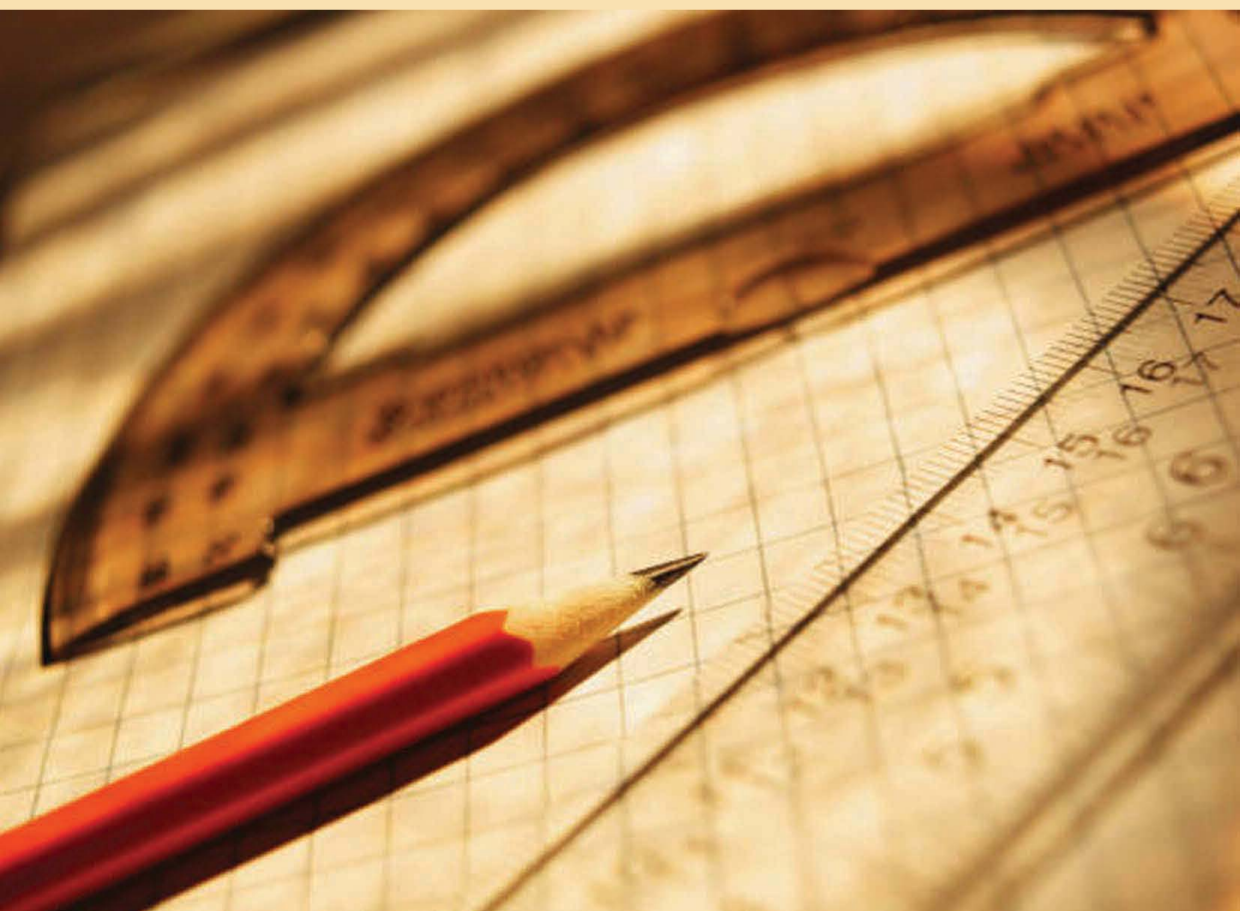


**О.В. Георгиевский Т.М. Кондратьева Е.Л. Спирина**

# **Начертательная геометрия и инженерная графика**

**Методические пособия и контрольные задания  
для студентов вечернего и заочного отделений вузов**

**(для строительных специальностей)**



**О.В. Георгиевский, Т.М. Кондратьева, Е.Л. Спирина**

# **НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА**

Учебно-методическое пособие для студентов экстерната,  
вечернего и заочного отделений вузов  
(для строительных специальностей)



