

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Вологодская государственная
молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

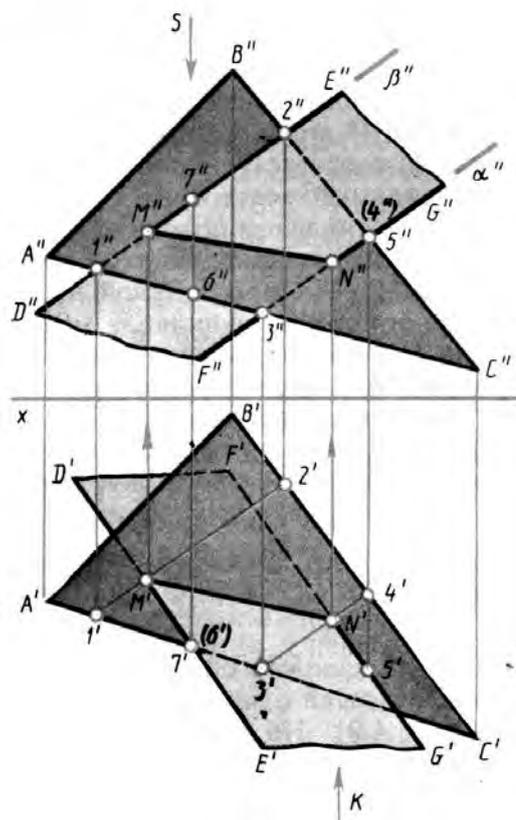
Инженерный факультет

Кафедра энергетических средств и технического сервиса

НАЧЕРТАТЕЛЬНАЯ ГЕОМЕТРИЯ

Рабочая тетрадь
для студентов 1 курса

студента _____ группы _____



Вологда – Молочное
2022

Рабочая тетрадь по дисциплине «Начертательная геометрия и инженерная графика» (модуль «Начертательная геометрия») предназначена для студентов первого курса, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров:

- 15.03.02 Технологические машины и оборудование;
- 19.03.03 Продукты питания животного происхождения;
- 27.03.01 Стандартизация и метрология;
- 35.03.02 Технология лесозаготовительных и
деревоперерабатывающих производств;
- 35.03.06 Агроинженерия.

Рабочая тетрадь разработана старшим преподавателем кафедры энергетических средств и технического сервиса **С.В. Гайдидей**.

Рецензенты:

доцент кафедры энергетических средств и технического сервиса,
кандидат экономических наук **Н.И. Кузнецова**,
доцент кафедры технические системы в агробизнесе,
кандидат экономических наук **Ивановская В.Ю.**

Одобрена и рекомендована к печати методической комиссией инженерного факультета (протокол № 1 от 2 сентября 2022 г.).

© Гайдидей С.В., 2022

© ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2022

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Модуль «Начертательная геометрия» дисциплины «Начертательная геометрия и инженерные расчеты» представляет собой совокупность методов отображения пространственных форм предметов и изучения их геометрических свойств через их плоские изображения. Начертательная геометрия необходима для развития геометрической логики и пространственного воображения.

Данная рабочая тетрадь позволяет успешно усвоить данную дисциплину через решение задач построения на плоскости пространственных форм и решение позиционных и метрических задач, относящихся к пространственным формам на плоскости.

Прежде чем приступить к решению той или иной задачи необходимо изучить соответствующий теоретический материал, используя рекомендованную литературу, материалы лекционного курса и методических указаний.

Данная рабочая тетрадь состоит из девяти тем, охватывающих основной курс модуля «Начертательная геометрия». Для успешного освоения дисциплины каждая тема, в свою очередь, состоит из трех разделов:

1. Задачи для аудиторной работы. Предназначены для решения их, как в период лабораторных занятий под руководством преподавателя, так и для самостоятельной работы при подготовке к экзамену.

2. Задачи для самостоятельной работы. Предлагается самостоятельно решить по индивидуальным данным задачи для практического усвоения теоретических знаний.

3. Контрольные вопросы. Предназначены для аттестации уровня освоения студентом соответствующей темы.

Приступать к решению задач на чертеже необходимо после уяснения пространственного расположения, формы исходных элементов и тех последовательных операций в пространстве, которые необходимо выполнить.

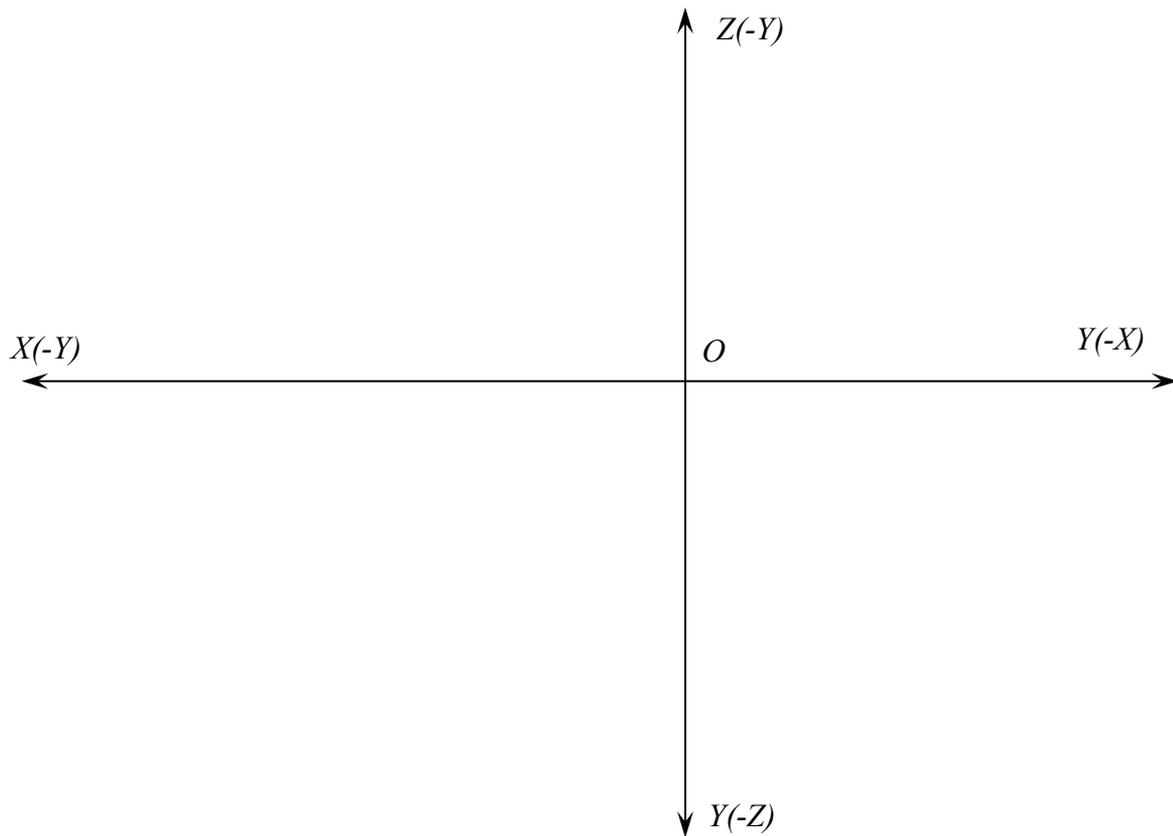
Все построения проводятся с большой точностью и аккуратностью с помощью чертежных инструментов (линейка, угольник, циркуль). На чертеже должны быть сохранены вспомогательные линии построения и обозначены опорные точки геометрических операций и образов. Вспомогательные линии выполняются сплошными тонкими линиями. Линии видимого контура выполняются сплошными толстыми линиями, а линии невидимого контура тонкими штриховыми линиями. В ряде случаев могут использоваться цветные карандаши. Надписи выполняются шрифтом 5.

Для успешного освоения дисциплины рекомендуется использовать литературные источники, предложенные в конце данной рабочей тетради в разделе «СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ».

1 ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ТОЧКИ

1.1 Задачи для аудиторной работы

Задача 1.1. Построить горизонтальную и фронтальную проекции точек $A(15, 50, 40)$, $B(30, 40, 0)$, $C(45, -20, 35)$, $D(60, 15, -40)$, $E(0, 0, 30)$ и определить положение точек в пространстве. Для точки A построить дополнительно профильную проекцию.

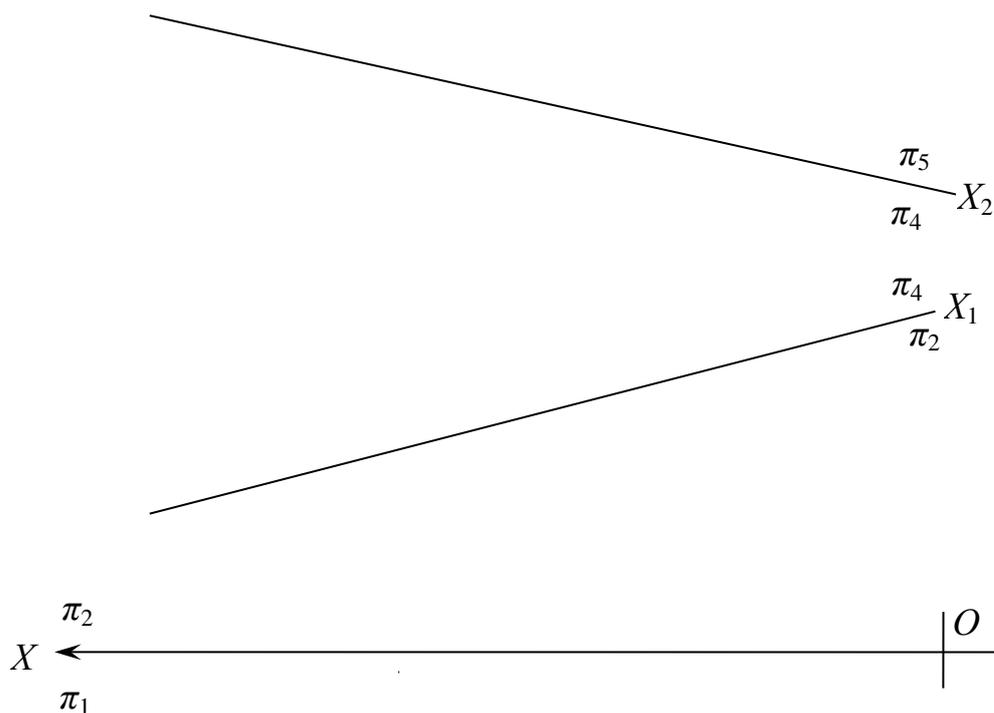


$A \in$ _____, $B \in$ _____, $C \in$ _____, $D \in$ _____, $E \in$ _____

Заполнить таблицу с указанием знаков или значений координат, если точка имеет следующее расположение.

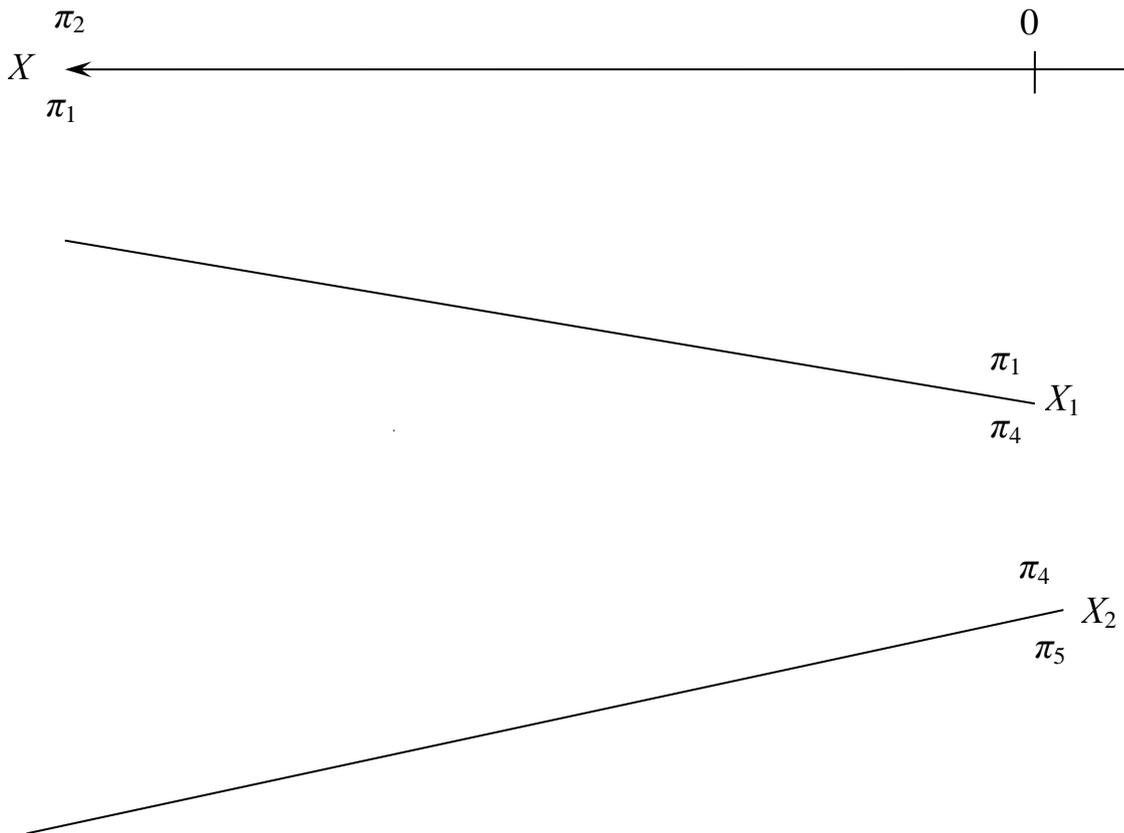
Координаты	Точка в пространстве принадлежит										
	Четверти пространства				Плоскости проекций			Оси координат			Началу координат
	I	II	III	IV	π_1	π_2	π_3	X	Y	Z	
X											
Y											
Z											

Задача 1.2. Построить проекции точек $A(40, 30, 20)$, $B(70, 0, 15)$ и $C(90, 25, 0)$. Определить положение дополнительных проекций в системе плоскостей $X_1 \frac{\pi_2}{\pi_4}$ и $X_2 \frac{\pi_5}{\pi_4}$.



$X \frac{\pi_1}{\pi_2} \rightarrow X_1 \frac{\pi_4}{\pi_2}$	$ A^{IV} A_{X1} =$	$ B^{IV} B_{X1} =$	$ C^{IV} C_{X1} =$
$X_1 \frac{\pi_4}{\pi_2} \rightarrow X_2 \frac{\pi_4}{\pi_5}$	$ A^V A_{X2} =$	$ B^V B_{X2} =$	$ C^V C_{X2} =$

Задача 1.3. Построить проекции точек $A (40, 30, 20)$, $B (70, 0, 15)$ и $C (90, 25, 0)$. Определить положение дополнительных проекций в системе плоскостей $X_1 \frac{\pi_1}{\pi_4}$ и $X_2 \frac{\pi_5}{\pi_4}$.

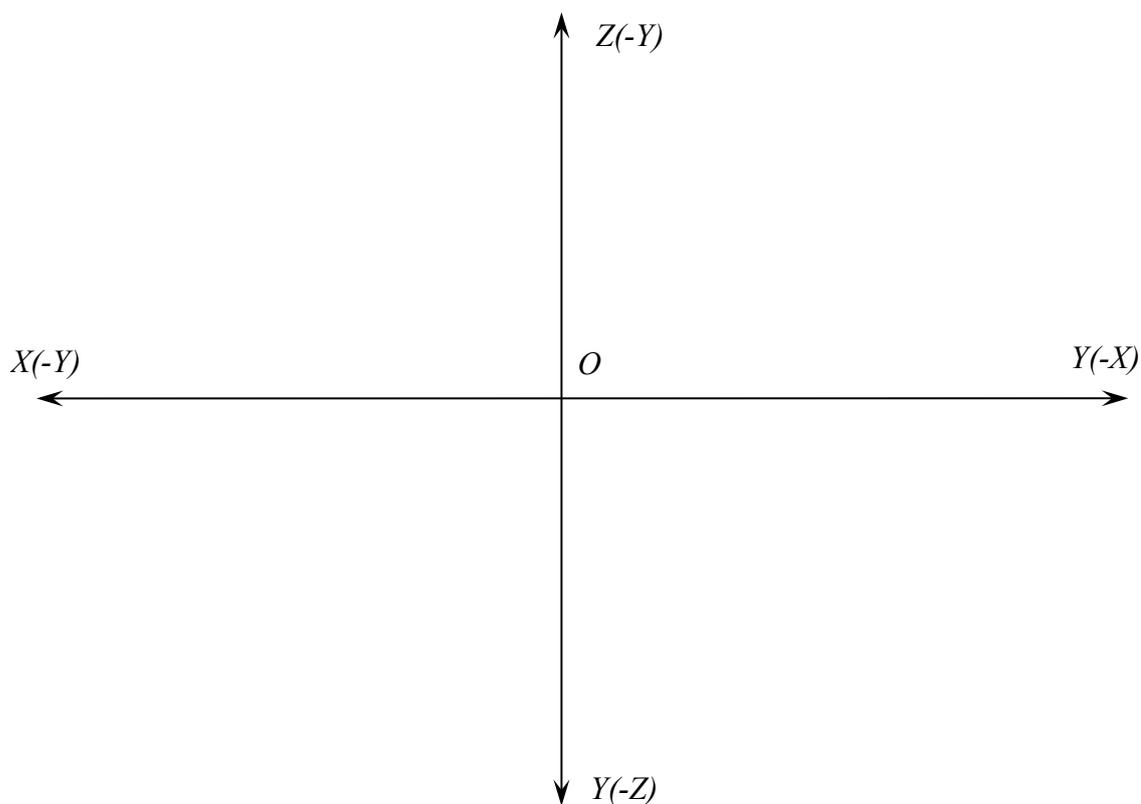


$X \frac{\pi_2}{\pi_1} \rightarrow X_1 \frac{\pi_4}{\pi_1}$	$ A^{IV} A_{X1} =$	$ B^{IV} B_{X1} =$	$ C^{IV} C_{X1} =$
$X_1 \frac{\pi_4}{\pi_1} \rightarrow X_2 \frac{\pi_4}{\pi_5}$	$ A^V A_{X2} =$	$ B^V B_{X2} =$	$ C^V C_{X2} =$

1.2 Задачи для самостоятельной работы

Задача 1.4. Построить горизонтальную и фронтальную проекции точек A, B, C, D, E по заданным координатам и определить положение точек в пространстве. Для точки A построить дополнительно профильную проекцию.

