

**Л.С. Попова
О.В. Сеницына
Ю.Н. Наговицын**

ПЕРСПЕКТИВА. ТЕНИ. ПРОЕКЦИИ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ

Методические указания и контрольные задания

Дисциплина «Перспектива. Тени. Проекция с числовыми отметками»

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические указания предназначены студентам факультета строительства и архитектуры очного отделения специальностей «Промышленное и гражданское строительство», «Городское строительство и хозяйство», которые изучают курс «Перспектива. Тени. Проекция с числовыми отметками». Методические указания содержат теоретические основы курса, варианты и примеры решений задач для выполнения графических работ, а также вопросы для подготовки к зачету.

В процессе изучения данного курса студентам необходимо:

- получить навыки построения перспективы геометрических объектов;
- научиться строить тени в ортогональных проекциях и перспективе;
- уметь изображать участки земной поверхности, с расположенными на них различными инженерными сооружениями (стройплощадки, дороги).

К зачету допускаются студенты, которые выполнили программу дисциплины и защитили запланированные графические работы.

СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

По всем разделам программы курса предусматривается выполнение трех контрольных графических работ:

№ п/п	Содержание работы	Объем работы
ГР 1. Перспектива		
Лист 1	Выбор аппарата линейной перспективы, ориентировка картины	Формат А3
Лист 2	Построение перспективы схематизированного здания методом архитекторов с опущенным планом	Формат А3 или А2
ГР 2. Тени		
Лист 1	Построение теней схематизированного здания в ортогональных проекциях	Формат А3
Лист 2	Выполнение теней схематизированного здания в перспективе	Формат А3
ГР 3. Проекция с числовыми отметками		
Лист 1	Пересечение плоскости с топографической поверхностью. Выполнение линии пересечения откосов. Построение границ земляных работ	Формат А4

Каждый студент получает индивидуальное задание на выполнение графических работ из таблиц 1, 2, 3. Оформление графических контрольных работ выполняется в соответствии с требованиями стандартов и рекомендациями данных методических указаний.

ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВНОЙ ПРОЕКЦИИ И ТЕНЕЙ СХЕМАТИЗИРОВАННОГО ЗДАНИЯ

По данной теме выполняются две графические работы. *Цель графических работ 1 и 2* – закрепить и углубить знания студентов по теории теней и перспективы, а также приобрести навыки в освоении практических приемов построения перспективной проекции сооружения и теней в ортогональных проекциях и в перспективе.

Индивидуальное задание на обе работы в виде двух проекций (план и фасад) схематизированного сооружения с указанием ориентированного положения картинной плоскости (справа или слева от заданного объекта) и высоты линии горизонта студент берет из таблиц 1, 2.

Оформление графических работ 1, 2

Графические работы 1, 2 оформляют в соответствии с принятыми стандартами, учитывая следующие *указания*:

1. Толщину линий чертежа выбирают таким образом:
 - а) линии обводки фасада и перспективы – не более 0,4 мм;
 - б) линии обводки плана без разреза – не более 0,4 мм;
 - в) линии обводки элементов в сечении на плане – не более 0,6 мм;
 - г) линии земли на фасаде – 0,6...0,8 мм.
 - д) линии построений и границы теней – не более 0,2 мм.
2. Линии построения характерных точек в перспективе, а также точек контуров падающих теней на фасаде и в перспективе следует сохранить на листе.
3. При обводке теней учитывают, что падающие тени должны быть темнее собственных.
4. Если тени при построении "накладываются" друг на друга, их также выполняют темнее.

Графическая работа 1 «Перспектива»

Для выполнения графической работы 1 необходимо выполнить две задачи.

Задача 1: На листе формата А3 выбрать положение проекции аппарата линейной перспективы;

Задача 2: На листе формата А3 построить перспективную проекцию здания методом архитекторов с опущенным планом.

Примеры выполнения задания приведены на рис. 1, 2.