Издательство Ассоциации строительных вузов  
Москва 2009

**Рецензенты:**

заведующий секцией инженерной графики, кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры инженерных дисциплин РЭА им. Г.В. Плеханова *Веселов В.И.*;  
кандидат технических наук, доцент кафедры начертательной геометрии и черчения  
МАДИ (ГТУ) *Рябикова И.М.*

**Георгиевский О.В., Кондратьева Т.М., Спирина Е.Л.**

Начертательная геометрия и инженерная графика. Методическое пособие для студентов экстерната, вечернего и заочного отделений вузов (для строительных специальностей) / Учебно-методическое пособие: – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 144 с.

**ISBN 978-5-93093-635-3**

Учебно-методическое пособие по начертательной геометрии и инженерной графике содержит контрольные задания и методические указания по их выполнению, предназначено для самостоятельной работы студентов экстерната, вечернего и заочного отделений вузов, составлено в соответствии с учебной программой для строительных специальностей высших учебных заведений.

В сборник вошли задания по начертательной геометрии, включая специальные разделы архитектурно-строительного назначения, а также задания по инженерной графике и архитектурно-строительному черчению, составленные в соответствии с требованиями ГОСТов Единой системы конструкторской документации (ЕСКД) и Системы проектной документации для строительства (СПДС).

**ISBN 978-5-93093-635-3**

© Георгиевский О.В., Кондратьева Т.М., Спирина Е.Л., 2009  
© Издательство АСВ, 2009

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	4
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	4
<b>ГЛАВА I. НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ</b> .....	5
Часть I. Общий курс начертательной геометрии.....	6
Раздел 1. Точка, прямая, плоскость и их взаиморасположение .....	6
Вопросы для самопроверки .....	14
Раздел 2. Способы преобразования проекций .....	14
Вопросы для самопроверки .....	18
Раздел 3. Поверхности .....	18
Вопросы для самопроверки .....	21
Часть II. Спецразделы начертательной геометрии.....	22
Раздел 4. Тени.....	22
Вопросы для самопроверки .....	24
Раздел 5. Перспектива .....	25
Вопросы для самопроверки .....	27
Раздел 6. Проекция с числовыми отметками .....	27
Вопросы для самопроверки .....	30
Раздел 7. Аксонометрия .....	31
Вопросы для самопроверки .....	33
<b>ГЛАВА II ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА</b> .....	34
Часть III. Машиностроительное черчение.....	34
Раздел 8. Виды, разрезы и сечения на чертежах. Чертежи и эскизы деталей .....	34
Часть IV. Инженерно-строительное черчение .....	84
Раздел 9. Особенности оформления строительных чертежей .....	85
Раздел 10. Архитектурно-строительный чертеж здания (план, фасад, разрез) .....	90
Раздел 11. Генеральные планы .....	119
Часть V. Конструктивные строительные чертежи .....	124
Раздел 12. Чертежи металлических конструкций.....	124
Раздел 13. Чертежи железобетонных конструкций.....	130
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	135
<b>ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ</b> .....	138
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....	140

# ПРЕДИСЛОВИЕ

Задания сборника являются руководством, обеспечивающим достаточно глубокое и прочное усвоение учебного материала в ограниченное время.

Содержание работы и последовательность расположения материала подчинены основной задаче – формированию у студента глубокого и цельного представления о методе проектирования.

В сборнике использованы некоторые задания, разработанные на кафедре начертательной геометрии и графики Московского государственного строительного университета (бывш. МИСИ), где много лет работают авторы. В создании сборника принимал активное участие студент МГСУ А.В. Попов.

Предлагаемый сборник задач состоит из двух глав (5 частей).

## ВВЕДЕНИЕ

Изучение начертательной геометрии и инженерной графики необходимо для приобретения знаний и навыков, позволяющих составлять и читать технические чертежи, проектную документацию, а также для развития пространственного воображения. Общим для начертательной геометрии и инженерной графики является метод построения изображений, называемый методом проецирования. В начертательной геометрии изучают основы этого метода, в инженерной графике его практическое использование. Знания по построению изображений, решению проекционных задач, приобретенные в начертательной геометрии, правила составления и оформления чертежей, изученные в инженерной графике, находят широкое применение при разработке проектов и осуществлении их в натуре.