№ варианта	Координаты точек														
	A			B			C			D			E		
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z
1	15	10	25	25	10	0	35	0	10	45	-10	-30	55	-20	20
2	20	20	20	30	-20	0	40	0	20	50	-20	30	10	-15	-40
3	17	15	30	27	-20	0	37	0	15	49	-15	-40	60	15	-20
4	28	25	15	38	-25	10	10	40	0	45	0	20	55	20	-30
5	27	5	30	37	-5	29	15	20	0	50	0	15	60	-10	-35
6	30	10	15	40	-10	20	20	25	0	10	0	35	50	-25	-40
7	35	20	40	45	-20	10	15	-15	-40	25	10	0	55	0	-15
8	50	5	25	40	0	0	10	-20	-30	30	20	0	25	-30	20
9	25	20	30	35	0	20	55	-40	-20	45	40	0	5	10	-30
10	30	25	25	40	-20	30	20	30	0	15	-40	-50	50	0	0
11	35	30	10	45	-20	50	15	30	0	25	-50	-20	55	0	30
12	60	25	10	50	0	20	10	-50	-30	30	-40	20	40	10	0
13	55	10	15	45	20	0	5	30	-40	30	-49	10	20	0	25
14	30	10	30	40	30	0	50	-10	-30	25	0	25	10	-50	0
15	35	15	25	55	0	40	10	10	-35	45	-50	-40	25	20	0

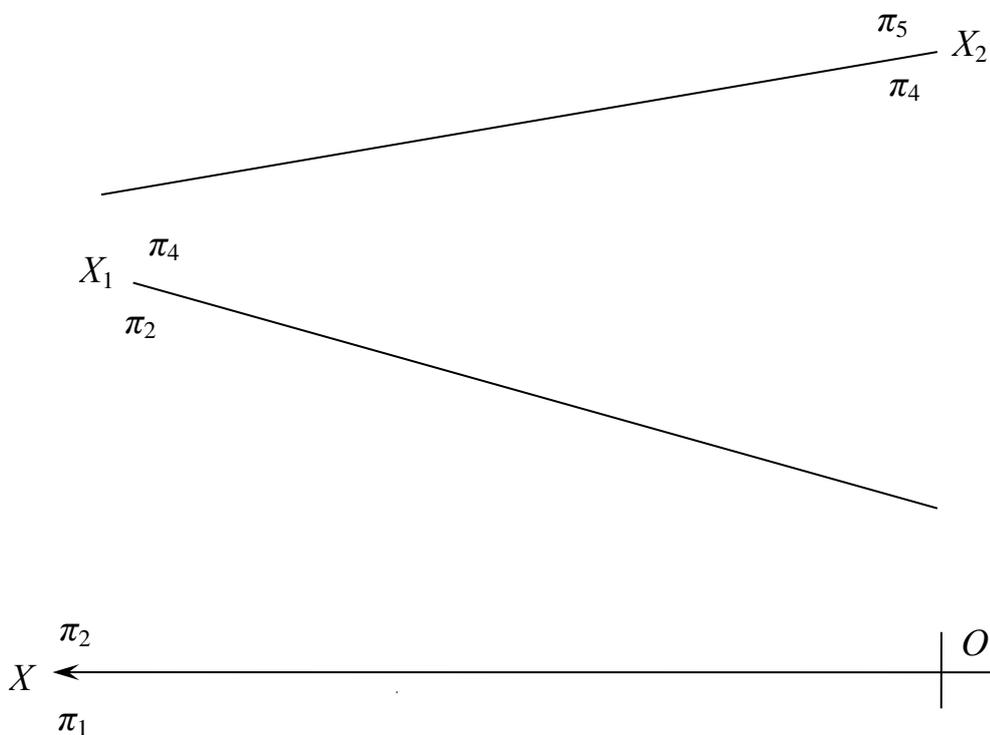


$A \in \underline{\hspace{2cm}}, B \in \underline{\hspace{2cm}}, C \in \underline{\hspace{2cm}}, D \in \underline{\hspace{2cm}}, E \in \underline{\hspace{2cm}}$

Задача 1.5. Построить точки A и B по заданным координатам и определить положение дополнительных проекций в системе плоскостей

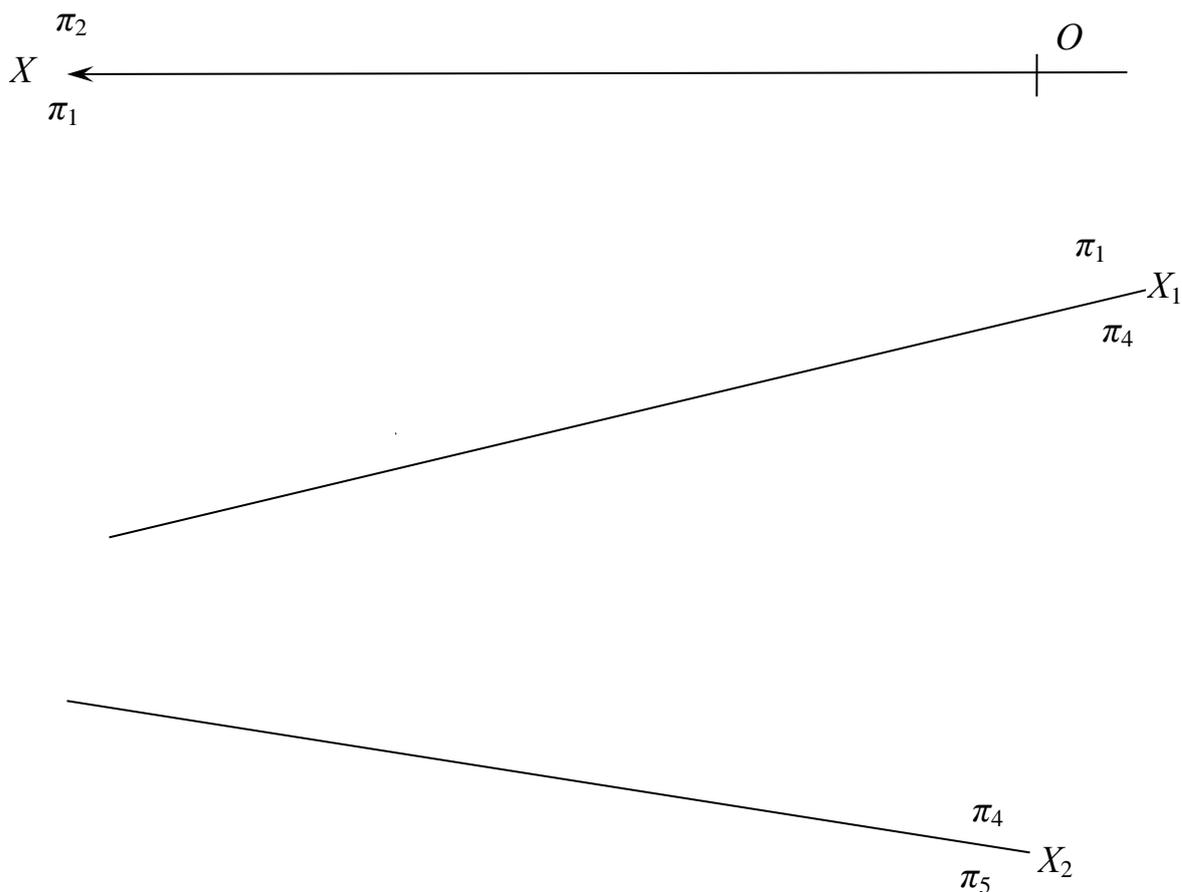
$$X_1 \frac{\pi_2}{\pi_4} \text{ и } X_2 \frac{\pi_5}{\pi_4}.$$

Точка	Координаты точки	№ варианта														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
A	X	30	35	38	30	38	15	50	15	40	25	58	40	25	30	40
	Y	20	25	20	22	28	20	22	30	30	28	28	25	30	20	28
	Z	10	15	15	16	20	5	13	15	5	12	16	20	10	5	10
B	X	25	50	18	65	20	55	25	30	25	70	30	60	45	65	20
	Y	20	0	20	0	25	0	25	0	27	0	20	0	15	0	20
	Z	0	30	0	30	0	30	0	15	0	35	0	30	0	15	0



$X \frac{\pi_1}{\pi_2} \rightarrow X_1 \frac{\pi_4}{\pi_2}$	$ A^{IV} A_{X1} =$	$ B^{IV} B_{X1} =$
$X_1 \frac{\pi_4}{\pi_2} \rightarrow X_2 \frac{\pi_4}{\pi_5}$	$ A^V A_{X2} =$	$ B^V B_{X2} =$

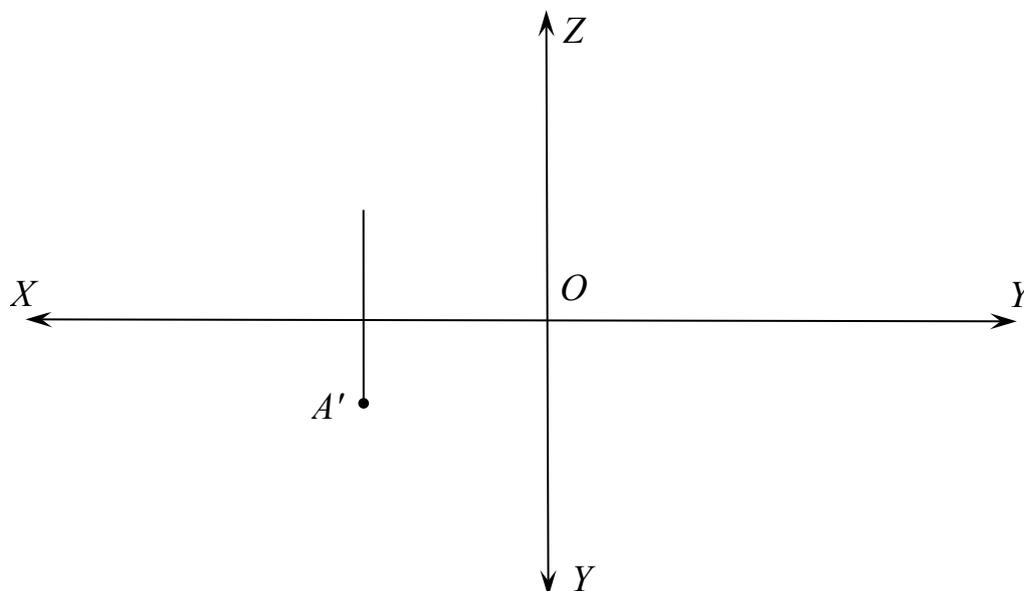
Задача 1.6. Построить точки A и B по координатам, заданным в задаче 1.5 и определить положение дополнительных проекций в системе плоскостей $X_1 \frac{\pi_1}{\pi_4}$ и $X_2 \frac{\pi_5}{\pi_4}$.



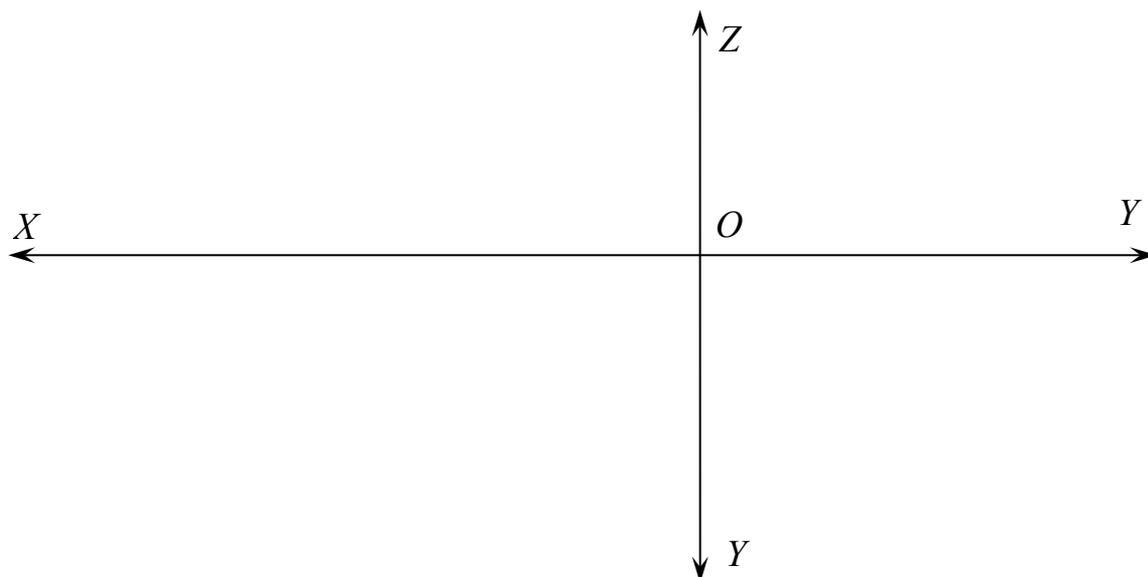
$X \frac{\pi_2}{\pi_1} \rightarrow X_1 \frac{\pi_4}{\pi_1}$	$ A^{IV} A_{X1} =$	$ B^{IV} B_{X1} =$
$X_1 \frac{\pi_4}{\pi_1} \rightarrow X_2 \frac{\pi_4}{\pi_5}$	$ A^V A_{X2} =$	$ B^V B_{X2} =$

1.3 Дополнительные задачи

Задача 1.7. Построить недостающие проекции точки A , если расстояние от точки A до оси X равно 35 мм. Исследовать возможные варианты решения.



Задача 1.8. Построить три проекции точки A $(60,30,0)$. Построить три проекции точки B , если она расположена выше точки A на 10 мм, правее на 30 мм и на 15 мм дальше ее от плоскости π_2 . Определить и записать координаты точки B .



Координаты точки B _____

1.4 Контрольные вопросы

1. По какой оси координат пересекаются плоскости проекций: горизонтальная и фронтальная, горизонтальная и профильная, фронтальная и профильная?
2. Чем обеспечивается на эюре условие обратимости чертежа?
3. Какое положение может занимать точка относительно плоскостей проекций? В чем отличие точек общего положения от точек частного положения?
4. Когда для точки A возможен случай: $A'=A''$ и $A'=A''=A'''$?
5. Как определить в какой четверти пространства находится точка, если даны: а) эюр точки, б) координаты точки?
6. Какая координата определяет расстояние от точки до плоскости π_1 , до π_2 , до π_3 ?
7. Что означает равенство нулю одной, двух или трех каких-либо координат точки?
8. Какие знаки имеют координаты точек, расположенных в различных четвертях пространства?
9. Как выполняется замена исходной горизонтальной плоскости проекций новой? Как выполняется замена фронтальной плоскости проекций новой?
10. Как располагается линия связи относительно новой оси при введении новой дополнительной плоскости проекций?

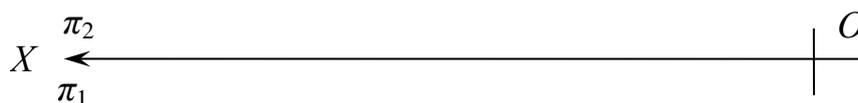
2 ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ПРЯМОЙ И ОТРЕЗКА ПРЯМОЙ

2.1 Задачи для аудиторной работы

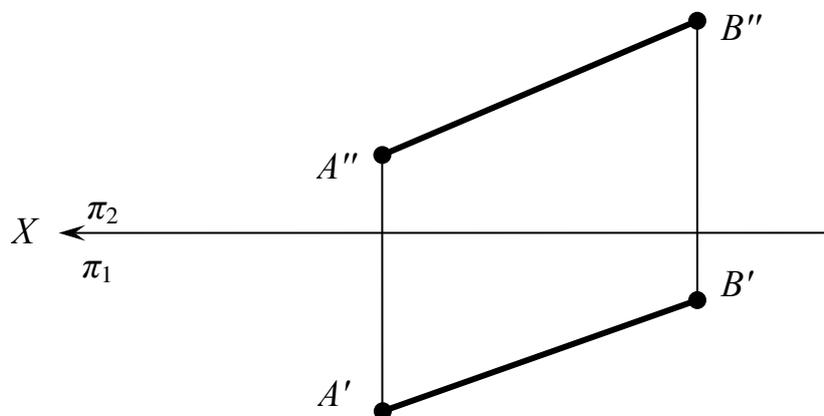
Задача 2.1. Заполнить таблицу.

Чертеж			
Расположение прямой			
Название прямой			
Отличительный признак			
Свойства			
Чертеж			
Расположение прямой			
Название прямой			
Отличительный признак			
Свойства			
Чертеж			
Расположение прямой			
Название прямой			
Отличительный признак			
Свойства			

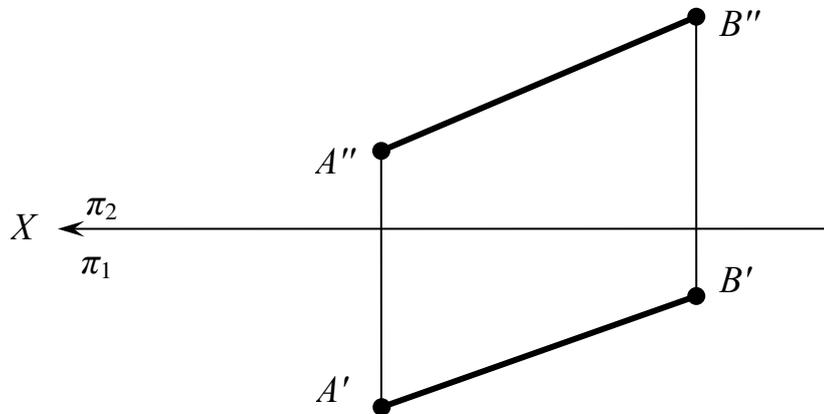
Задача 2.2. Построить проекции отрезка прямой AB , если координаты точек: $A(50,15,30)$, $B(20,35,15)$. Найти натуральную величину $|AB|$ отрезка методом перемены плоскостей проекций и угол φ_1 наклона отрезка к плоскости π_1 .



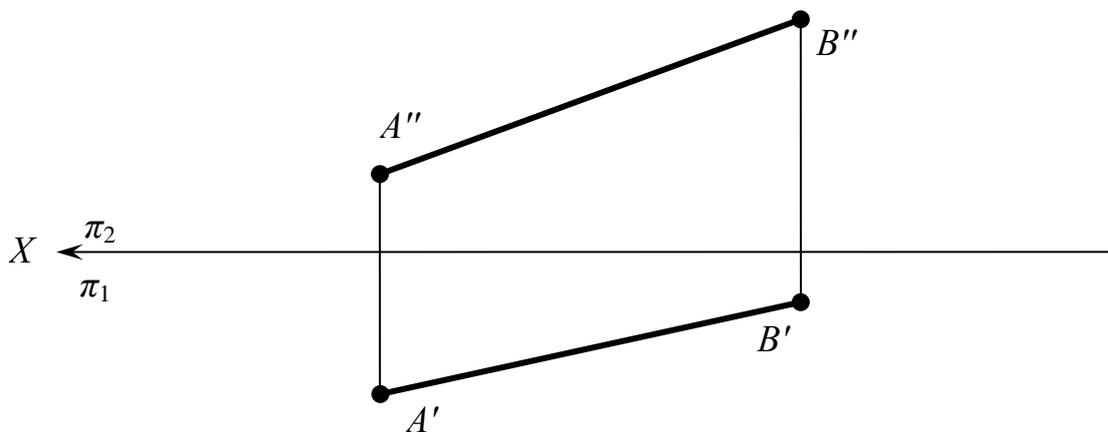
Задача 2.3. Для отрезка прямой AB найти натуральную величину $|AB|$ методом перемены плоскостей проекций и угол φ_2 наклона отрезка к плоскости π_2 .



Задача 2.4. Определить натуральную величину отрезка AB и угол наклона его к плоскостям проекций π_1 и π_2 методом треугольника.



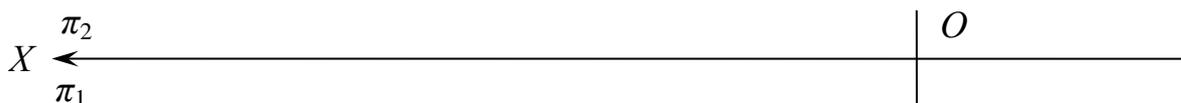
Задача 2.5. Построить следы прямой (AB): горизонтальный след – точку M и фронтальный след – точку N . Найти натуральную величину расстояния $[MN]$ между следами и угол наклона отрезка $[MN]$ к горизонтальной плоскости проекций методом перемены плоскостей проекций.



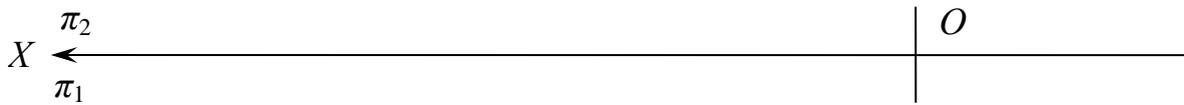
2.2 Задачи для самостоятельной работы

Задача 2.6. Построить проекции отрезка прямой по заданным координатам точек A и B . Найти натуральную величину $|AB|$ отрезка прямой методом перемены плоскостей проекций и угол наклона его к указанной плоскости проекций.

Показатели		№ варианта														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Координаты точки A	X	40	40	57	50	49	55	63	60	43	40	52	76	38	36	65
	Y	10	20	30	15	0	0	19	35	6	5	30	10	8	36	30
	Z	10	10	10	15	5	30	15	5	22	49	5	15	30	9	20
Координаты точки B	X	10	9	15	13	10	9	15	8	12	5	12	15	13	5	15
	Y	20	29	5	36	30	30	30	10	38	30	10	35	30	8	10
	Z	20	35	38	40	45	5	40	35	58	0	35	45	5	35	40
Угол наклона к плоскости		π_1	π_2	π_1	π_2	π_1	π_2	π_1	π_2	π_1	π_2	π_1	π_2	π_1	π_2	π_1

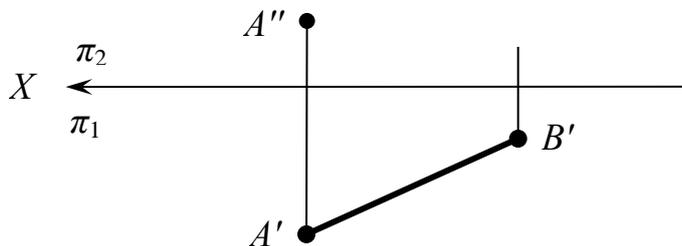


Задача 2.7. Построить проекции отрезка $[AB]$ по указанным координатам к задаче 2.6. Определить натуральную величину отрезка и угол его наклона к плоскостям проекций π_1 и π_2 методом треугольника.

