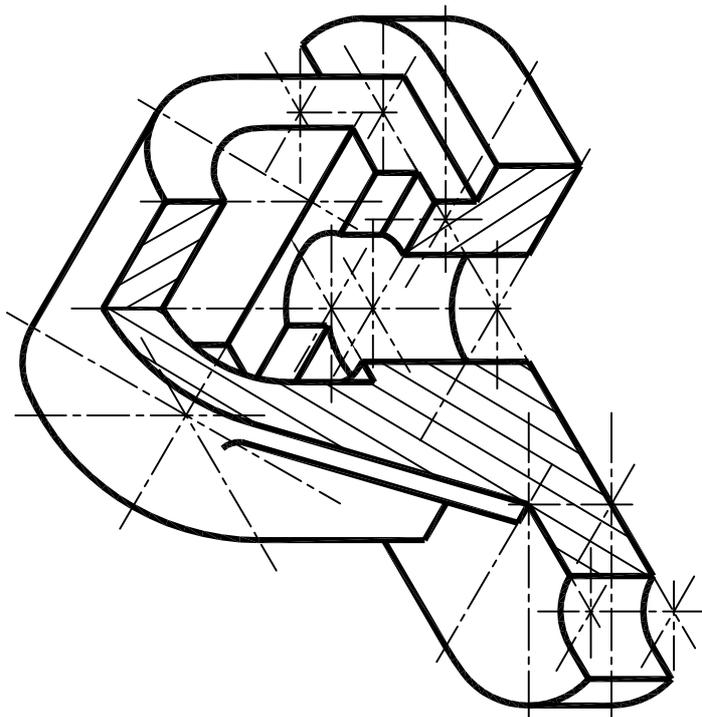
Образец 9. Пример выполнения задачи 4.



Образец 10. Пример выполнения задачи 5.