Основная форма работы студента-заочника – самостоятельное изучение материала по учебнику, учебным пособиям; знакомство с положениями ГОСТов и других официальных документов; основная форма отчетности по пройденному материалу – выполненные домашние и аудиторские графические контрольные работы, зачеты, экзамены.

Сборник задач и заданий по начертательной геометрии для самостоятельной подготовки студентов всех специальностей дневного, вечернего, заочного отделений и экстерната предназначен для индивидуального изучения. Тематика заданий охватывает все разделы учебной программы. В данном сборнике возобновлены традиции известной тетради упражнений проф. А.И. Добрякова – все задания решаются способом построений непосредственно на приведенных чертежах. Это дает возможность предлагать задачи с более интересными и сложными (в изобразительном отношении) условиями, повышает точность построений, обеспечивает необходимую выразительность решений и, главное, экономит время студента.

## ОСНАЩЕНИЕ РАБОЧЕГО МЕСТА

Для выполнения контрольных работ по инженерной графике необходимо иметь следующее: материалы, приспособления и чертежные инструменты, чертежную бумагу формата А3 5–6 листов, бумагу писчую в клетку 297×210 мм или альбом чертежной бумаги того же размера, карандаши твердости Т, 2Т – для тонких линий и ТМ и Т – для сплошных основных, резинки и кнопки. Чтобы обеспечить необходимую точность построений, чертежи необходимо накладывать на чертежную доску и обводить линии по рейсшине и угольнику или применять для этой цели механическую рейсшину (чертежный набор). Для обводки кривых линий необходим набор лекал (3–4 шт.). Размеры удобно измерять с помощью измерительной линейки. Перечисленные чертежные инструменты и принадлежности понадобятся студентам и в дальнейшем для выполнения графических работ по другим предметам.

# ГЛАВА 1. НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

## Методические указания

В деле подготовки высококвалифицированных инженеров графическое образование имеет очень большое значение.

Изучая начертательную геометрию, студенты развивают свое пространственное воображение, без которого затруднительно не только проектирование, но даже и освоение учебного курса.

Решая любую задачу по начертательной геометрии, очень важно по описанию задачи или по ее графическому заданию в виде чертежа ясно представить в своем воображении расположение в пространстве всех заданных геометрических элементов, составить план решения задачи, а затем, пользуясь изучаемыми методами и приемами, перейти к решению задачи на чертеже.

В процессе изучения дисциплины «Начертательная геометрия» студент должен прослушать курс лекций, решить задачи в тетради упражнений на практических занятиях, выполнить домашние работы – этюры по заданным вариантам.

После успешной защиты домашних работ и решения всех задач в тетради упражнений студент получает допуск к экзамену.

### Указания к выполнению задач, решаемых на практических занятиях

Графические построения, проводимые в процессе решения задач, должны выполняться очень точно, иначе правильный результат решения получен не будет.

Все геометрические элементы, наносимые на чертеже в процессе решения задач, как-то: точки, отрезки прямых и линий, плоскости и т.п. – необходимо обозначать буквами или цифрами того шрифта и размера, который применен в задании.

Вначале все решения задачи рекомендуется выполнять сплошными тонкими линиями, а затем все геометрические элементы обвести карандашом более четкими линиями толщиной 0,4–0,6 мм, оставив в тонких линиях лишь вспомогательные линии построения. Полученный конечный результат – истинная величина отрезка прямой, плоской фигуры, линейного угла и проч. – можно обвести остро зачиненным красным карандашом, а точки изобразить в виде кружка диаметром 1–1,5 мм.

### Принятые обозначения

1. Точки, расположенные в пространстве, обозначают прописными буквами латинского алфавита:  $A, B, C, D$  или римскими цифрами I, II, III...