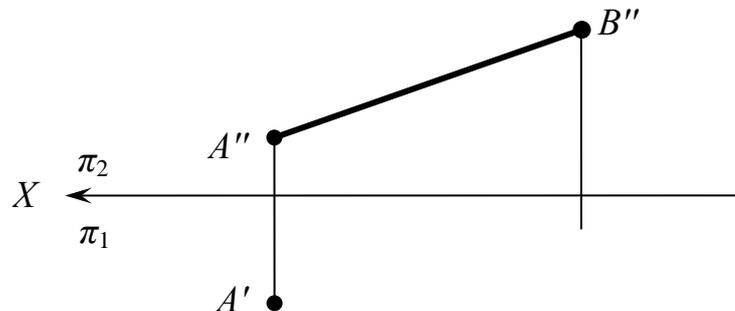


2.3 Дополнительные задачи

Задача 2.8. Определить недостающую проекцию отрезка $[AB]$, если натуральная величина ее равна 40 мм при условии, что $Z_B > Z_A$.



Задача 2.9. Определить недостающую проекцию отрезка $[AB]$, если угол наклона ее к плоскости π_2 равен 30° при условии, что $Y_B > Y_A$.



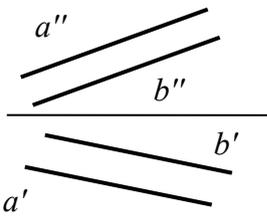
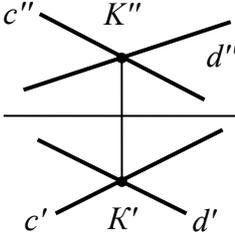
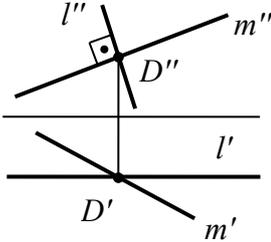
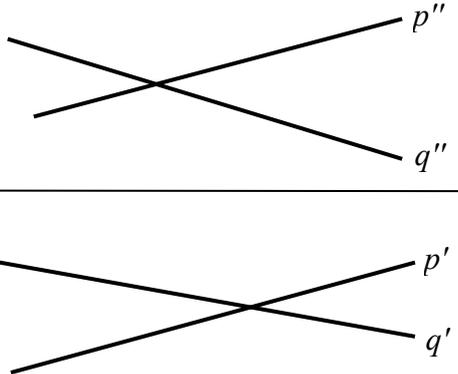
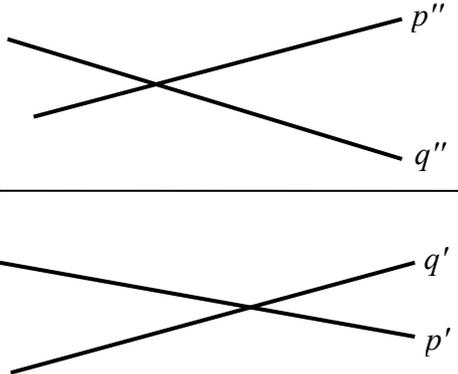
2.4 Контрольные вопросы

1. Какие прямые называются проецирующими? Как по чертежу определить, что прямая является проецирующей?
2. Какие прямые называются прямыми уровня? В чем отличительная особенность проекций прямой уровня?
3. Сформулируйте условие принадлежности точки прямой.
4. Ортогональная фронтальная проекция прямой принадлежит оси X . Где находится прямая?
5. Ортогональная горизонтальная проекция прямой принадлежит оси X . Где находится прямая?
6. Ортогональная фронтальная проекция прямой принадлежит оси Z . Где находится горизонтальная проекция прямой и сама прямая?
7. Если прямая параллельна профильной плоскости проекций, то как располагаются относительно осей координат горизонтальная и фронтальная проекции прямой?
8. В каком случае отрезок прямой проецируется на плоскость в натуральную величину?
9. Как располагается новая ось при определении натуральной величины отрезка прямой методом перемены плоскостей проекций?
10. Как определить углы наклона прямой к плоскостям проекций?
11. Что можно определить без дополнительных построений на эпюрах прямых частного положения?
12. Что называют следами прямой?

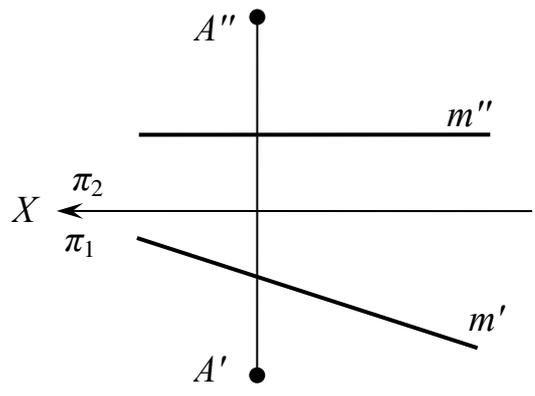
3 ВЗАИМНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ПРЯМЫХ

3.1 Задачи для аудиторной работы

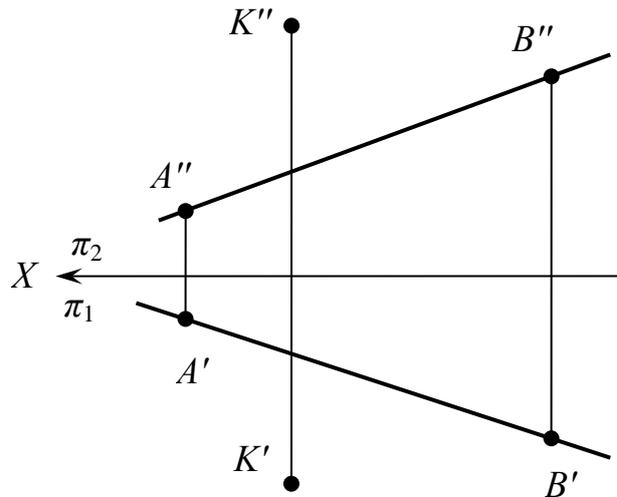
Задача 3.1. Заполнить таблицу. В случае если прямые скрещиваются, показать видимость прямых.

Чертеж			
Взаимное расположение прямых			
Свойства			
Чертеж			
Взаимное расположение прямых			
Свойства			

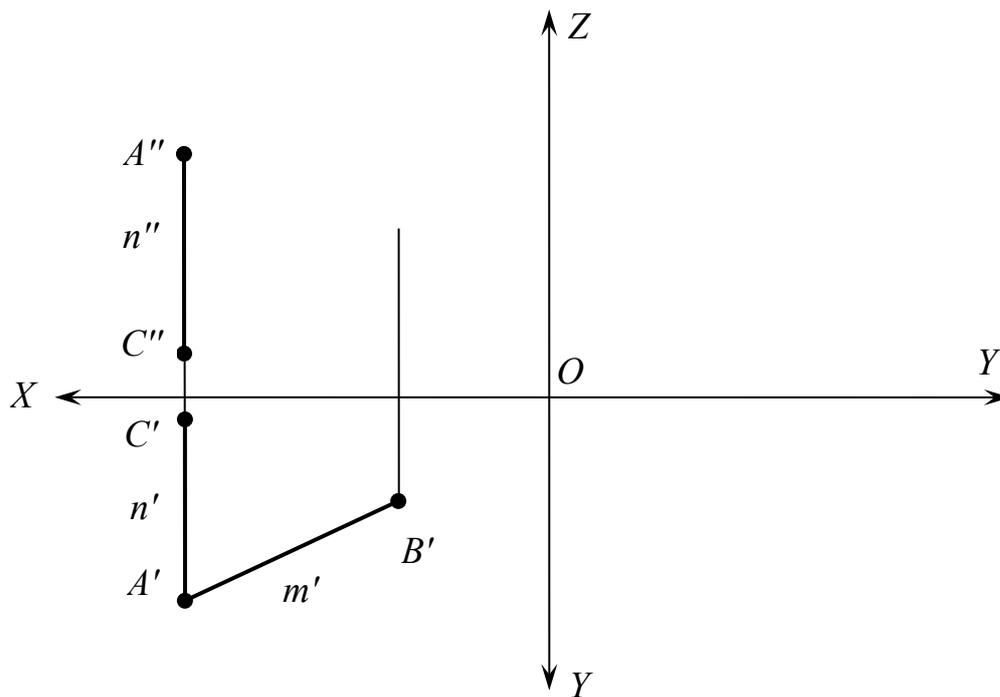
Задача 3.2. Построить прямую l , проходящую через точку A и пересекающую прямую t под прямым углом ($t'' \perp l$).



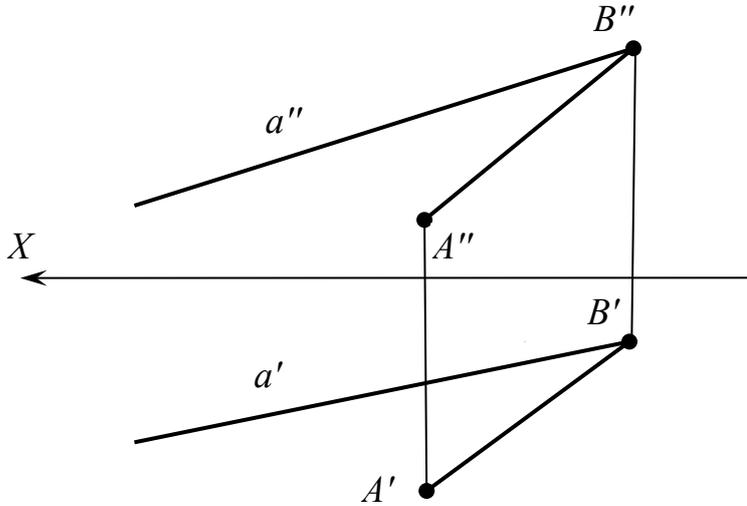
Задача 3.3. Определить расстояние от точки K до прямой, проходящей через точки A и B .



Задача 3.4. Построить недостающую проекцию прямой m , если она перпендикулярна прямой n . Определить натуральную величину отрезка $[AB]$ прямой m .



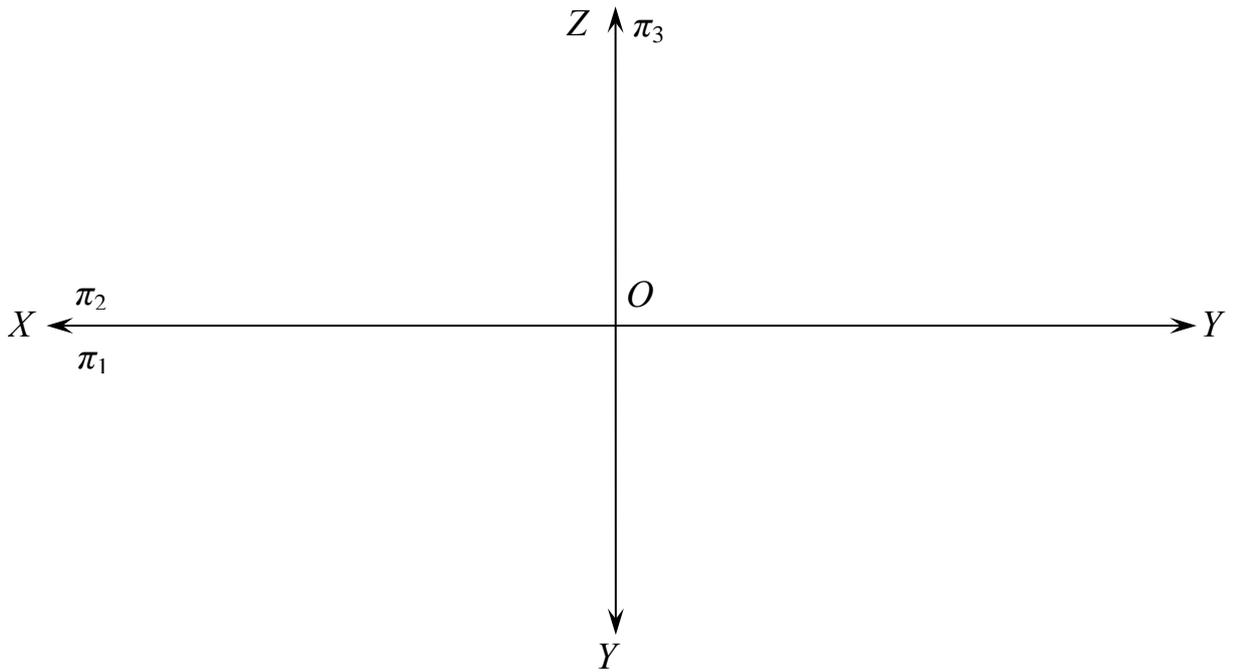
Задача 3.5. Построить проекции прямоугольного треугольника $\triangle ABC$, вершина которого C лежит на прямой a и угол при вершине A – прямой.



3.2 Задачи для самостоятельной работы

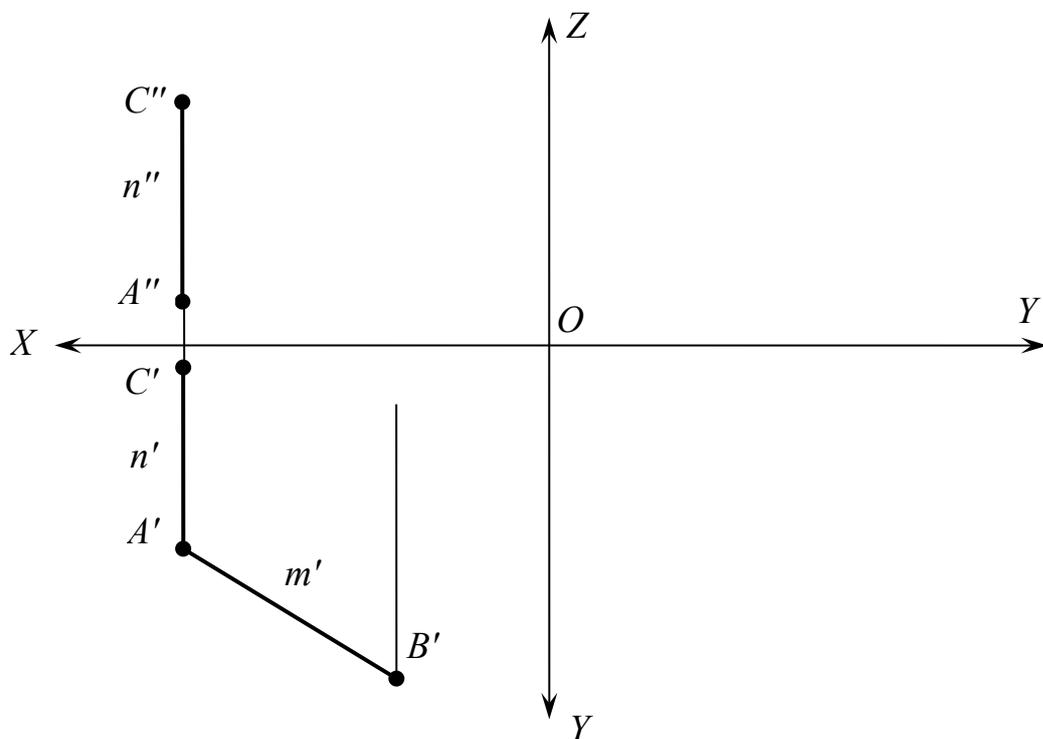
Задача 3.6. По заданным координатам концов отрезков $[AB]$ и $[CD]$ построить чертеж (три проекции отрезков). По проекциям определить взаимное положение отрезков прямых.

Показатели		№ варианта														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Координаты точки A	X	55	45	50	55	56	46	50	54	58	45	52	54	60	46	50
	Y	5	20	17	4	5	20	17	6	6	20	17	6	10	19	17
	Z	20	25	12	22	20	26	13	20	20	25	13	20	20	25	13
Координаты точки B	X	15	10	12	15	15	10	12	16	16	10	12	16	18	10	12
	Y	20	4	22	21	20	5	22	20	20	4	14	20	20	5	22
	Z	5	5	23	6	5	5	23	5	5	5	28	6	5	5	23
Координаты точки C	X	45	50	55	45	46	50	55	46	44	40	55	45	45	40	55
	Y	20	15	6	20	20	15	6	20	19	7	50	20	25	12	6
	Z	10	8	4	9	10	8	4	10	10	8	4	10	10	8	4
Координаты точки D	X	10	7	15	10	10	8	17	10	10	8	15	10	12	8	15
	Y	7	8	11	8	8	15	11	8	10	8	11	8	12	7	11
	Z	20	25	14	20	20	25	14	25	20	25	14	25	20	24	14



$[AB] \text{ --- } [CD]$

Задача 3.7. Построить недостающую проекцию прямой m , если она перпендикулярна прямой n . Определить натуральную величину отрезка $[AB]$ прямой m .



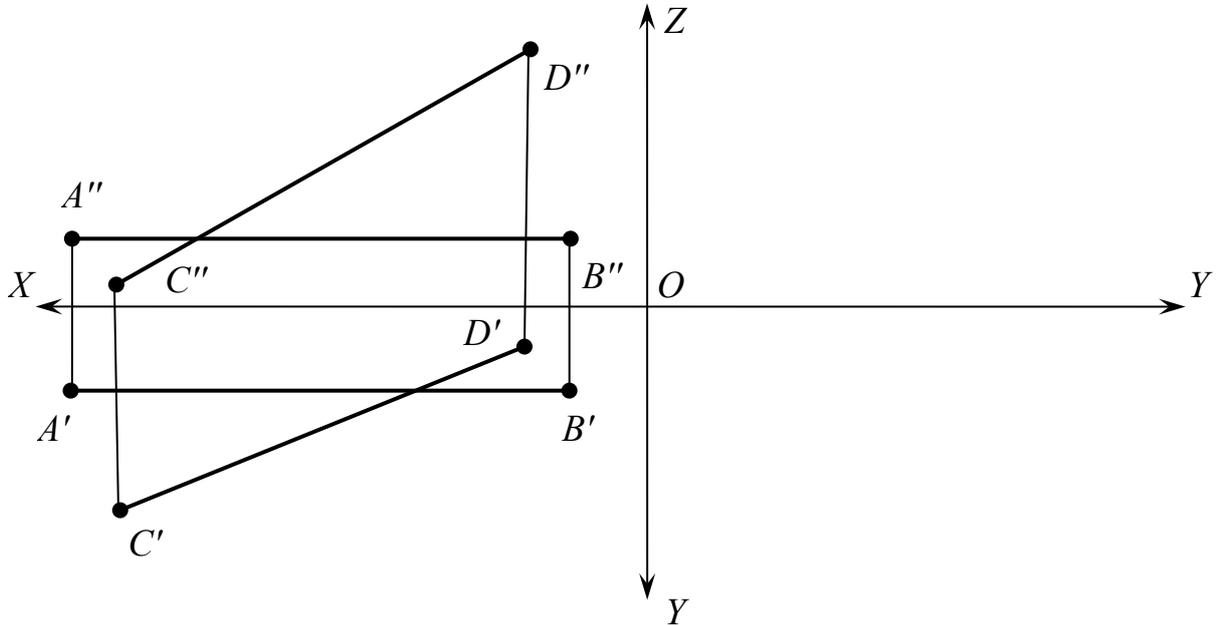
Задача 3.8. По заданным координатам построить проекции прямой (AB) и точки K . Определить расстояние от точки K до прямой (AB) .