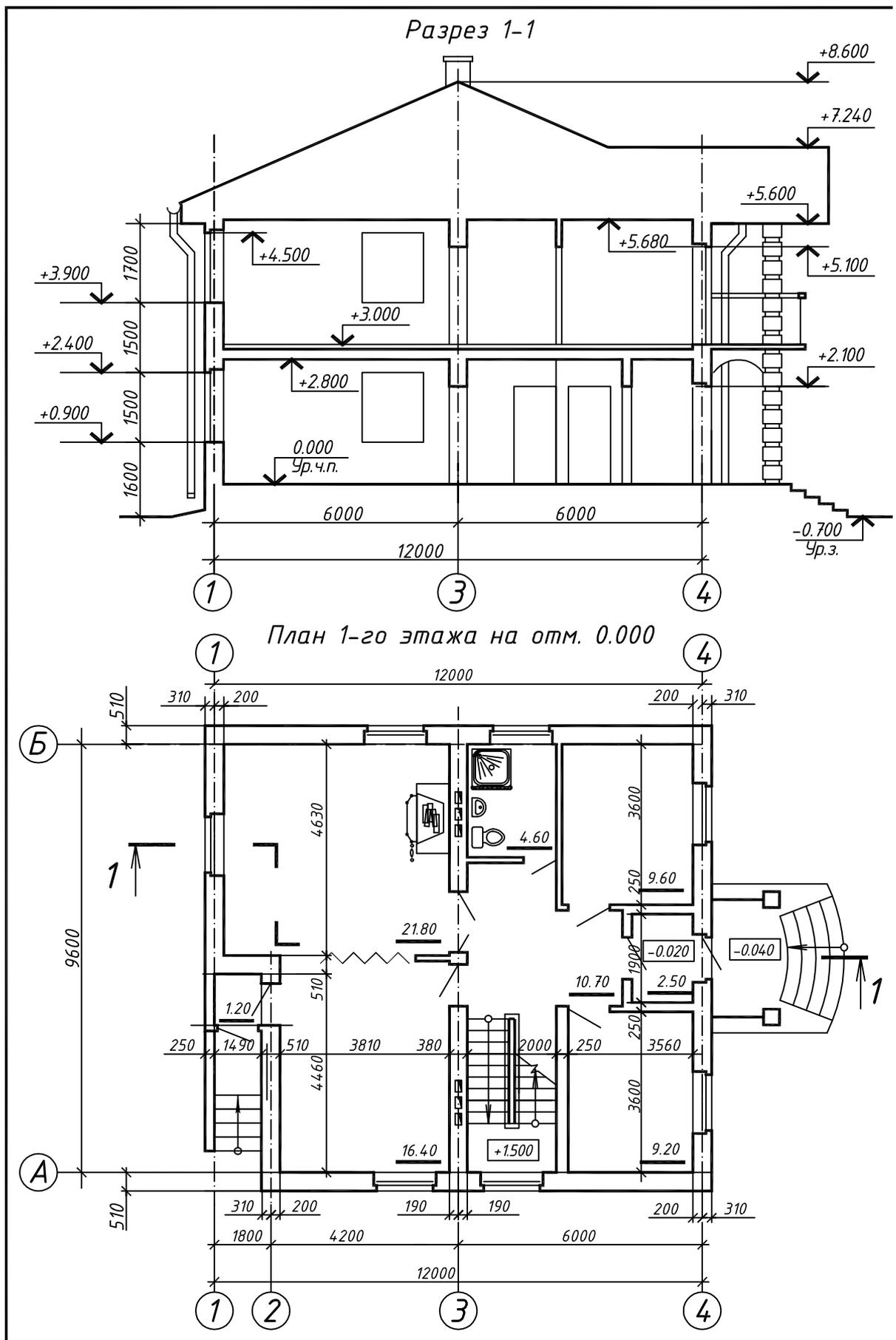




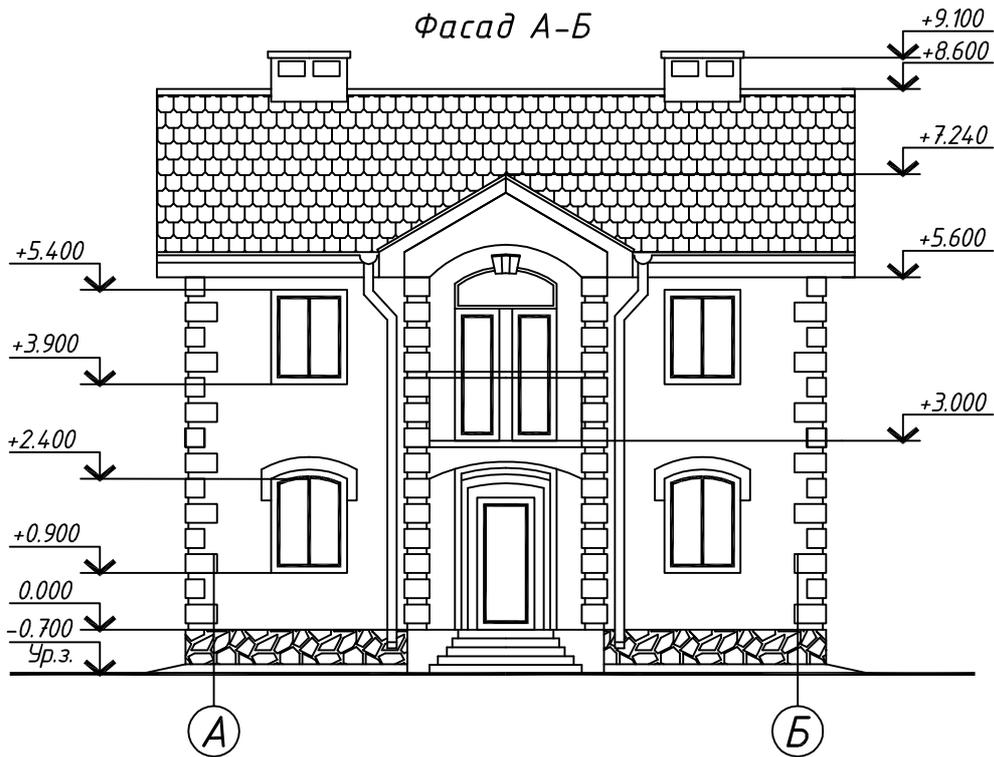


БНТУ.020130.000		Лист	Масштаб
Задание 7		Лист	Масштаб
Аксонометрия зр.11203213		Лист	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Дата
Разработ.		Подпись	
Проф.			

Образец 13. Пример выполнения задачи 7.



Образец 14. Пример выполнения задачи 8. (формат А1)



					<b>БНТУ.030130.000 - АС</b>			
					<i>г. Верхнедвинск, ул. Заречная</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>						Индивидуальный		
<i>Пров.</i>						двухэтажный жилой дом		
						План 1 этажа,		
						разрез 1-1, фасад А-Б	гр.	

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	3
1. Требования к оформлению расчетно-графических работ .....	3
1.1. Форматы, основные надписи .....	3
1.2. Типы линий .....	5
1.3. Шрифты чертежные .....	5
1.4. Масштабы изображений. Компоновка изображений на формате.	
Оформление альбома индивидуальных заданий (РГР) .....	6
1.5. Обозначения и символы .....	6
1.5.1. Обозначения геометрических фигур и их проекций .....	6
1.5.2. Символы, обозначающие отношения между геометрическими фигурами .....	7
1.5.3. Обозначения теорико-множественных логических операций .....	7
2. Основы начертательной геометрии.....	8
2.1. Принадлежность точки и линии поверхности. (Задание 1) .....	9
2.1.1. Проецирующие поверхности. Призма, цилиндр .....	10
2.1.2. Поверхности общего положения. Пирамида, конус, сфера.....	11
2.2. Пересечение (поверхностей) геометрических фигур. (Задание 2).....	12
2.3. Метрические задачи. (Задание 3) .....	14
2.3.1. Определение натуральной величины треугольника.....	15
2.3.2. Определение расстояния от точки до плоскости.....	15
2.3.3. Определение расстояния между скрещивающимися прямыми ...	16
2.3.4. Определение величины двугранного угла.....	16
2.4. Комплексная задача. (Задание 4).....	17
2.5. Построение линейной перспективы. (Задание 5) .....	17
3. Проекционное черчение .....	18
3.1. Изображения - виды, разрезы, сечения. (Задание 6) .....	18
3.2. Аксонометрические проекции. (Задание 7).....	20
4. Строительное черчение. (Задание 8) .....	20
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	23
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	25

Учебное издание

**ШУБЕРТ** Ирина Михайловна  
**КАСАТКИНА** Ольга Николаевна  
**ХОЛОДКОВА** Ольга Анатольевна

## **ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ**

Учебно-методическое пособие  
для студентов направления специальности  
1-27 01 01-17 «Экономика и организация производства (строительство)»

Технический редактор *О. В. Песенько*

Подписано в печать 14.07.2014. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 4,77. Уч.-изд. л. 1,86. Тираж 200. Заказ 2.

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.