Ортогональные проекции точек – строчными буквами латинского алфавита или арабскими цифрами:  $a, b, c, d$  или 1, 2, 3, 4... – на горизонтальной плоскости проекций;  $a', b', c', d'...$  или 1', 2', 3', 4'... – на фронтальной плоскости проекций;  $a'', b'', c'', d''...$  – на профильной плоскости проекций.

2. Прямые линии в пространстве задаются отрезками:  $AB, CD, EF...$ ; проекции отрезков прямых линий:  $ab, a'b', cd, c'd'...$ ;  $1-2, 1'-2'...$ ;  $1-a, 1'-a'...$

3. Плоскости, расположенные в пространстве, – прописными буквами латинского алфавита:  $P, Q, R, S, T$  или  $ABC$ ; проекции отсеков плоскостей:  $abc, a' b' c'...$ ; плоскости проекций: горизонтальная –  $H$ , фронтальная –  $V$ , профильная –  $W$ ; плоскости, заданные следами:  $P_H; P_V; Q_H; Q_V...$

4. *Поверхности* – прописными буквами греческого алфавита:  $\chi, \varepsilon, \sigma \dots$

5. *Углы* – строчными буквами греческого алфавита:  $\alpha, \beta \dots$ ; символическими записями  $ABC$ , прямой угол – графическим обозначением на изображении (дугой с точкой внутри).

6. *Проекции теней* от точек, прямых и плоскостей в ортогональных проекциях – строчными буквами латинского алфавита или арабскими цифрами с подстрочным индексом, обозначающим плоскость проекций:  $a_n, b_n, c_n \dots; 1_n, 2_n, 3_n \dots$  или с подстрочным индексом, обозначающим тени на других поверхностях:  $a'_o, b'_o, c'_o \dots; 1'_o, 2'_o, 3'_o \dots$

7. *АксонOMETрические и перспективные проекции* точек, прямых и плоскостей – буквами, соответствующими натуре, с добавлением значка «штрих» или без него:  $A', A'B', A'B'C' \dots$  вторичные проекции точек, прямых и плоскостей – строчными буквами с добавлением значка «штрих» или без него:  $a', b', c', d' \dots; a'b', a'b'c' \dots$

8. *АксонOMETрические и перспективные проекции теней* от точек, прямых и плоскостей – буквами, соответствующими натуре, с добавлением подстрочного индекса:  $A_o, B_o, C_o \dots$  или индекса, обозначающего соответствующую плоскость проекций:  $A_n, B_n, C_n$ .

9. *Основные операции*: совпадение (тождественность) двух геометрических элементов –  $A \equiv B$ ;  $a' \equiv b'$ , пересечение прямых, плоскостей – значком  $\cap$ ; параллельность прямых, плоскостей – значком  $AB \parallel CD$ .

10. *Главные линии в плоскости*: а) горизонталь – Г.П.Г. – горизонтальная проекция горизонтали; Ф.П.Г. – фронтальная проекция горизонтали; б) фронталь – Ф.П.Ф. – фронтальная проекция фронтали; Г.П.Ф. – горизонтальная проекция фронтали; в) Л.Н.С. – линия наибольшего ската.

## Часть I. Общий курс начертательной геометрии

### Раздел 1. Точка, прямая, плоскость и их взаиморасположение

Домашнее задание № 1 (эпюр № 1) – точка, прямая, плоскость и их взаиморасположение.

*Цель задания* – закрепить знания по теме «Точка, прямая, плоскость и их взаиморасположение» и приобрести навыки в решении простейших геометрических задач на ортогональном чертеже.

*Даны*: координаты четырех точек  $A, B, C, D$  (точки  $BCD$  определяют треугольник).

Требуется на ортогональном чертеже решить следующие задания:

- 1) построить следы  $P_n$  и  $P_v$  плоскости треугольника  $BCD$  и заштриховать видимую его часть (для дневного отделения);
- 2) определить угол наклона плоскости  $P$  ( $BCD$ ) к горизонтальной плоскости проекций (для вечернего, заочного отделений и экстерната);
- 3) через точку  $A$  провести плоскость  $Q$ , параллельную заданной плоскости  $P$  (для вечернего, заочного отделений и экстерната);
- 4) определить расстояние от точки  $A$  до плоскости  $P$  ( $BCD$ ).