Показатели		№ варианта														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Координаты точки A	X	65	66	57	68	45	65	56	67	44	64	58	68	46	55	65
	Y	15	14	10	45	30	14	9	43	28	15	14	44	29	20	16
	Z	25	19	20	5	6	19	15	6	7	18	18	6	7	15	13
Координаты точки B	X	30	32	5	10	8	30	6	10	9	30	6	10	8	10	33
	Y	42	40	40	5	47	40	42	6	46	40	42	6	46	45	43
	Z	13	12	8	28	16	10	7	28	11	10	7	27	16	25	30
Координаты точки K	X	25	20	20	47	27	24	18	50	26	24	19	46	26	40	23
	Y	7	6	5	15	12	6	5	10	12	7	4	14	12	5	6
	Z	35	36	35	40	30	24	35	42	28	34	34	40	30	35	33

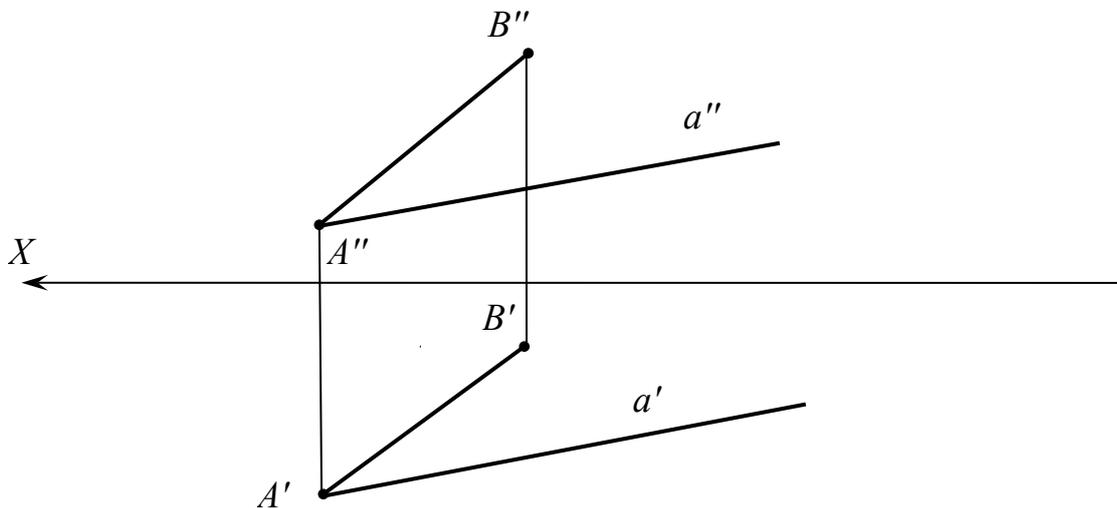


3.3 Дополнительные задачи

Задача 3.9. Прямые (AB) и (CD) пересечь третьей прямой (MN) , перпендикулярной к ним одновременно.



Задача 3.10. Построить проекции прямоугольного треугольника $\triangle ABC$, вершина которого C лежит на прямой a и угол при вершине C – прямой.



3.4 Контрольные вопросы

1. Какие возможны положения двух прямых относительно друг друга?
2. В каких случаях прямой угол между прямыми проецируется без искажения на полях проекций (теорема о проецировании прямого угла)?
3. Как используется теорема о проецировании прямого угла при построении взаимно перпендикулярных прямых на эюре?
4. Какое условие должно соблюдаться, чтобы однозначно установить пересечение двух прямых по их проекциям на эюре?
5. Какое условие должно соблюдаться, чтобы однозначно установить параллельность прямых по их проекциям на эюре?
6. Как располагаются при проецировании на плоскости проекций противоположные стороны квадрата? параллелограмма?
7. Сформулируйте суть метода конкурирующих точек. Проиллюстрируйте его применение на чертеже на примере двух скрещивающихся прямых.

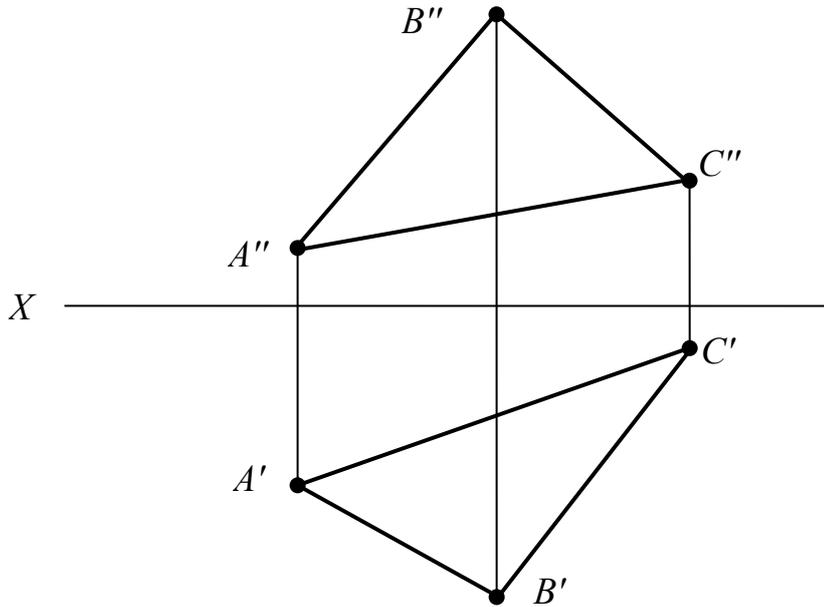
4 ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ПЛОСКОСТИ

4.1 Задачи для аудиторной работы

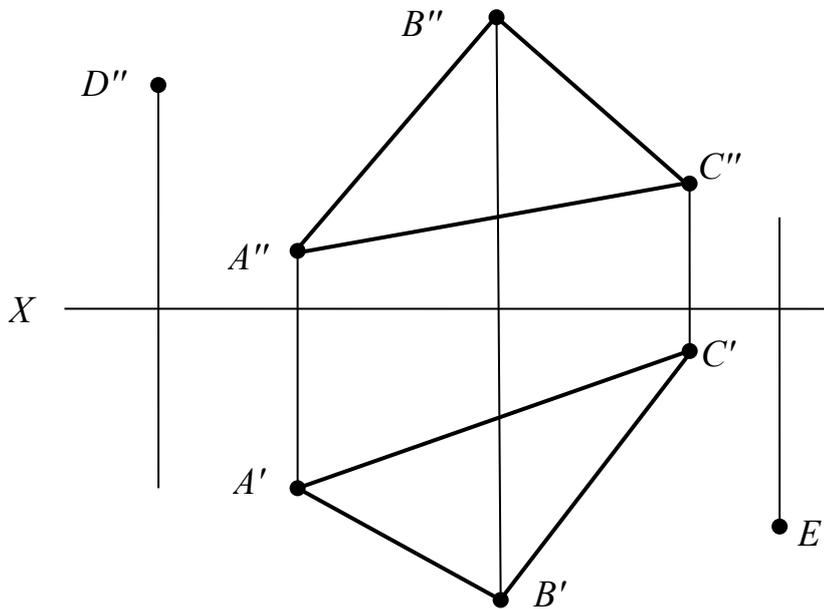
Задача 4.1. Заполнить таблицу.

Чертеж			
Расположение плоскости			
Название плоскости			
Отличительный признак			
Свойства			
Чертеж			
Расположение плоскости			
Название плоскости			
Отличительный признак			
Свойства			
Чертеж			
Расположение плоскости			
Название плоскости			
Отличительный признак			
Свойства			

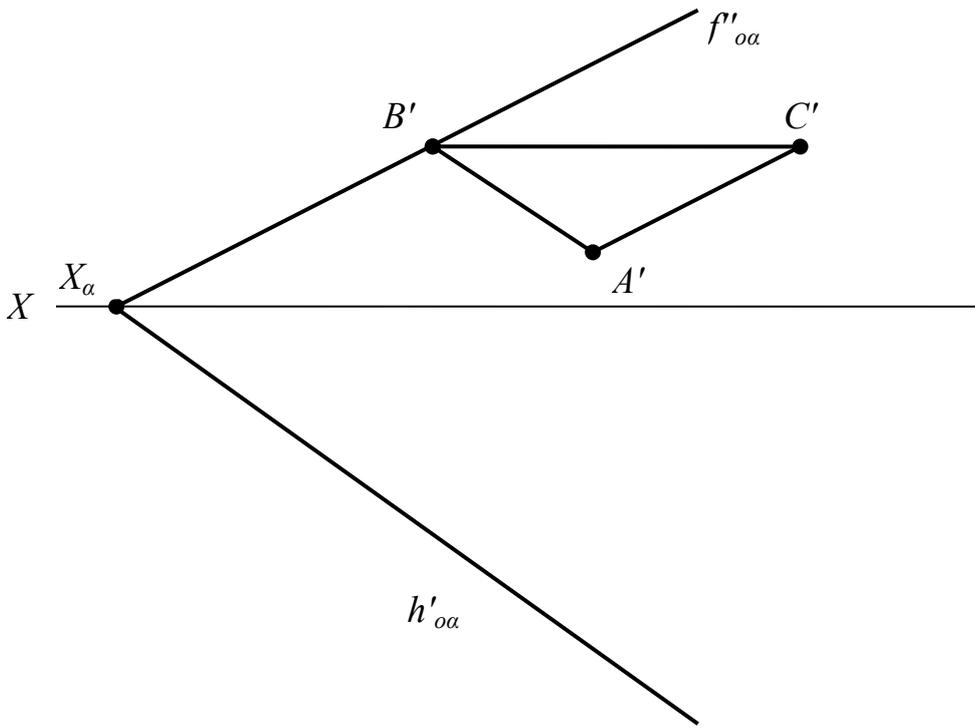
Задача 4.2. Показать в плоскости треугольника ΔABC проекции горизонтали и фронтолы, проведенные через произвольные точки.



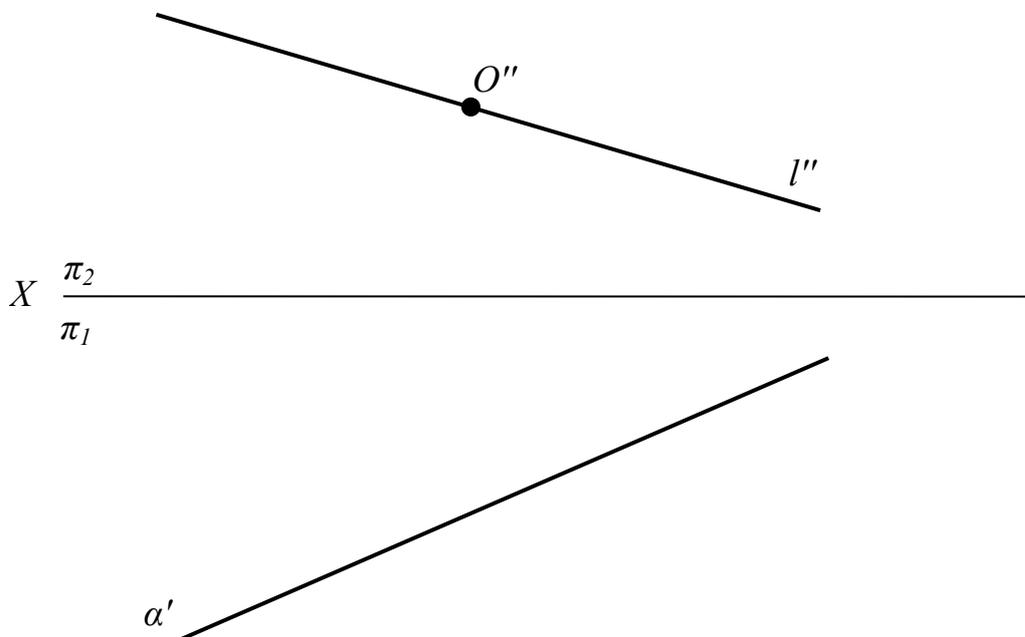
Задача 4.3. Построить недостающие проекции точек D и E , если известно, что они принадлежат плоскости ΔABC .



Задача 4.4. Построить горизонтальную проекцию треугольника ΔABC , расположенного в плоскости α . ($B'C' \parallel X$ и $A'C' \parallel f''_{\alpha}$). Определить угол наклона плоскости α к горизонтальной плоскости проекций.



Задача 4.5. Построить ромб $ABCD$, если диагональ $|AC| = 50$ мм; а диагональ $|BD| = 40$ мм. (AC) принадлежит прямой l . Ромб лежит в плоскости α , перпендикулярной π_1 . O – точка пересечения диагоналей.



4.2 Задачи для самостоятельной работы

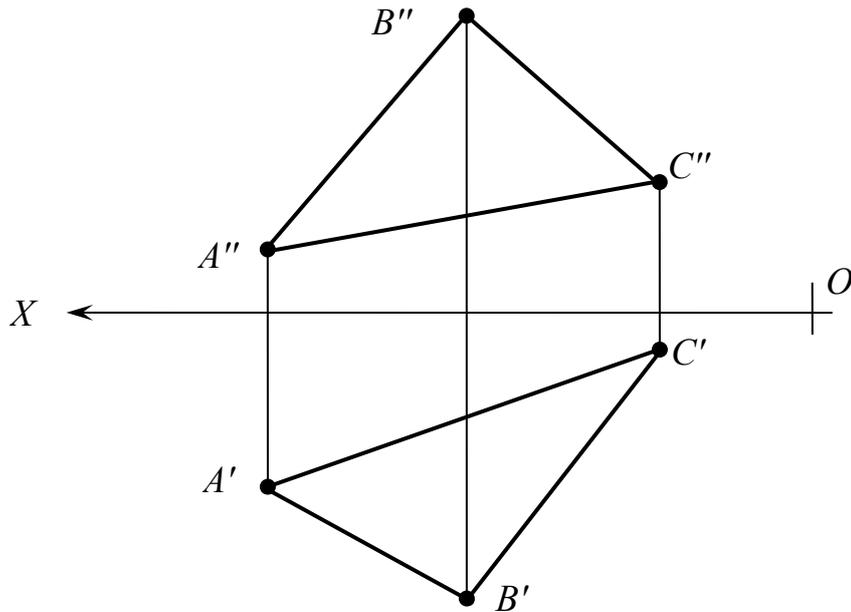
Задача 4.6. По координатам вершин A , B , C построить проекции треугольника. Показать в плоскости треугольника проекции горизонтали и фронтали, проведенные через произвольные точки.

Показатели		№ варианта														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Координаты точки A	X	85	96	87	98	75	95	86	97	74	94	88	98	76	85	95
	Y	15	14	10	45	30	14	9	43	28	15	14	44	29	20	16
	Z	18	19	12	8	6	19	11	6	7	18	12	6	7	15	17
Координаты точки B	X	55	50	50	77	57	44	52	75	56	44	49	76	56	45	53
	Y	7	6	5	15	12	6	5	14	12	7	4	14	12	5	6
	Z	45	46	40	60	45	35	42	58	44	38	40	59	50	43	36
Координаты точки C	X	60	62	35	40	38	60	36	40	39	60	36	40	38	40	63
	Y	42	40	40	5	47	40	42	6	46	40	42	6	46	45	43
	Z	13	12	8	28	12	14	7	28	11	15	7	27	12	35	13

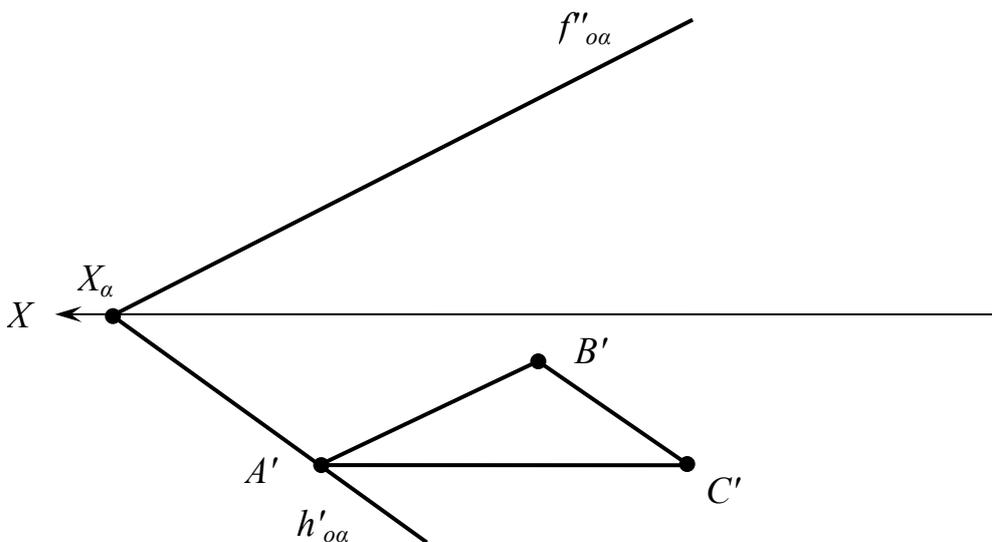


Задача 4.7. Построить недостающие проекции точек D и E , если известно, что они принадлежат плоскости ΔABC .

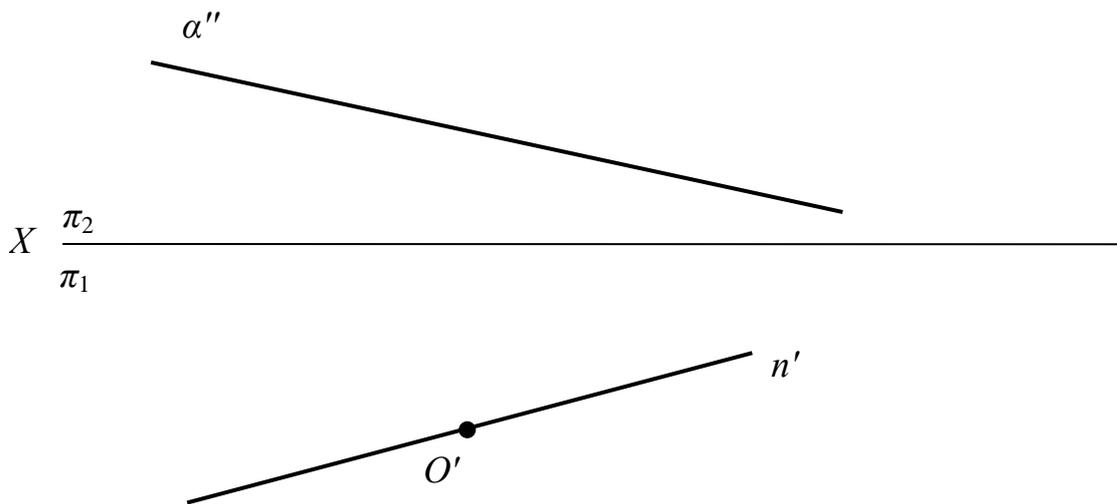
Показатели		№ варианта														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Координаты точки D	X	55	40	37	41	59	60	43	40	43	60	42	56	58	66	65
	Y	Определить графически														
	Z	25	20	22	20	35	30	15	22	36	35	25	30	30	29	30
Координаты точки E	X	8	9	20	23	10	19	10	18	12	20	5	20	13	10	25
	Y	20	29	30	36	30	30	30	33	38	30	15	30	30	28	28
	Z	Определить графически														



Задача 4.8. Построить фронтальную проекцию треугольника ΔABC , расположенного в плоскости α . $(A'C') \parallel X$ и $(B'C') \parallel h'_{\alpha\alpha}$. Определить угол наклона плоскости α к фронтальной плоскости проекций.