### Графическое оформление задания

1. Работа выполняется на листе чертежной бумаги формата А3 (297×420 мм) (рис. 1.1).
2. Чертеж располагается в центре рабочей части листа.
3. Координаты точек для индивидуального задания берутся из табл. 1.1.

Основная надпись выполняется в правом нижнем углу чертежа. В графах основной надписи указывают:

- 1 – сокращенное название кафедры (шрифт прописной размер 5);
- 2 – наименование работы (шрифт прописной размер 5);
- 3 – наименование задания (шрифт прописной размер 5);
- 4 – наименование изображений, помещенных на листе (шрифт прописной размер 5);
- 5 – литеру «У» (учебный чертеж);
- 6 – порядковый номер листа, страницы (страницы текстового документа при двухстороннем оформлении). На документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют;
- 7 – общее количество листов документа (комплекта чертежей, пояснительной записки и т.д.). На первом листе текстового документа при двухстороннем оформлении указывают общее количество страниц;
- 8 – полное или сокращенное наименование вуза, факультета, курса, группы (шрифт строчной размер 5);
- 9 – «Студент» (шрифт строчной размер 3,5);
- 10 – Ф.И.О.;
- 11 – подпись;
- 12 – дата.

### Решение задач эпюра № 1

**Пример 1.** Дана плоскость, заданная треугольником  $BCD$ . Постройте следы плоскости  $P_H$  и  $P_V$  (рис. 1.4).

1. Строим фронтальный след плоскости  $P_V$ . Для этого находим фронтальные следы прямых  $CD$  и  $BC$  и продолжаем горизонтальную проекцию прямой  $CD$  ( $cd$ ) до встречи с осью  $OX$  (точка  $n$ ), затем из полученной точки  $n$  восстанавливаем перпендикуляр к  $OX$  и далее продолжаем проекцию  $c'd'$  до встречи с перпендикуляром. Получаем фронтальный след прямой  $CD$  – точку  $N$ .

2. Аналогично для прямой  $BC$  получаем след  $N_1$ .

3. Следы  $N$  и  $N_1$  соединяем и получаем фронтальный след  $P_V$ .

4–5. Аналогично строим горизонтальные следы прямых  $BC$  и  $DC$  –  $M$  и  $M_1$ . Соединяя их, получаем горизонтальный след плоскости –  $P_H$ .

*Примечание.* При решении этой задачи и в последующих решениях цифры в кружках на рисунках соответствуют позициям 1–5 по тексту.

**Пример 2.** Определите угол наклона плоскости  $P$  к горизонтальной плоскости проекций  $H$  (рис. 1.5).

1. В плоскости  $P$  на следе  $P_V$  берем произвольную точку  $1'$  и находим горизонтальную проекцию точку  $1$ , лежащую на оси  $OX$ .

2. Из точки  $1$  опускаем перпендикуляр на  $P_H$  (в точку  $2$ ) – это горизонтальная проекция (Г.П.) линии наибольшего ската (Л.Н.С.).

3. Найдем Ф.П. линии наибольшего ската. Определим точку  $2'$  на оси  $OX$  и соединим ее с точкой  $1'$ . Получаем Ф.П.Л.Н.С.

4. Найдем Н.В.Л.Н.С. способом прямоугольного треугольника.

5. Угол наклона плоскости  $P$  к плоскости  $H$  будет между Н.В.Л.Н.С. и ее Г.П.



**Пример 3.** Через точку  $A$  проведите плоскость  $Q$ , параллельную заданной плоскости  $P$  (рис. 1.6).

1. Через горизонтальную проекцию точки  $A$  проводим Г.П.Г. – будущей плоскости  $Q$ , параллельную горизонтальному следу  $P_H$ .

2. Через  $a'$  проводим Ф.П.Г. параллельно оси  $OX$ .

3. Из точки  $n$ , лежащей на оси, восстанавливаем перпендикуляр до встречи с Ф.П.Г. – получаем точку  $N$ .

4. Через точку  $N$  проводим  $Q_V \parallel P_V$  и доводим след  $P_V$  до оси  $OX$  – получаем точку  $Q_X$ .

5. Из точки  $Q_X$  проводим  $Q_H \parallel P_H$ .

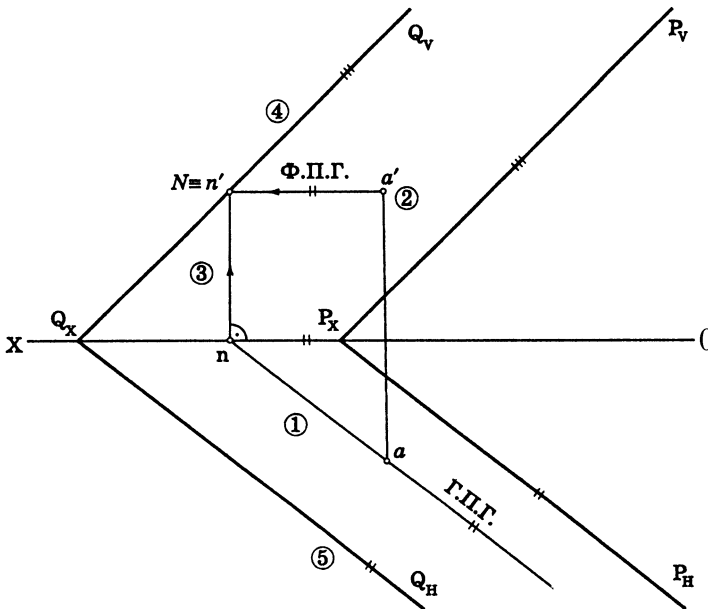


Рис. 1.6

**Пример 4.** Определите расстояние от точки  $A$  до плоскости  $P/BCD/$  (рис. 1.7).

1. Опускаем из проекций точки  $A$  перпендикуляры на следы  $P_V$  и  $P_H$ .

2. Заключаем перпендикуляр в горизонтально-проецирующую плоскость  $T$ .

3. Находим линию пересечения плоскостей  $P$  и  $T$  (линия  $MN$ ).

4. Продолжаем фронтальную проекцию перпендикуляра (опущенного из точки  $a'$ ) до встречи с проекцией линии пересечения двух плоскостей (точка  $k'$ ).

5. На горизонтальной проекции линии  $MN$  получаем точку  $k$ .

6. Определяем Н.В. расстояния  $AK$  способом прямоугольного треугольника.

## Вопросы для самопроверки

1. В каком случае точка лежит в плоскости?
2. В каком случае прямая лежит в плоскости?
3. Какие особенности имеют горизонтально проецирующие плоскости?
4. Какие особенности имеют фронтально проецирующие плоскости?
5. Какие особенности имеют профильные (горизонтально-фронтально проецирующие) плоскости?
6. Какие особенности имеют профильно проецирующие плоскости?
7. Какие линии плоскости называются главными?
8. Какие характерные признаки имеют проекции главных линий?
9. Какая из главных линий служит для определения угла наклона плоскости проекций?
10. В каком случае линия параллельна плоскости?
11. Как определить параллельность прямой и плоскости?
12. В каких случаях две плоскости параллельны и как проверить параллельность двух плоскостей, если одна из них задана двумя параллельными прямыми, а другая – двумя пересекающимися прямыми?
13. Как определить точку пересечения прямой линии с плоскостью?
14. Какое направление имеют проекции прямой линии, перпендикулярной плоскости при ее задании следами?
15. Если линия перпендикулярна плоскости, то как найти направление проекций перпендикуляра, если плоскость задана точками или линиями?
16. Как построить плоскость, проходящую через данную точку и перпендикулярную данной прямой линии?
17. В чем заключается условие взаимной перпендикулярности двух плоскостей и как это проверяется на эюре?

## Раздел 2. Способы преобразования проекций

Домашнее задание № 2 (эпюр № 2).

*Цель задания* – закрепить знания по теме «Преобразование проекционного чертежа» и приобрести навыки в решении задач, используя способы вращения (совмещения) и перемены плоскостей проекций.