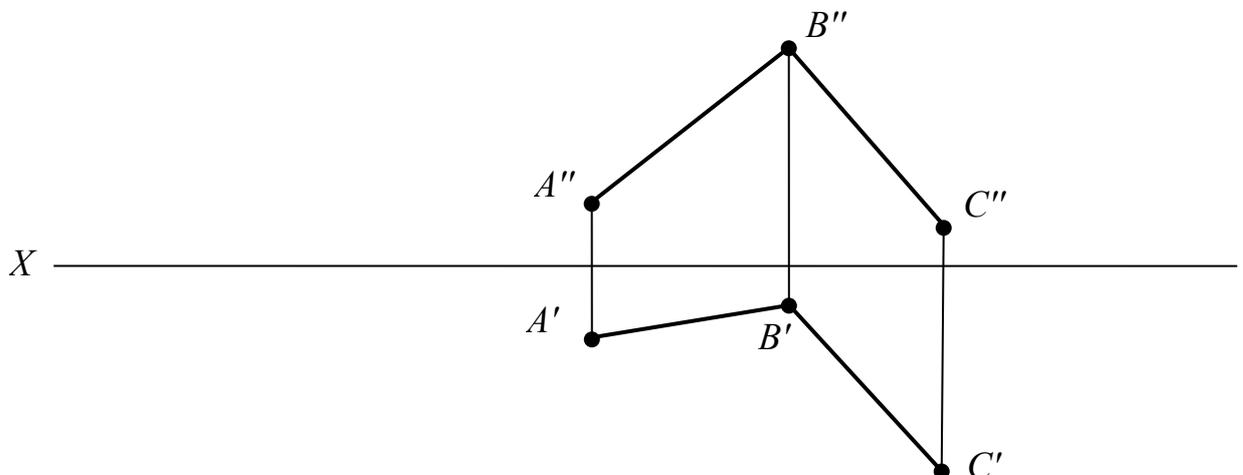


Задача 4.9. Построить ромб $ABCD$, если диагональ $|AC| = 40$ мм; а диагональ $|BD| = 30$ мм. (AC) принадлежит прямой n . Ромб лежит в плоскости α , перпендикулярной π_2 . O – точка пересечения диагоналей.

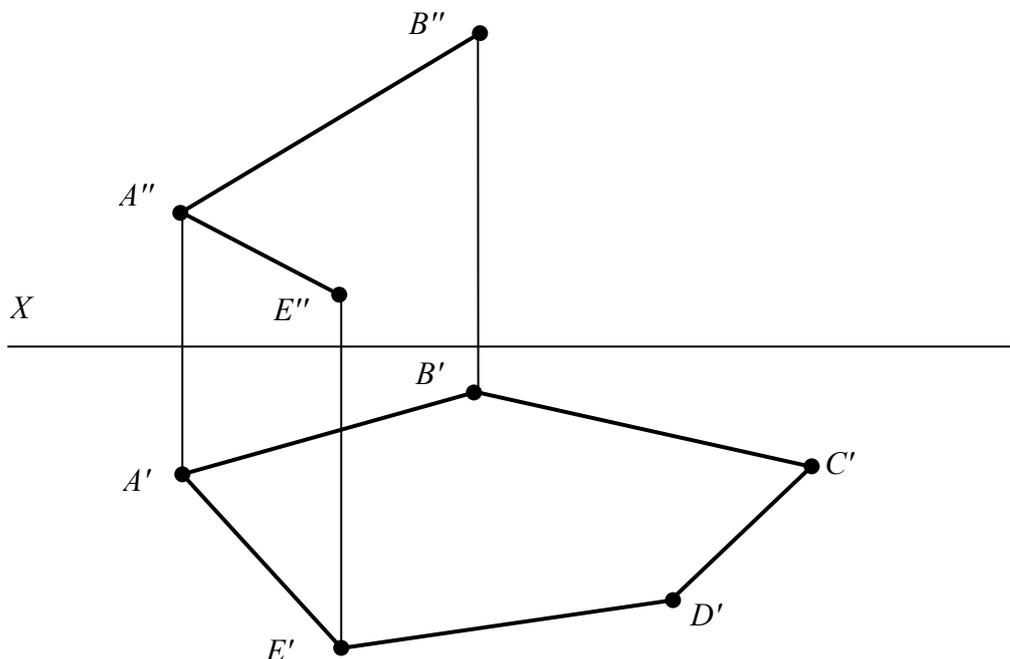


4.3 Дополнительные задачи

Задача 4.10. Плоскость, заданную прямыми (AB) и (BC) , выразить следами. Определить угол наклона этой плоскости к горизонтальной плоскости проекций.



Задача 4.11. Построить фронтальную проекцию плоского пятиугольника $ABCDE$ по данной горизонтальной проекции $A'B'C'D'E'$ и фронтальной проекции двух смежных сторон.



4.4 Контрольные вопросы

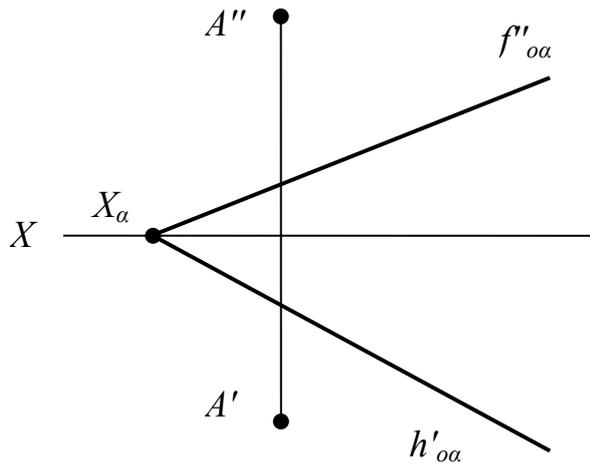
1. Как можно задать плоскость в пространстве и на эюре?
2. Какие отличительные особенности плоскости общего положения?
3. Какие плоскости называют проецирующими? плоскостями уровня?
4. В каких случаях проекцией плоскости является прямая линия?
5. Как располагаются следы плоскостей перпендикулярных плоскостям проекций?
6. Как должна располагаться плоская фигура по отношению к плоскости проекций, чтобы она (фигура) проецировалась на эту плоскость в натуральную величину?
7. Что называют следом плоскости?
8. Сформулируйте признак принадлежности точки плоскости, прямой плоскости?
9. Какие линии плоскости относятся к главным?
10. Что называется горизонталью и фронталью плоскости? Как выглядит их эюр?
11. Какое положение относительно основных плоскостей проекций занимает: плоскость, перпендикулярная горизонтальной прямой; плоскость, перпендикулярная фронтальной прямой?

5 ПОЗИЦИОННЫЕ И МЕТРИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

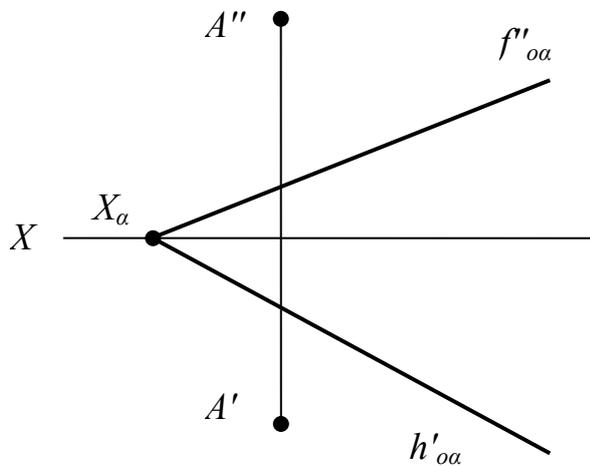
5.1 Задачи для аудиторной работы

Задача 5.1. Из точки A опустить перпендикуляр на плоскость α и найти его основание – точку D – способом посредников и способом перемены плоскостей проекций.

а) Способ посредников

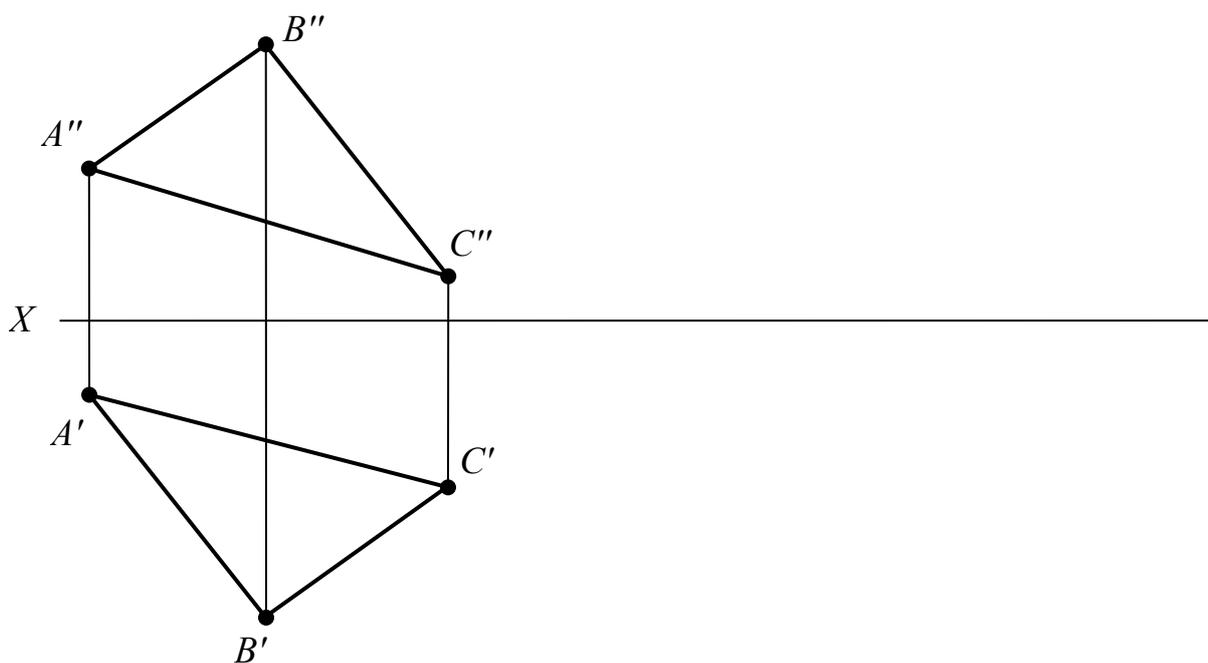


б) Способ перемены плоскостей проекций

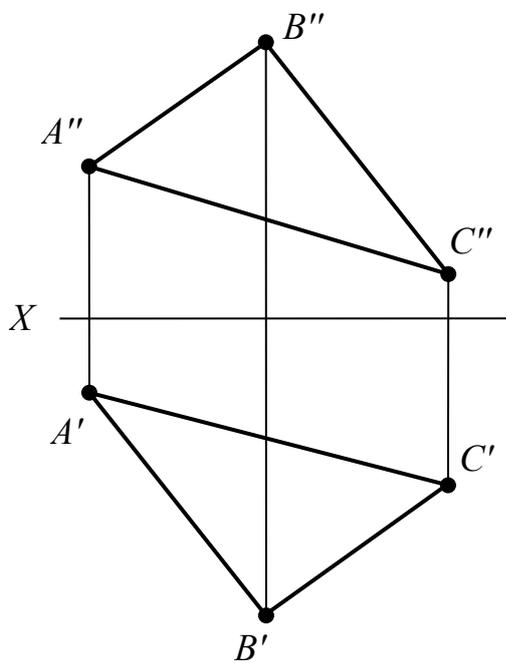


Задача 5.2. Определить натуральную величину $\triangle ABC$ и его угол наклона к горизонтальной плоскости проекций способом плоскопараллельного перемещения и способом перемены плоскостей проекций.

а) Способ плоскопараллельного перемещения

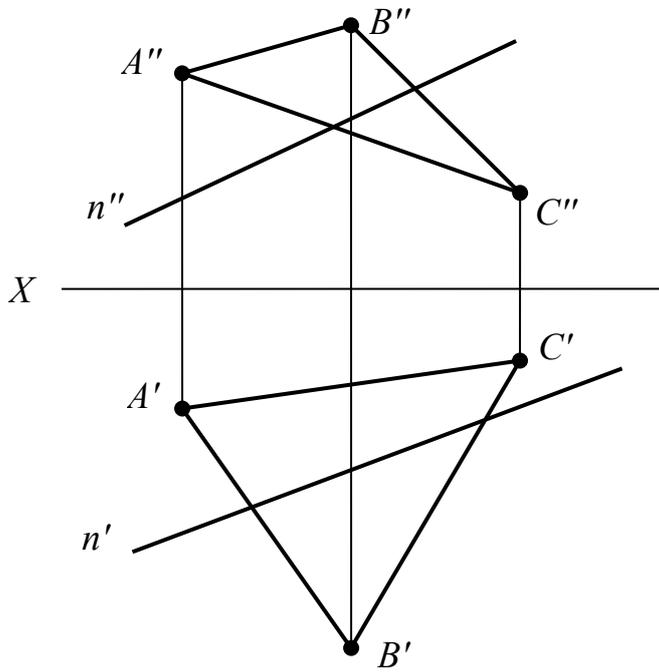


б) Способ перемены плоскостей проекций

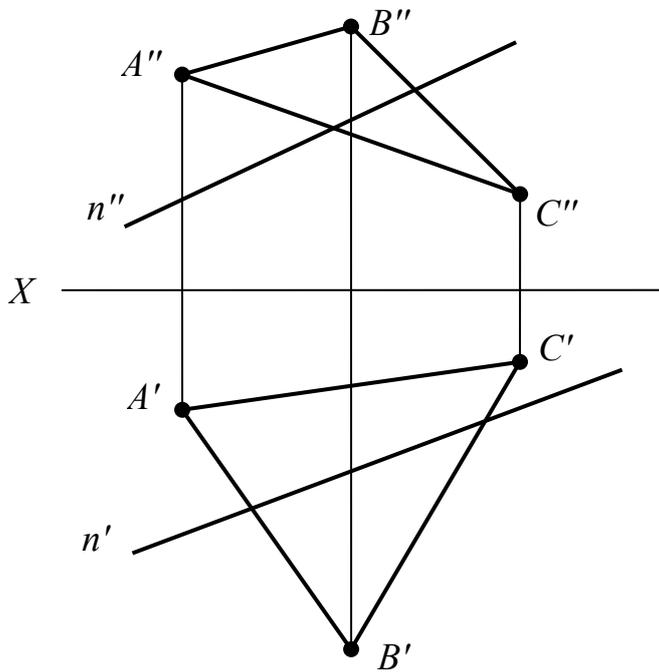


Задача 5.3. Построить точку пересечения прямой n с плоскостью заданной $\triangle ABC$ способом преобразования чертежа и способом посредников. Определить видимость прямой n .

а) Способ посредников

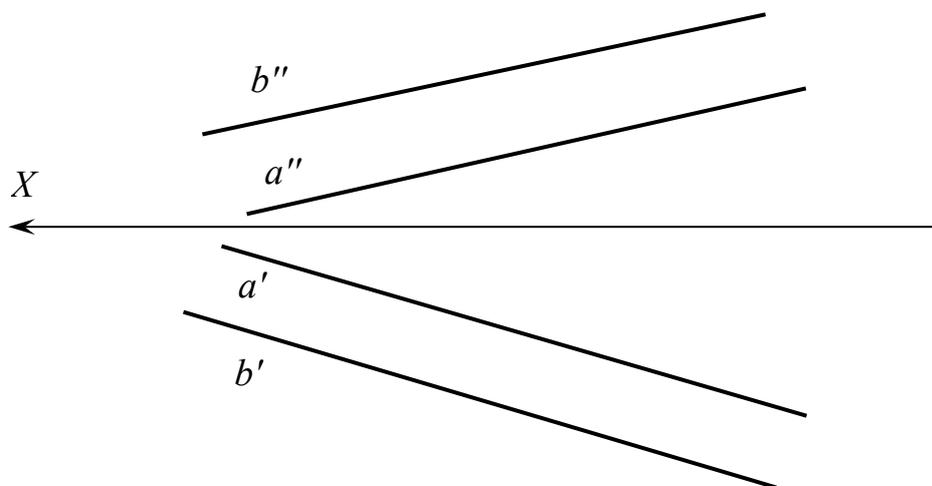


б) Способ перемены плоскостей проекций

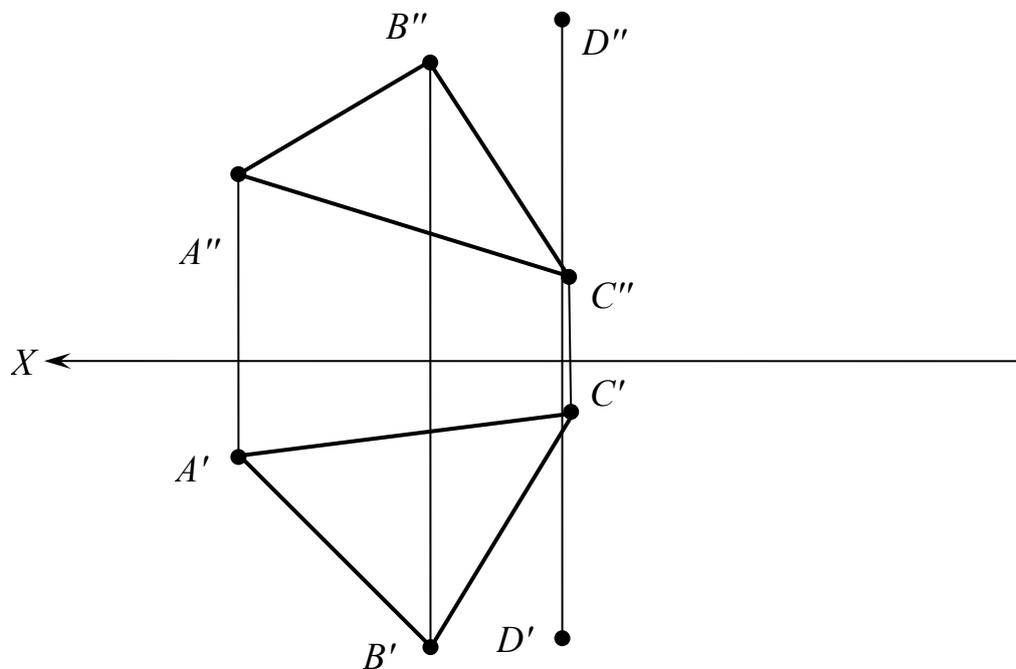


5.2 Задачи для самостоятельной работы

Задача 5.4. Определить расстояние между параллельными прямыми.

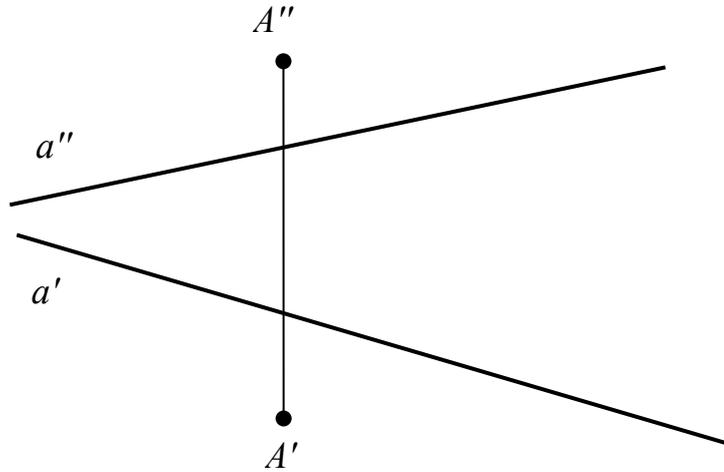


Задача 5.5. Определить расстояние от точки D до плоскости, заданной $\triangle ABC$.