**Задача 2.1.** Постройте проекции и натуральную величину сечения поверхности проецирующей плоскостью. Варианты заданий берутся в М 2:1 (*рис. 2.1*).

**Задача 2.2.** Постройте сечение поверхности плоскостью общего положения и способом совмещения определите натуральную величину сечения. Варианты заданий берутся в М 2:1 (*рис. 2.2*).

Примеры оформления задания приведены на *рис. 2.3* (задачи 1–4), оформление основной надписи см. *рис. 1.2* и *1.3*.

## Решение задач эпюра № 2

**Задача 2.1.** Определите натуральную величину сечения пирамиды фронтально проецирующей плоскостью.

На *рис. 2.3* показано построение сечения пирамиды плоскостью. Далее строим Н.В. сечения, используя вращение вокруг фронтального следа плоскости.

Далее строим Н.В. сечения способом замены плоскостей проекций.

**Задача 2.2.** Используя замену плоскостей проекций, постройте проекции сечения сферы плоскостью общего положения и определите натуральную величину сечения.

На *рис. 2.3* показано построение сечения сферы. Поставьте новую плоскость  $V_1$  перпендикулярно следу  $P_n$  и спроецируйте на нее плоскость  $P$  и заданную поверхность. Натуральную величину сечения определяем способом совмещения.

## Вопросы для самопроверки

1. Если точка вращается вокруг оси, перпендикулярной плоскости  $H$ , то какой вид будут иметь проекции траектории, описываемой точкой на  $H$  и  $V$ ?

2. Изменится ли длина горизонтальной проекции отрезка прямой, если вращать отрезок вокруг оси, перпендикулярной плоскости  $H$ ?

3. Сколько раз надо повернуть отрезок прямой и вокруг каких осей, для того чтобы отрезок из общего положения привести в положение, перпендикулярное плоскости  $H$ ?

4. Сколько раз надо повернуть плоскость и вокруг каких осей, для того чтобы плоскость из общего положения привести в положение, параллельное плоскости  $H$ ?

5. Чем отличается способ вращения от способа совмещения?

6. Как построить центр и радиус вращения для любой точки при вращении ее вокруг горизонтали?

7. Где расположится горизонтальный след проецирующей плоскости, если вращать его вокруг фронтального следа до совмещения с плоскостью  $V$ ?

8. Как расположится горизонтальный след фронтально проецирующей плоскости относительно фронтального следа, если вращать эту плоскость вокруг фронтального следа до совмещения с плоскостью  $V$ ?

9. Чем отличается способ вращения от способа замены плоскостей проекций?

10. Какие координаты точки сохраняются при замене плоскостей проекций?

11. Сколько раз надо заменить плоскости проекций, для того чтобы прямая общего положения спроектировалась на новую плоскость проекций в виде точки?

12. Сколько раз надо переменить плоскости проекций, для того чтобы плоская фигура, расположенная в общем положении, спроектировалась на новую плоскость проекций в натуральную величину?

## Раздел 3. Поверхности

Домашнее задание № 3 (эпюр № 3).

Постройте линии пересечения поверхностей двух тел в ортогональных проекциях и развертку поверхности одного тела с нанесением линии пересечения.

Учебно-методическое пособие

Олег Викторович **Георгиевский**  
Татьяна Михайловна **Кондратьева**  
Елена Львовна **Спирина**

# НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ И ИНЖЕНЕРНАЯ ГРАФИКА

Учебно-методическое пособие для студентов экстерната,  
вечернего и заочного отделений вузов  
(для строительных специальностей)

Компьютерная верстка: *Е.В. Орлов*  
Редактор: *В.Ш. Мерзлякова*  
Дизайн обложки: *Н.С. Романова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98.  
Подписано к печати 17.03.09. Формат 70x100/16.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.  
Усл. 9 п.л. Тираж 1000 экз. Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)  
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации – КМК, оф. 348  
тел., факс: (499)183-56-83, e-mail: [iasv@mgsu.ru](mailto:iasv@mgsu.ru), <http://www.iasv.ru/>