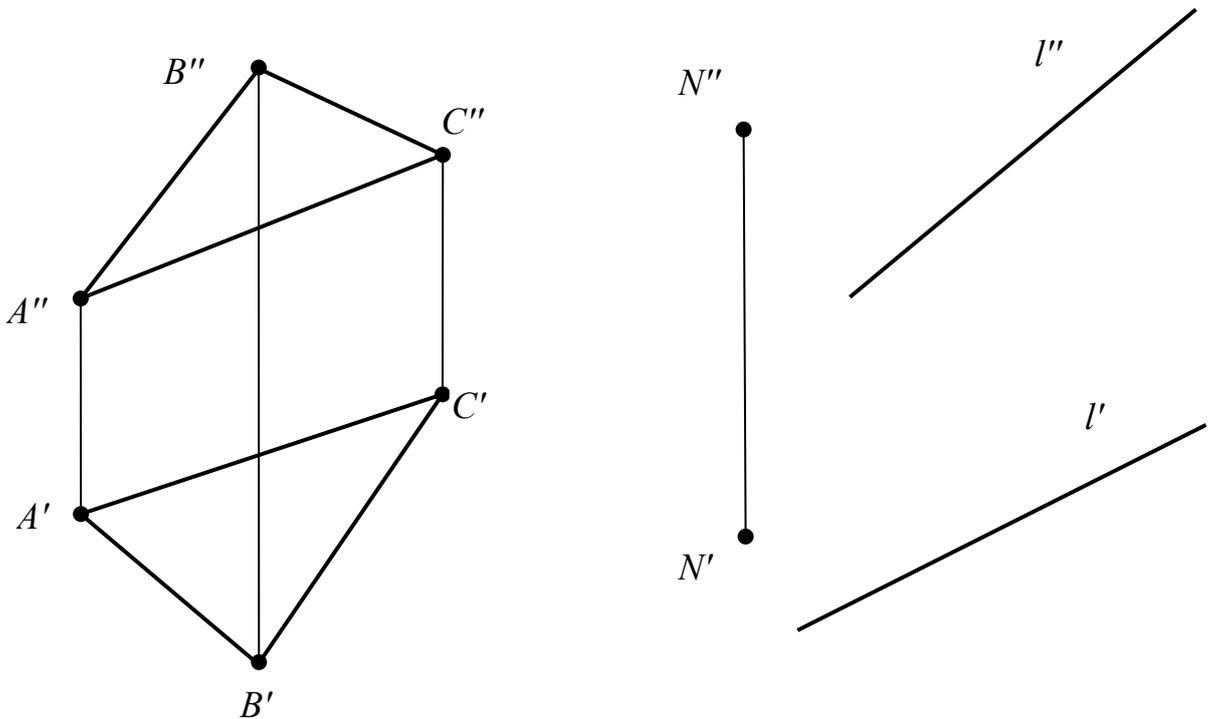


5.3 Дополнительные задачи

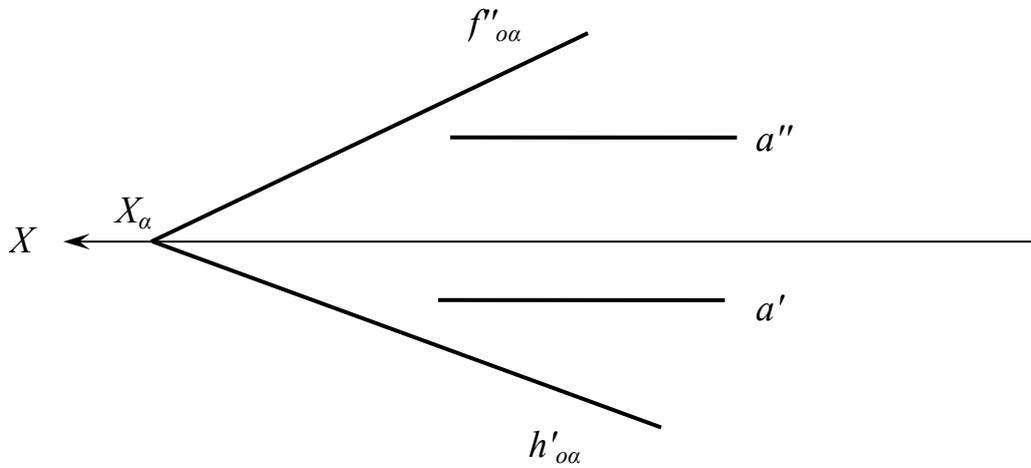
Задача 5.6. Построить плоскость, перпендикулярную прямой a и проходящую через точку A . Плоскость задать горизонталью и фронталью.



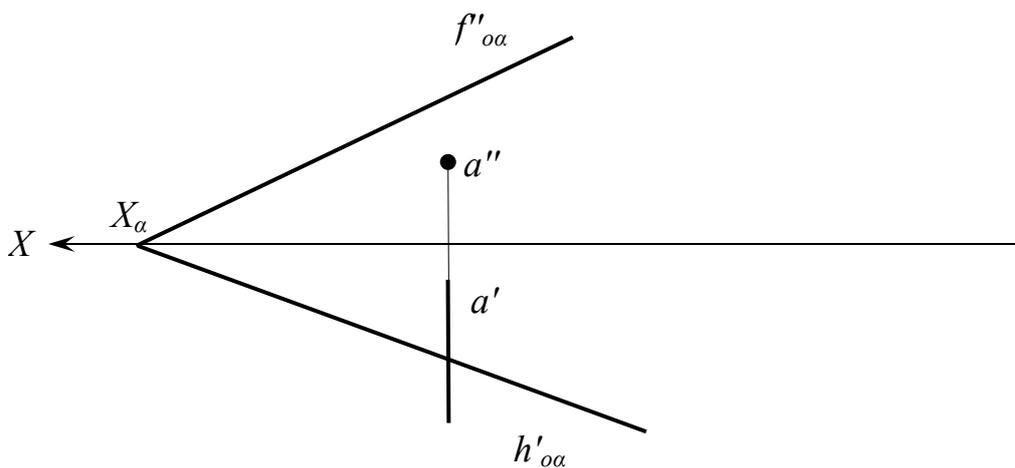
Задача 5.7. Через точку N провести плоскость α ($a \cap b$), параллельную прямой l и перпендикулярную плоскости $\triangle ABC$.



Задача 5.8. Найти точку пересечения прямой a с плоскостью α способом перемены плоскостей проекций чертежа. Определить видимость прямой a .



Задача 5.9. Найти точку пересечения прямой a с плоскостью α способом посредников. Определить видимость прямой a .



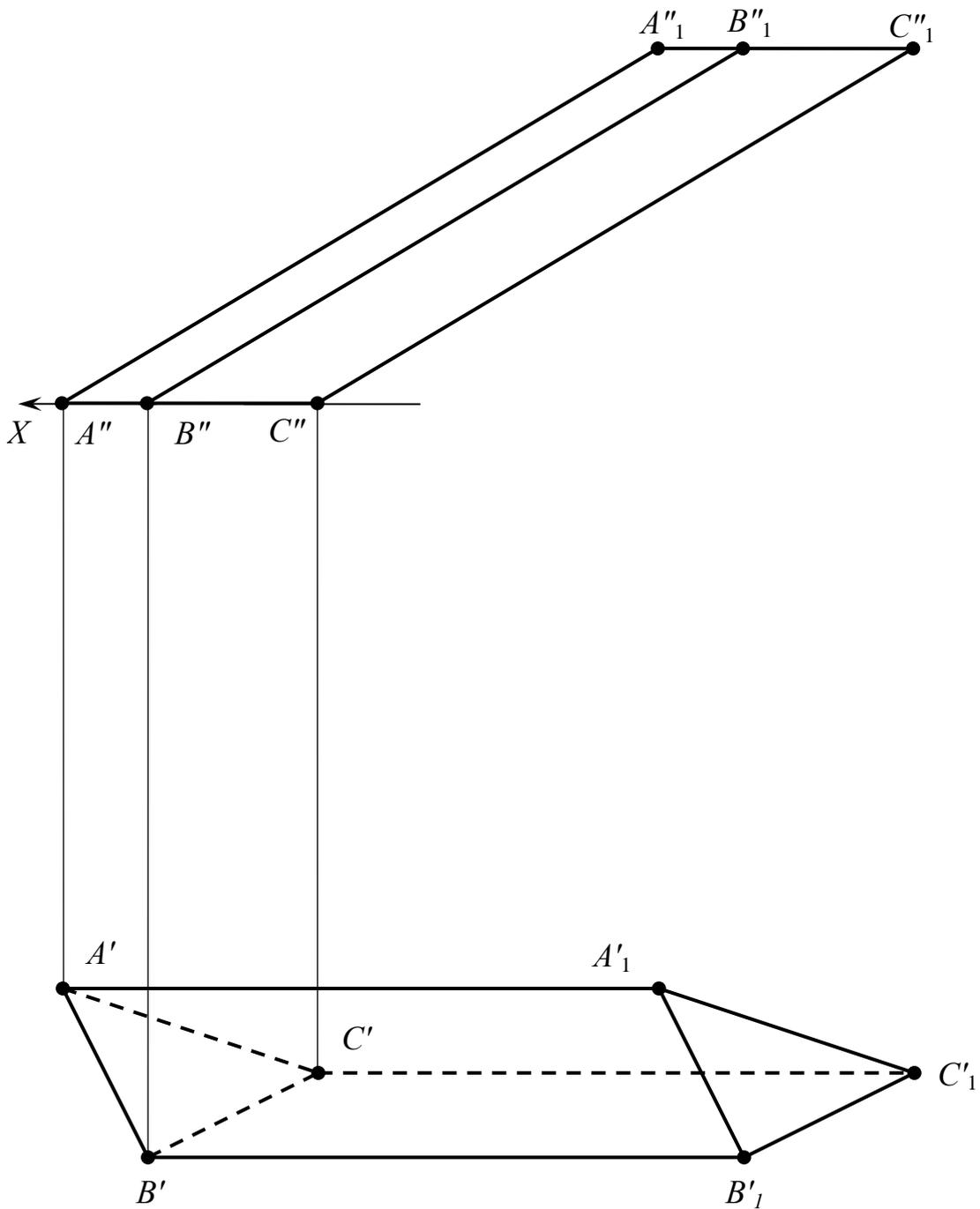
5.4 Контрольные вопросы

1. Как решаются задачи на построение пересечения двух плоскостей в частных и общих случаях?
2. Как решаются задачи на построение точки пересечения прямой и плоскости в частных и общих случаях?
3. Как определяется видимость проекций взаимно пересекающихся плоскостей, прямой и плоскости?
4. В чем сущность способа перемены плоскостей проекций?
5. Как надо располагать дополнительные плоскости проекций, чтобы плоскость общего положения преобразовать в проецирующую плоскость и в плоскость уровня?
6. Как надо располагать дополнительные плоскости проекций, чтобы прямую общего положения преобразовать в прямую уровня и в проецирующую прямую?
7. В чем сущность метода вращения?
8. В чем сущность способа плоскопараллельного перемещения?
9. Какие основные позиционные и метрические задачи можно решать с помощью вращения и плоскопараллельного перемещения?
10. Алгоритм решения задачи пересечения прямой и плоскости способом посредников?
11. Алгоритм решения задачи пересечения двух плоскостей способом посредников?
12. Какие плоскости применяются в качестве посредников при пересечении плоскостей заданных следами, или при пересечении плоскостей, одна из которых задана следами?
13. Какие плоскости применяются в качестве посредников при пересечении плоскостей, не заданных следами?
14. Какие задачи относятся к метрическим задачам?
15. Какие задачи относятся к позиционным задачам?
16. Укажите необходимые преобразования чертежа при определении расстояний между параллельными прямыми?
17. Как определяется расстояние между точкой и плоскостью?
18. Как определяется натуральная величина плоской фигуры при способе вращения вокруг прямой уровня?
19. Какие способы преобразования чертежа применяют для определения натуральной величины плоской фигуры?
20. Сформулируйте признак параллельности прямой и плоскости.
21. Сформулируйте признак перпендикулярности прямой и плоскости.
22. Сформулируйте признак параллельности двух плоскостей.
23. Сформулируйте признак перпендикулярности двух плоскостей.

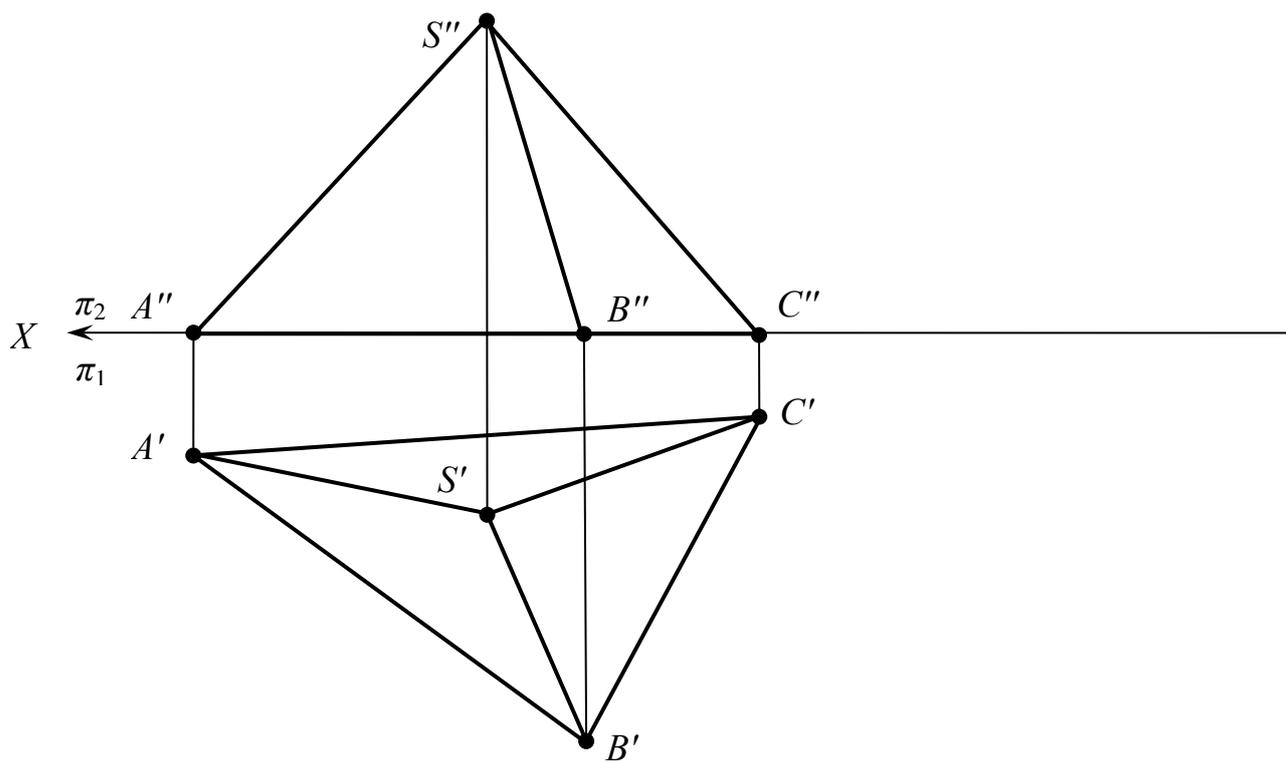
6 КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАЗВЕРТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ

6.1 Задачи для аудиторной работы

Задача 6.1. Построить развертку призмы $ABCA_1B_1C_1$.

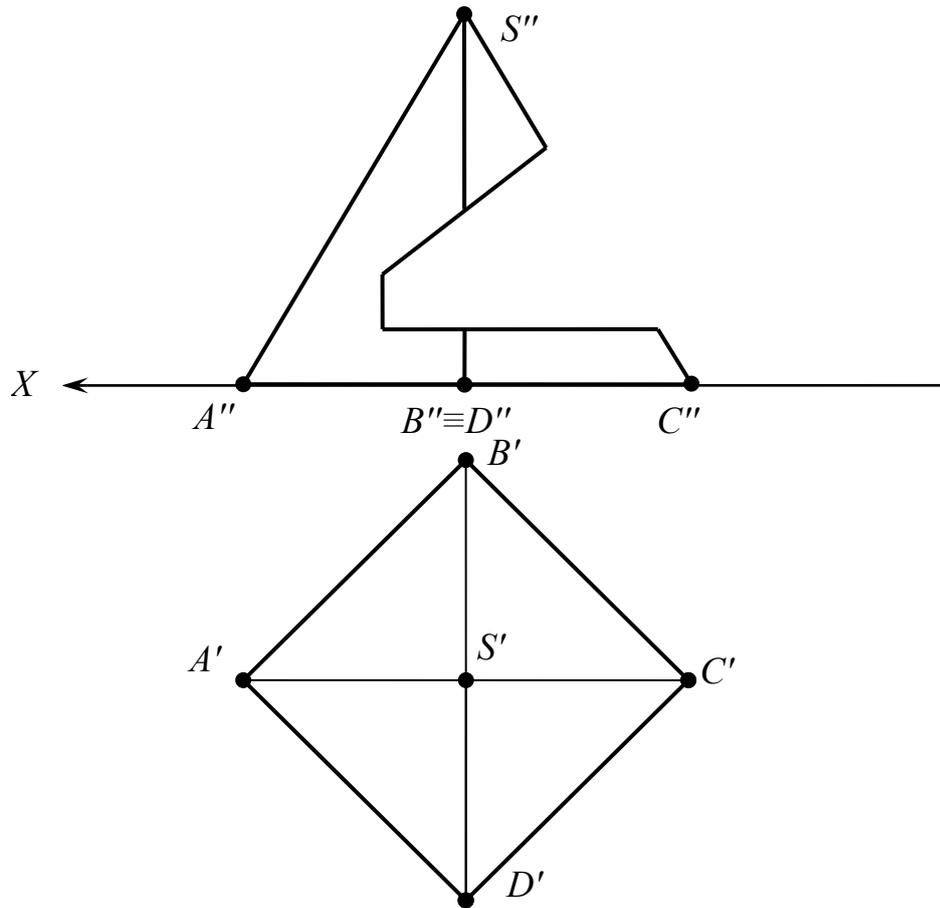


Задача 6.2. Построить развертку пирамиды $SABC$.

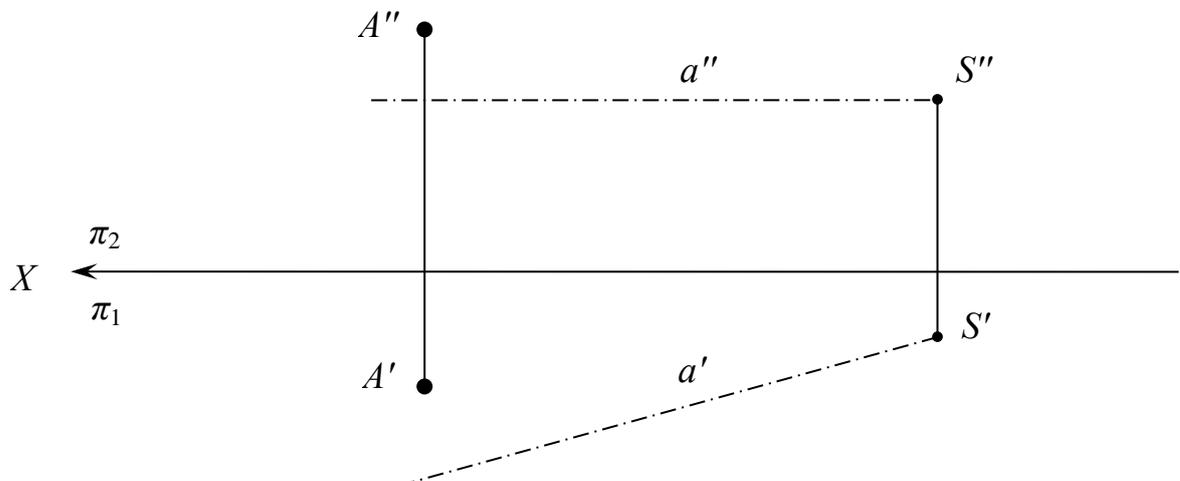


6.3 Дополнительные задачи

Задача 6.6. Построить горизонтальную проекцию выреза пирамиды $SABCD$.



Задача 6.7. Построить очерк правильной пирамиды. В основании пирамиды лежит равносторонний $\triangle ABC$. Прямая a , параллельная плоскости π_1 , есть направление высоты пирамиды.



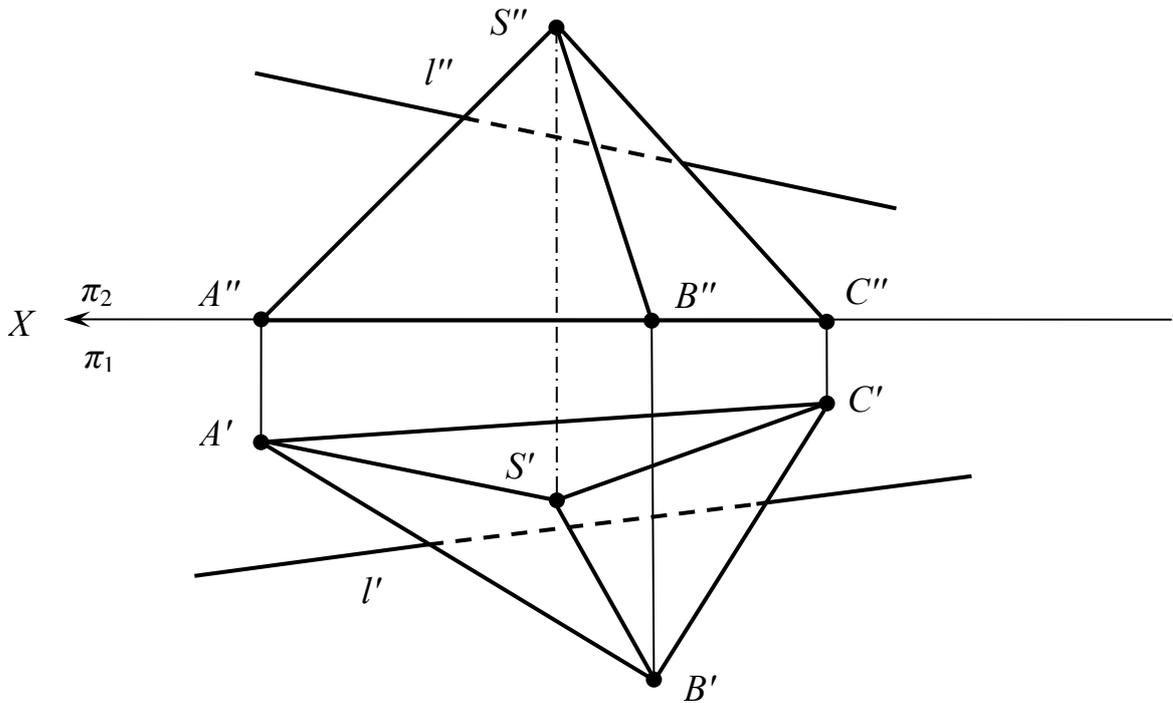
6.4 Контрольные вопросы

1. Что такое определитель поверхности?
2. Какую линию называют: образующей поверхности; направляющей поверхности?
3. Как образуются многогранные поверхности?
4. Как образуются поверхности вращения?
5. Определитель призматической поверхности.
6. Определитель пирамидальной поверхности.
7. Определитель конической поверхности.
8. Определитель цилиндрической поверхности.
9. Определитель торовой и сферической поверхности.
10. Что такое параллель, меридиан, экватор и горло поверхности?
11. Какие линии являются сечениями конической поверхности?
12. Какие линии являются сечениями цилиндрической поверхности?
13. Какие линии являются сечениями сферы и тора?
14. Сформулируйте признак принадлежности точки поверхности.
15. Приведите алгоритм построения линии пересечения поверхности проецирующей плоскостью.
16. В каких случаях применяется метод раскатки при разворачивании поверхностей?
17. В каких случаях для построения развертки применяют способ нормального сечения?
18. Какой метод применяется при разворачивании пирамиды?
19. Какие поверхности относят к разворачиваемым и не разворачиваемым?
20. Какие основные способы построения точных разверток (приведите примеры)?

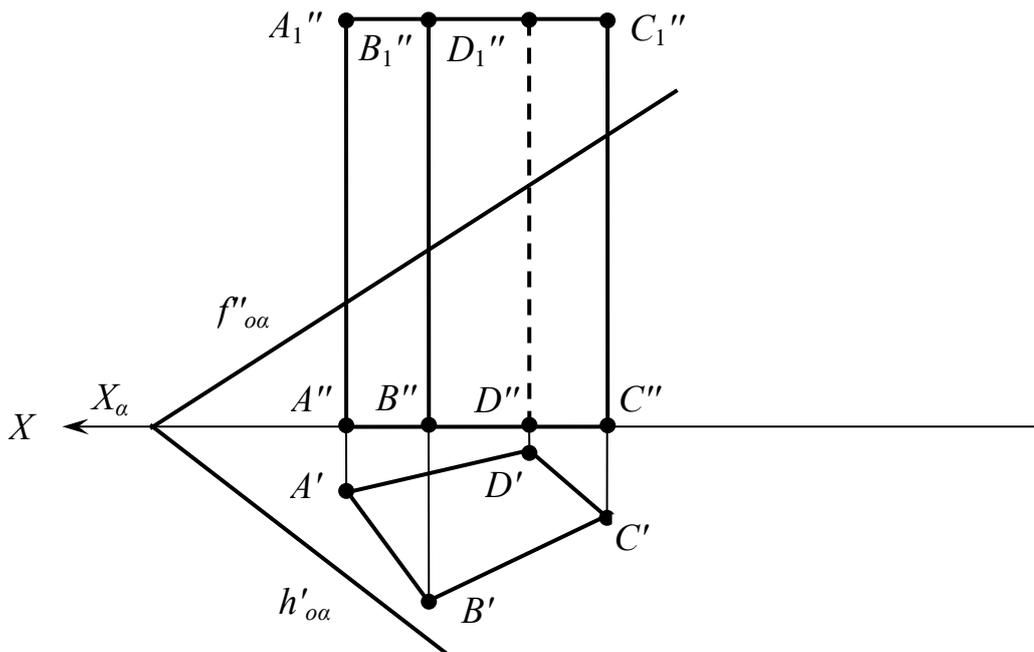
7 ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ С ПЛОСКОСТЬЮ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ И С ПРЯМОЙ ЛИНИЕЙ

7.1 Задачи для аудиторной работы

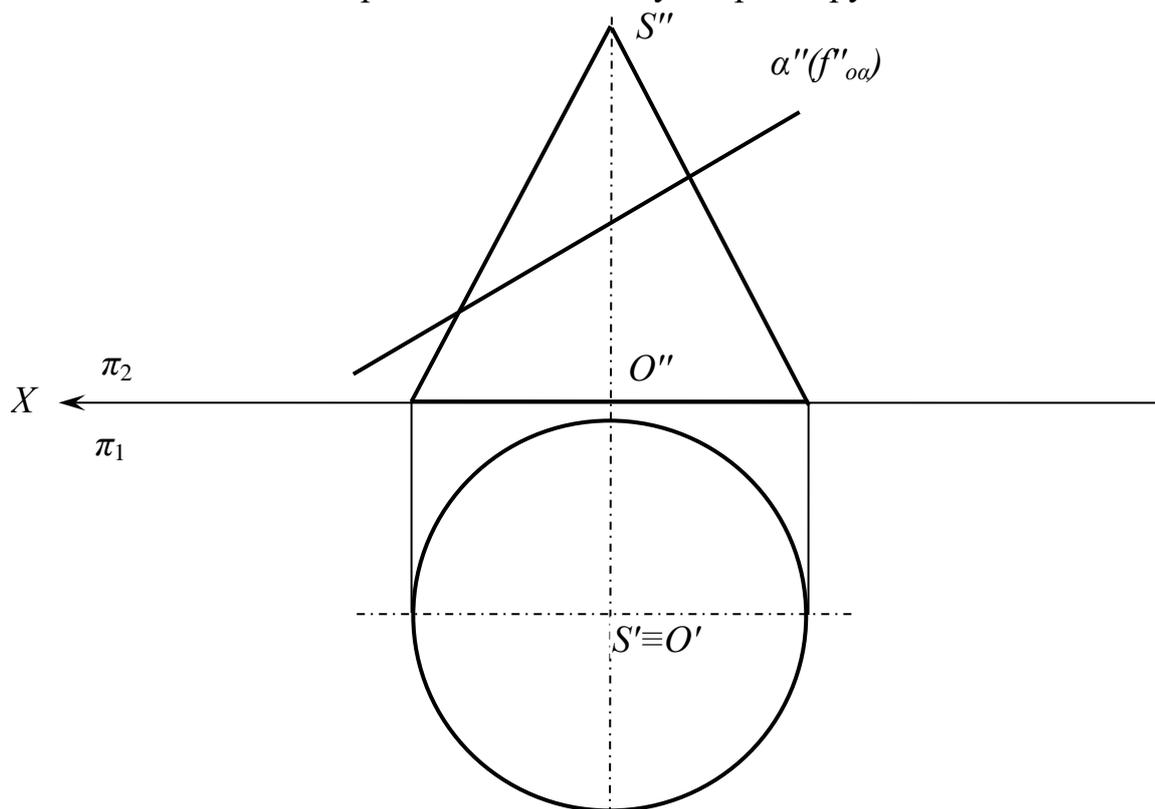
Задача 7.1. Построить точки пересечения прямой l с поверхностью пирамиды $SABC$.



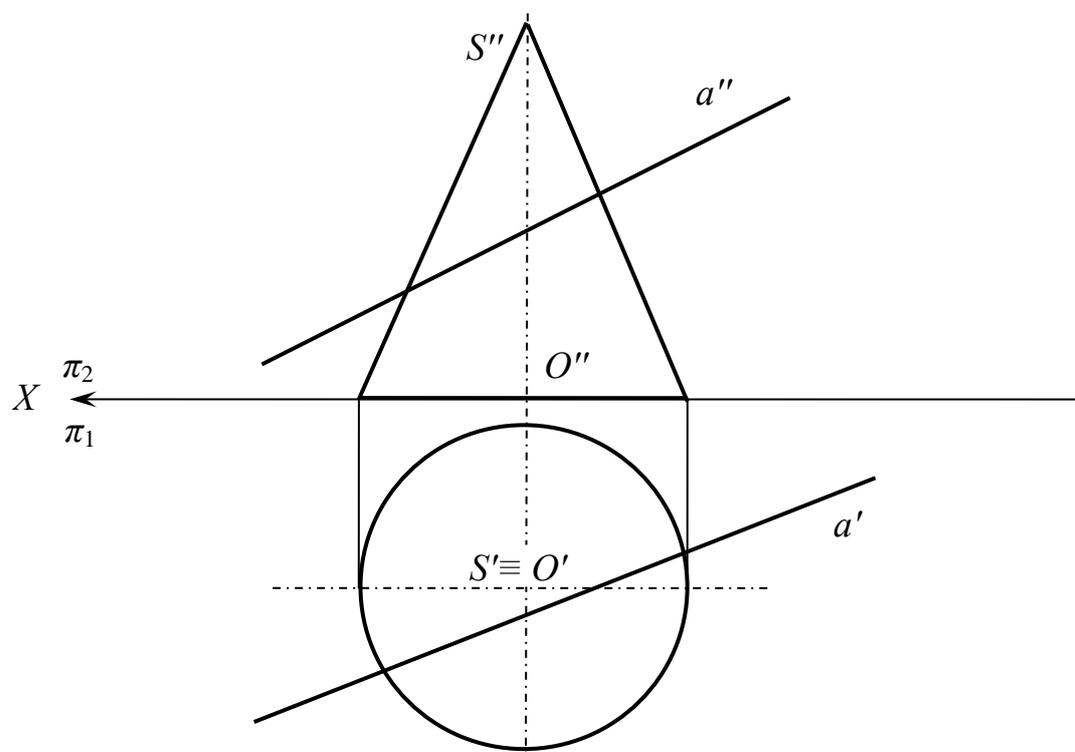
Задача 7.2. Построить сечение призмы $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ плоскостью α способом посредников.



Задача 7.3. Построить сечение конуса проецирующей плоскостью α .

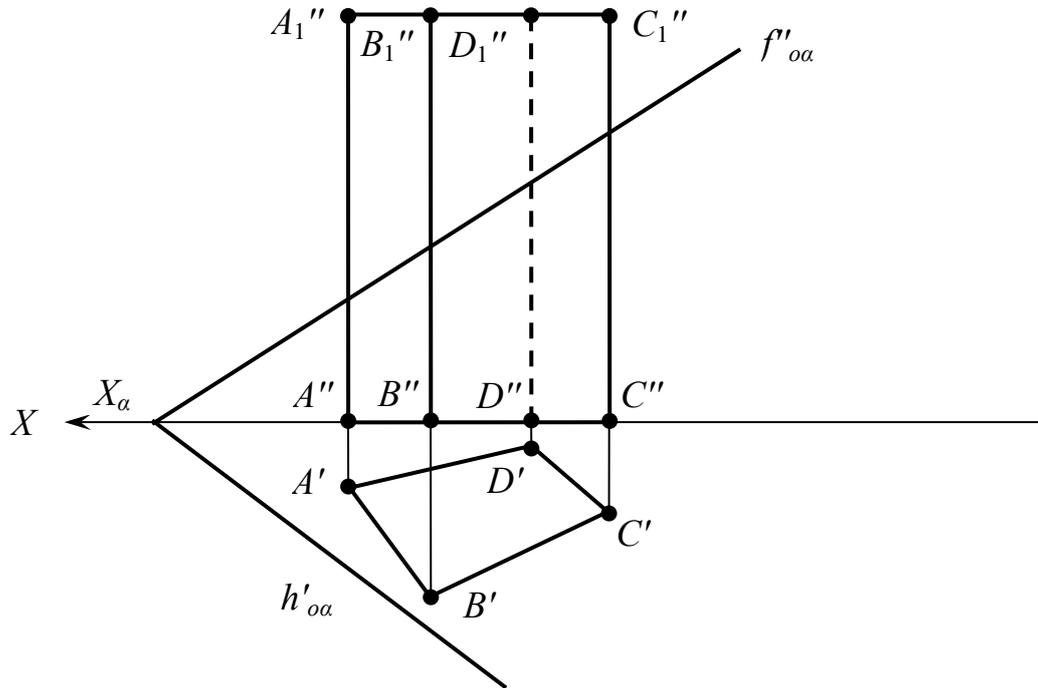


Задача 7.4. Построить точки пересечения прямой a с поверхностью конуса.

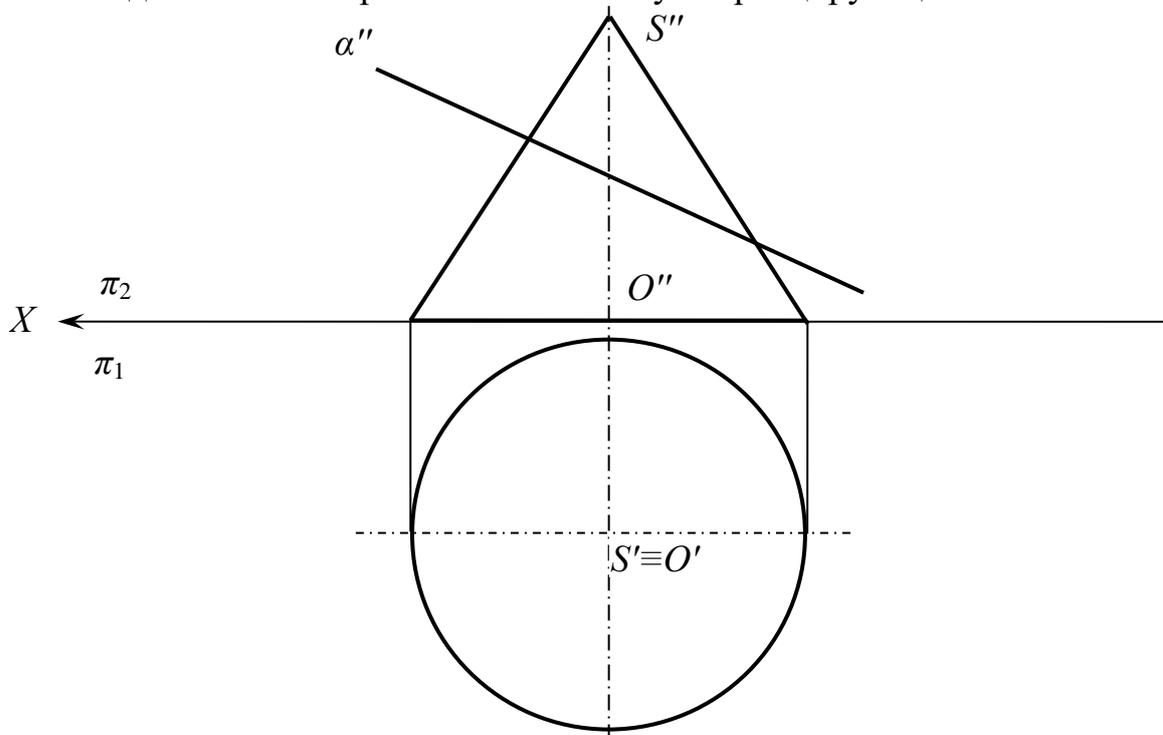


7.2 Задачи для самостоятельной работы

Задача 7.5. Построить сечение призмы $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ плоскостью α способом перемены плоскостей проекций.

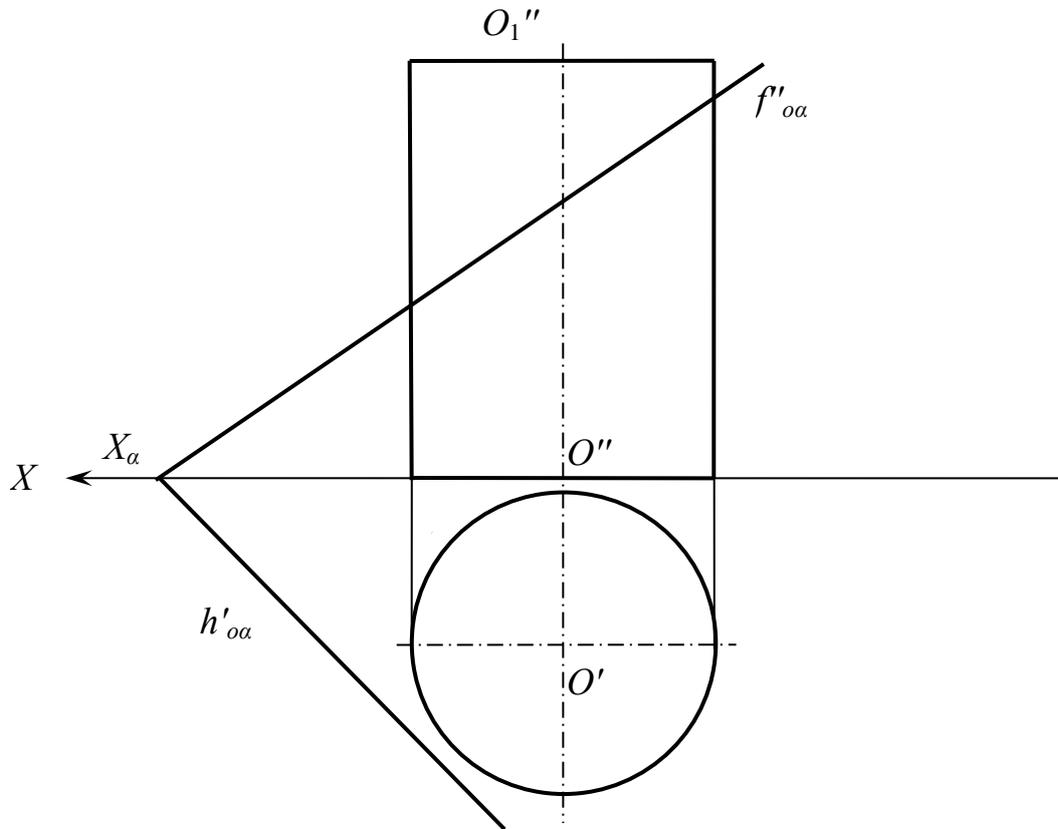


Задача 7.6. Построить сечение конуса проецирующей плоскостью α .

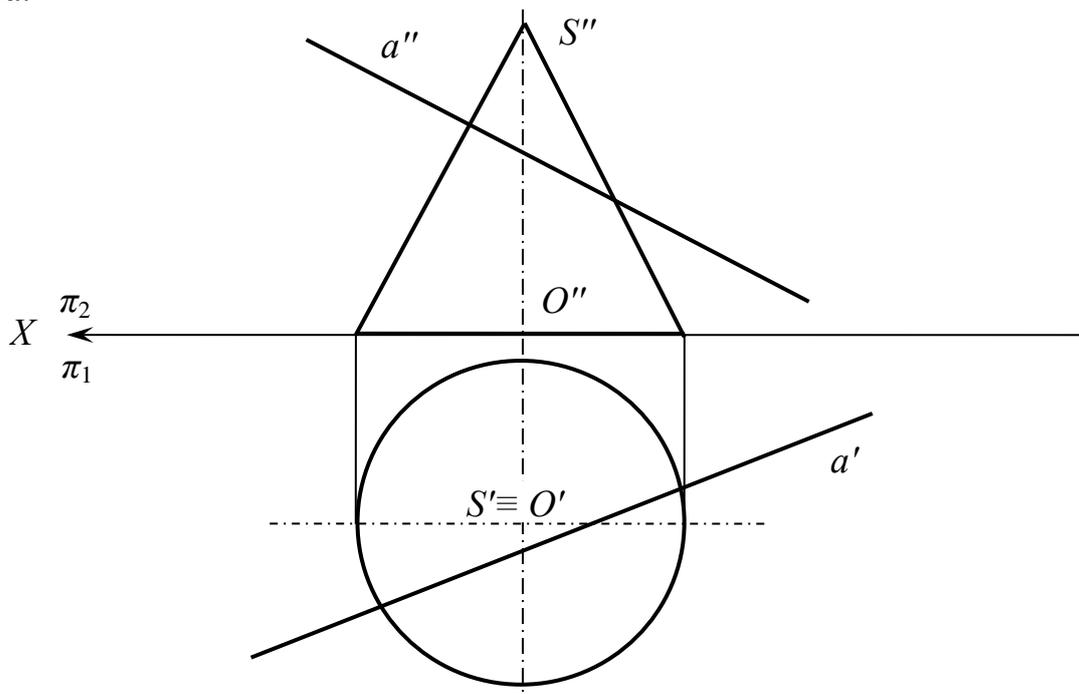


7.3 Дополнительные задачи

Задача 7.7. Построить линию пересечения прямого цилиндра плоскостью α методом посредников



Задача 7.8. Построить точки пересечения прямой a с поверхностью конуса.



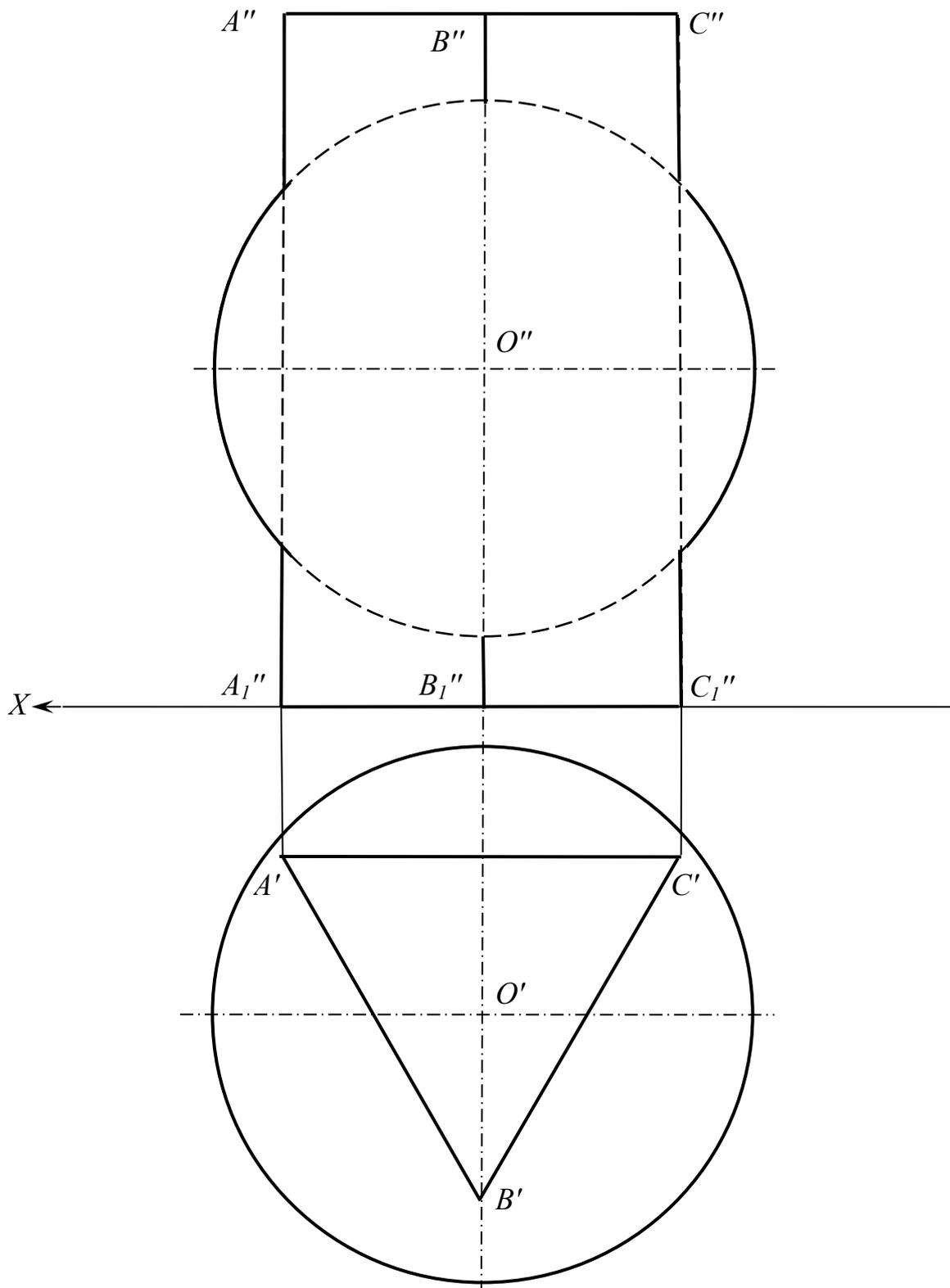
7.4 Контрольные вопросы

1. Как решаются задачи на построение сечений поверхностей в частных и общих случаях? В чем заключается алгоритм решения этих задач?
2. В чем заключается решение задач по определению сечения поверхности плоскостью с помощью способа плоскостей (граней) и способа прямых (ребер)?
3. Чем следует руководствоваться при выборе оптимального посредника при определении сечения поверхности с плоскостью?
4. Чем следует руководствоваться при выборе посредника при определении точек пересечения линии с поверхностью?
5. Как определить видимость линии сечения поверхности с плоскостью и поверхности с прямой?
6. В каком случае применяется в качестве посредника плоскость общего положения?
7. Приведите алгоритм построения точек пересечения прямой с гранной поверхностью.
8. Какая геометрическая фигура может быть сечением многогранной поверхности и криволинейной поверхности?
9. В каких случаях сечениями поверхностей могут быть прямые линии (или их отрезки); окружности?
10. Какие точки линии пересечения поверхностей называются характерными?
11. В каких случаях плоскость пересекает поверхность прямого кругового конуса: по двум пересекающимся прямым; по окружности; по эллипсу; параболе; гиперболе?
12. В каких случаях при пересечении поверхности плоскостью вводится дополнительная плоскость проекций?
13. В чем состоит содержание алгоритма пересечения линии с поверхностью вращения?

8 ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ

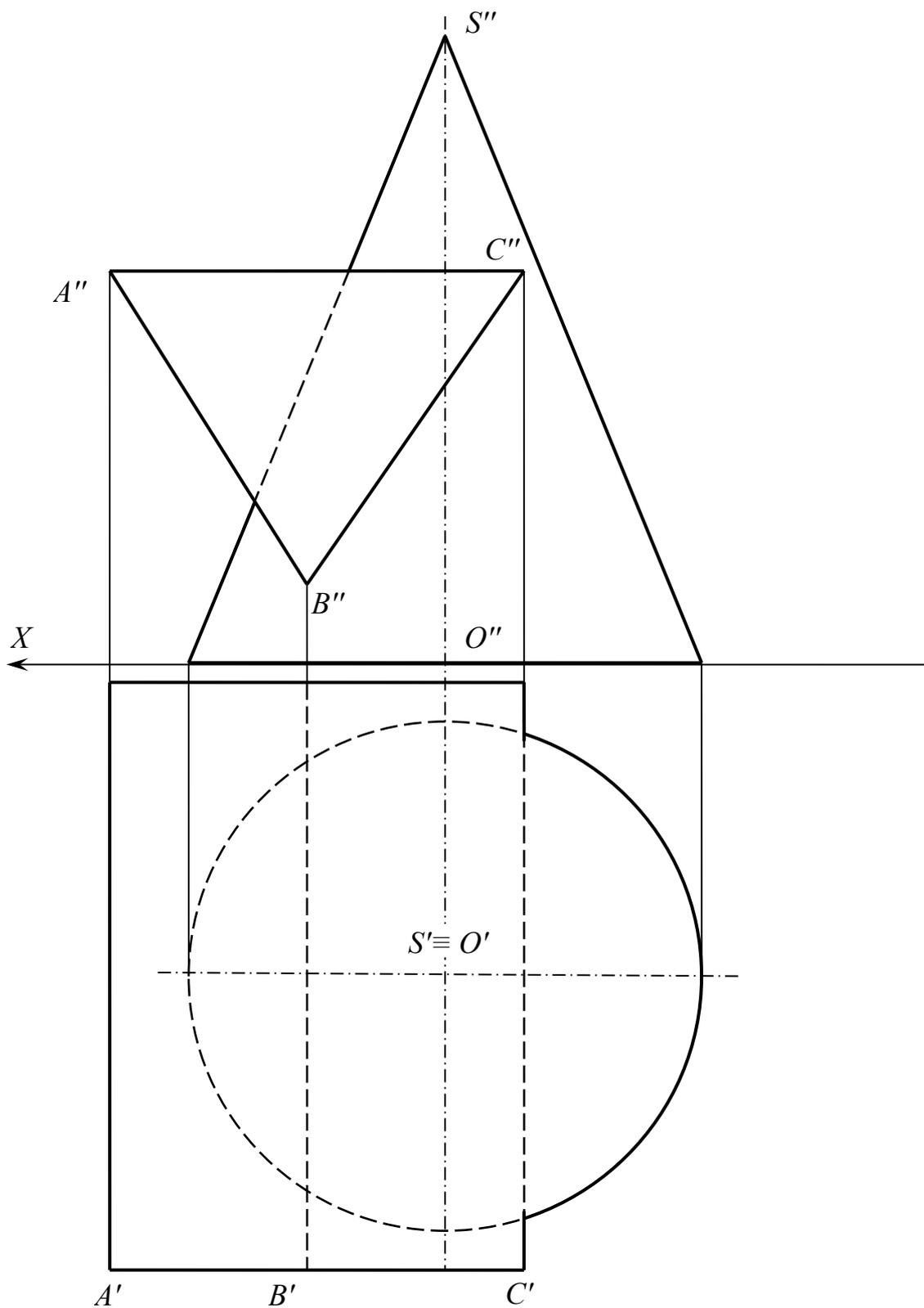
8.1 Задачи для аудиторной работы

Задача 8.1. Построить линию пересечения сферы и треугольной призмы.



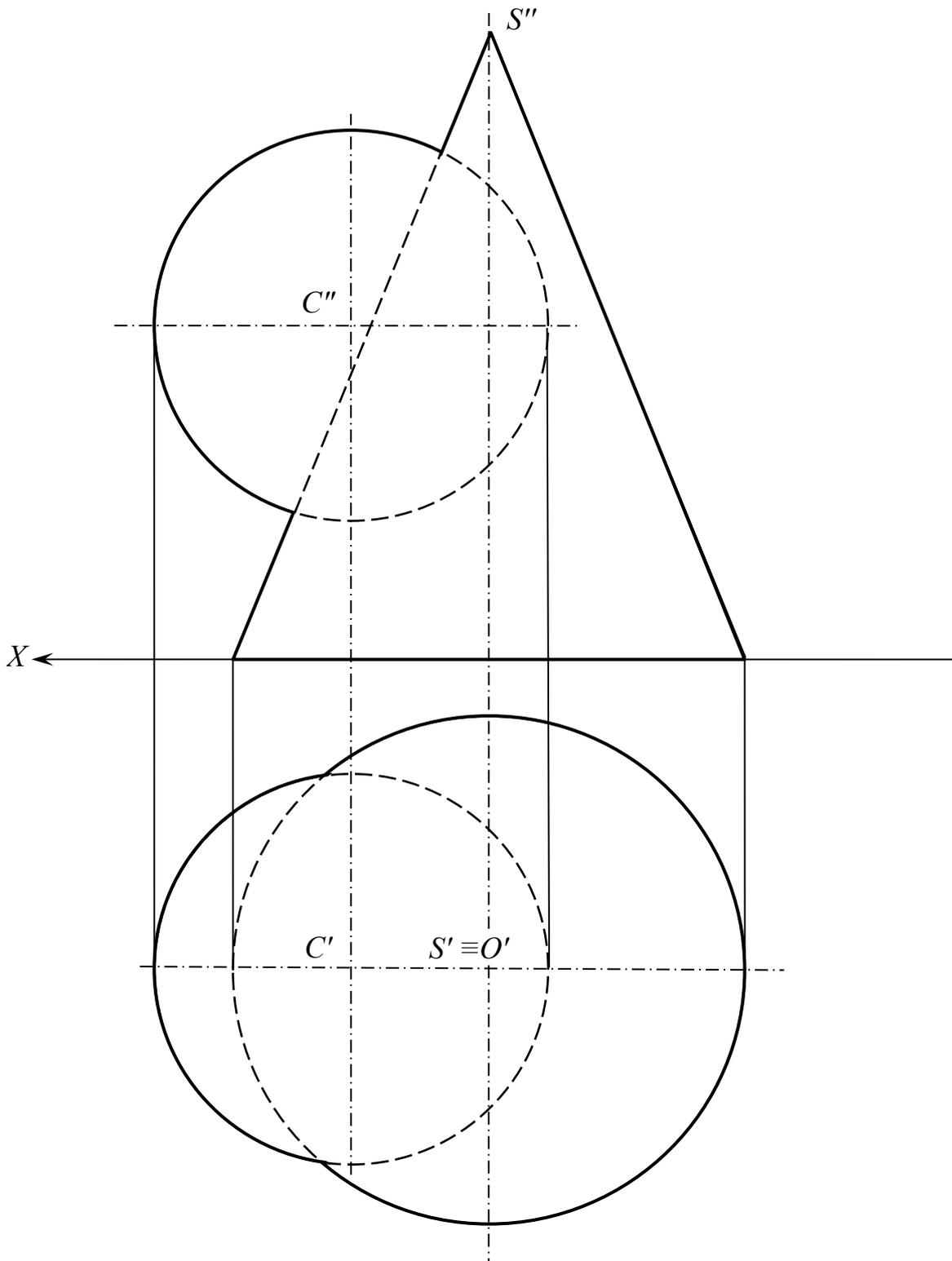
8.2 Задачи для самостоятельной работы

Задача 8.2. Построить проекции линии пересечения конуса и призмы.



8.3 Дополнительные задачи

Задача 8.3. Построить линию пересечения конуса и сферы.



8.4 Контрольные вопросы

1. В каких случаях в качестве посредников удобно выбирать:
 - а) плоскости частного положения;
 - б) плоскости общего положения;
 - в) сферы?
2. Изложите общий алгоритм для решения задачи по определению линии пересечения поверхностей.
3. Что представляют собой фронтальные проекции линии пересечения двух поверхностей вращения второго порядка, имеющих общую плоскость симметрии, параллельную плоскости π_2 ?
4. Какие случаи взаимного пересечения поверхностей можно отнести к частным?
5. Как решаются задачи на построение линии пересечения поверхностей, если одна из них занимает проецирующее положение относительно плоскости проекций?
6. Какие линии являются результатом взаимного пересечения поверхностей: поверхностей многогранников; многогранных и криволинейных поверхностей; двух криволинейных поверхностей?
7. Какими соображениями надо руководствоваться при выборе оптимального посредника при пересечении поверхностей?
8. Как определяются радиусы минимальной и максимальной сферы-посредника?
9. Какие точки пересечения поверхностей называют характерными (опорными)?
10. Как определяется видимость пересечения поверхностей?

9 АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЕ ПРОЕЦИРОВАНИЕ

9.1 Задачи для аудиторной работы

Задача 9.1. Построить прямоугольную изометрическую и прямоугольную диметрическую проекции прямой (AB) , проходящей через точки: $A(40,10,30)$ и $B(10,50,60)$. Указать положение осей аксонометрии.

9.2 Задачи для самостоятельной работы

Задача 9.2. Построить прямоугольную изометрическую и прямоугольную диметрическую проекции прямой (AB) , проходящей через точки: $A(50,60,80)$ и $B(20,20,70)$. Указать положение осей аксонометрии.

9.3. Дополнительные задачи

Задача 9.3. По заданным в таблице координатам точек на следующей странице построить прямоугольную изометрическую проекцию призмы $ABCA_1B_1C_1$. Аксонометрические оси построить самостоятельно.

Показатели		№ варианта														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Координаты точки A	X_A	110	95	10	45	85	120	50	20	110	95	10	35	85	110	40
	Y_A	10	0	0	10	15	30	45	15	10	0	0	10	20	20	40
	Z_A	40	25	55	50	0	10	0	10	30	20	55	10	0	10	0
Координаты точки B	X_B	90	115	40	15	100	80	15	30	100	110	20	10	115	75	25
	Y_B	10	0	0	10	40	50	35	50	10	0	0	10	50	10	15
	Z_B	15	65	20	60	0	10	0	10	50	60	15	30	0	10	0
Координаты точки C	X_C	70	80	50	25	70	95	40	60	90	90	45	45	100	90	5
	Y_C	10	0	0	10	55	10	10	25	10	0	0	10	10	50	60
	Z_C	60	50	60	25	0	10	0	10	15	45	35	50	0	10	0
Координаты точки A_1	X_{A_1}	50	35	80	105	35	45	110	95	40	30	90	100	15	35	110
	Y_{A_1}	60	65	65	60	15	30	45	15	60	55	70	65	20	20	40
	Z_{A_1}	40	25	55	50	70	65	75	75	30	20	55	10	80	75	65

Определить положение оснований и ребер построенной призмы по отношению к плоскостям проекций:

9.4 Контрольные вопросы

1. В чем заключается суть аксонометрического проецирования?
2. Какая плоскость называется картинной?
3. В каком случае аксонометрическая проекция называется косоугольной? прямоугольной?
4. Какие показатели искажения называют приведенными?
5. Какой зависимостью связаны коэффициенты искажения в прямоугольной аксонометрии?
6. Как подсчитываются коэффициенты приведения?
7. Во сколько раз происходит увеличение линейных размеров изображения по сравнению с действительными при применении приведенных коэффициентов искажения в изометрии? в диметрии?
8. Чему равны малая и большая ось эллипса при построении изометрической проекции окружности?
9. Как построить аксонометрию куба в прямоугольной изометрии, прямоугольной диметрии?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Начертательная геометрия: учебник / С.А. Фролов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 285 с.
Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/942742>.
2. Начертательная геометрия: Учебное пособие / Ю.А. Зайцев, И.П. Одинокоев, М.К. Решетников; СГТУ. – М.: ИНФРА-М, 2018. – 248 с.
Режим доступа: <https://znanium.com/catalog/product/948560>.
3. Начертательная геометрия: Учебное пособие / П.В. Зеленый, Е.И. Беякова. – 3-е изд., испр. – М.: НИЦ Инфра-М; Мн.: Нов. знание, 2013. – 265 с.
Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/371055>.
4. Дергач В.В. Начертательная геометрия [Электронный ресурс]: учебник / В. В. Дергач, И. Г. Борисенко, А. К. Толстихин. - 7-е изд., перераб. и доп. - Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2014. - 260 с.
Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=507398>.
5. Аристов В.М. Начертательная геометрия. – <http://graphics.distant.ru/>.
6. Вольхин К.А. Учебные пособия по начертательной геометрии и инженерной графике. – <http://www.propro.ru/graphbook/>.
7. Кафедра графики ЮУрГУ. Учебные пособия по начертательной геометрии и инженерной графике. – <http://grapham.susu.ac.ru/>.
8. Начертательная геометрия [Электронный ресурс]: учебно-метод. пособие / разраб. С. В. Гайдидей, Л. А. Виноградова. – Вологда; Молочное: ВГМХА, 2014. – 55 с.
Режим доступа: <https://molochnoe.ru/ebs/notes/448>.

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ.....	3
1 ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ТОЧКИ	5
2 ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ПРЯМОЙ И ОТРЕЗКА ПРЯМОЙ.....	13
3 ВЗАИМНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ПРЯМЫХ	19
4 ПРОЕКЦИРОВАНИЕ ПЛОСКОСТИ	27
5 ПОЗИЦИОННЫЕ И МЕТРИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ.....	34
6 КОНСТРУИРОВАНИЕ И РАЗВЕРТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ.....	41
7 ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТИ С ПЛОСКОСТЬЮ ОБЩЕГО ПОЛОЖЕНИЯ И С ПРЯМОЙ ЛИНИЕЙ.....	46
8 ПЕРЕСЕЧЕНИЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ	51
9 АКСОНОМЕТРИЧЕСКОЕ ПРОЕКЦИРОВАНИЕ	55
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	58