Таблица 1

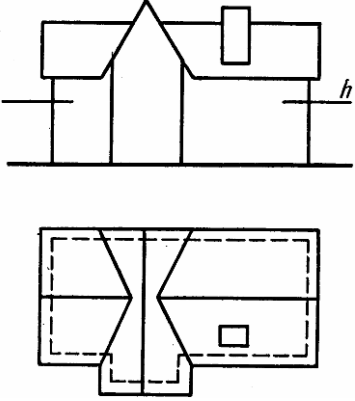
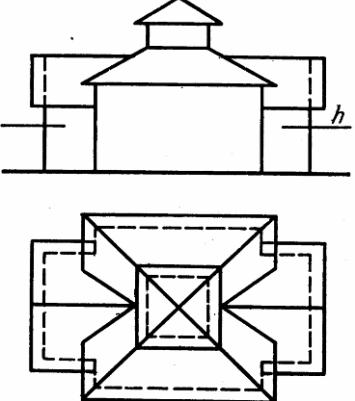
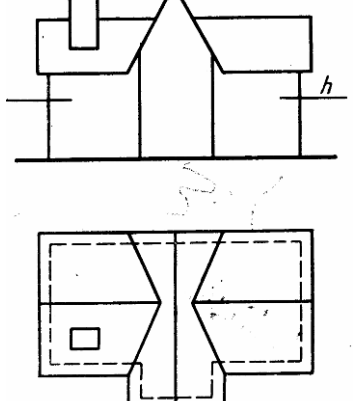
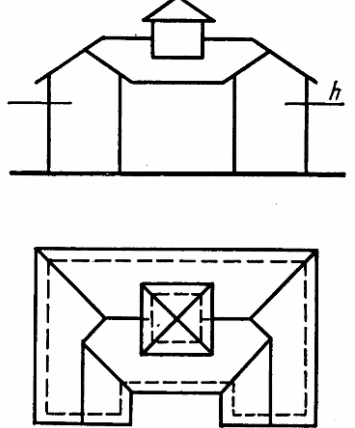
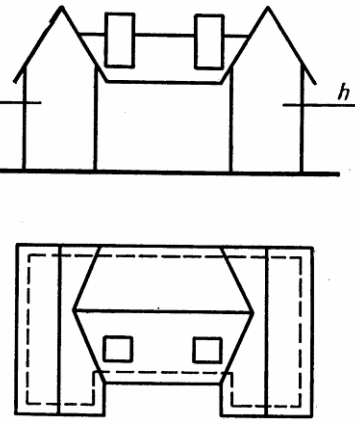
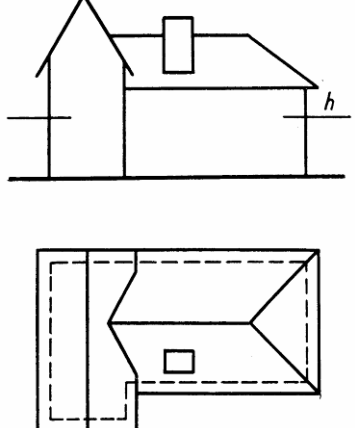
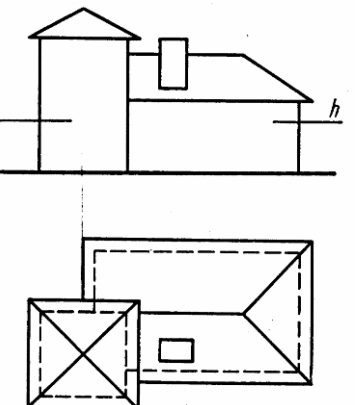
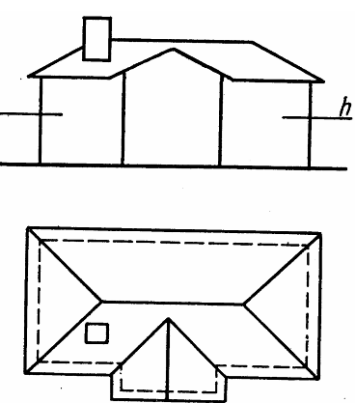
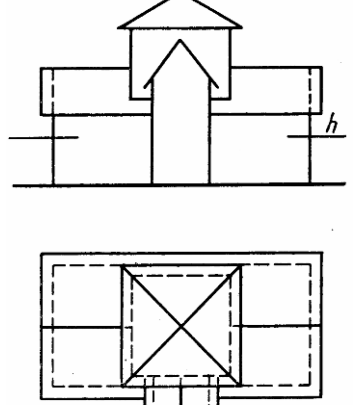
1, 10, 19 	2, 11, 20 	3, 12, 21 
4, 13, 22 	5, 14, 23 	6, 15, 24 
7, 16, 25 	8, 17, 26 	9, 18, 27 

Таблица 2

№ варианта	№ задания	Расположение точки стояния	Высота горизонта	Направление лучей света	Угол наклона лучей света к горизонту
1	1	Слева	$h - h$	Справа налево	60^0
2	1	Слева	$h_1 - h_1$	Справа налево	45^0
3	1	Справа	$h - h$	Слева направо	45^0
4	1	Справа	$h_1 - h_1$	Слева направо	60^0
5	2	Слева	$h - h$	Справа налево	60^0
6	2	Слева	$h_1 - h_1$	Справа налево	45^0
7	2	Справа	$h - h$	Слева направо	45^0
8	2	Справа	$h_1 - h_1$	Слева направо	60^0
9	3	Слева	$h - h$	Справа налево	45^0
10	3	Справа	$h - h$	Слева направо	45^0
11	4	Слева	$h - h$	Справа налево	60^0
12	4	Справа	$h - h$	Слева направо	60^0
13	5	Слева	$h - h$	Справа налево	45^0
14	5	Справа	$h - h$	Слева направо	45^0
15	6	Слева	$h - h$	Справа налево	60^0
16	6	Слева	$h_1 - h_1$	Справа налево	45^0
17	6	Справа	$h - h$	Слева направо	45^0
18	6	Справа	$h - h$	Слева направо	60^0
19	7	Слева	$h - h$	Справа налево	60^0
20	7	Справа	$h - h$	Слева направо	45^0
21	8	Слева	$h - h$	Справа налево	45^0
22	8	Справа	$h - h$	Слева направо	60^0
23	9	Слева	$h - h$	Справа налево	45^0
24	9	Справа	$h - h$	Слева направо	60^0

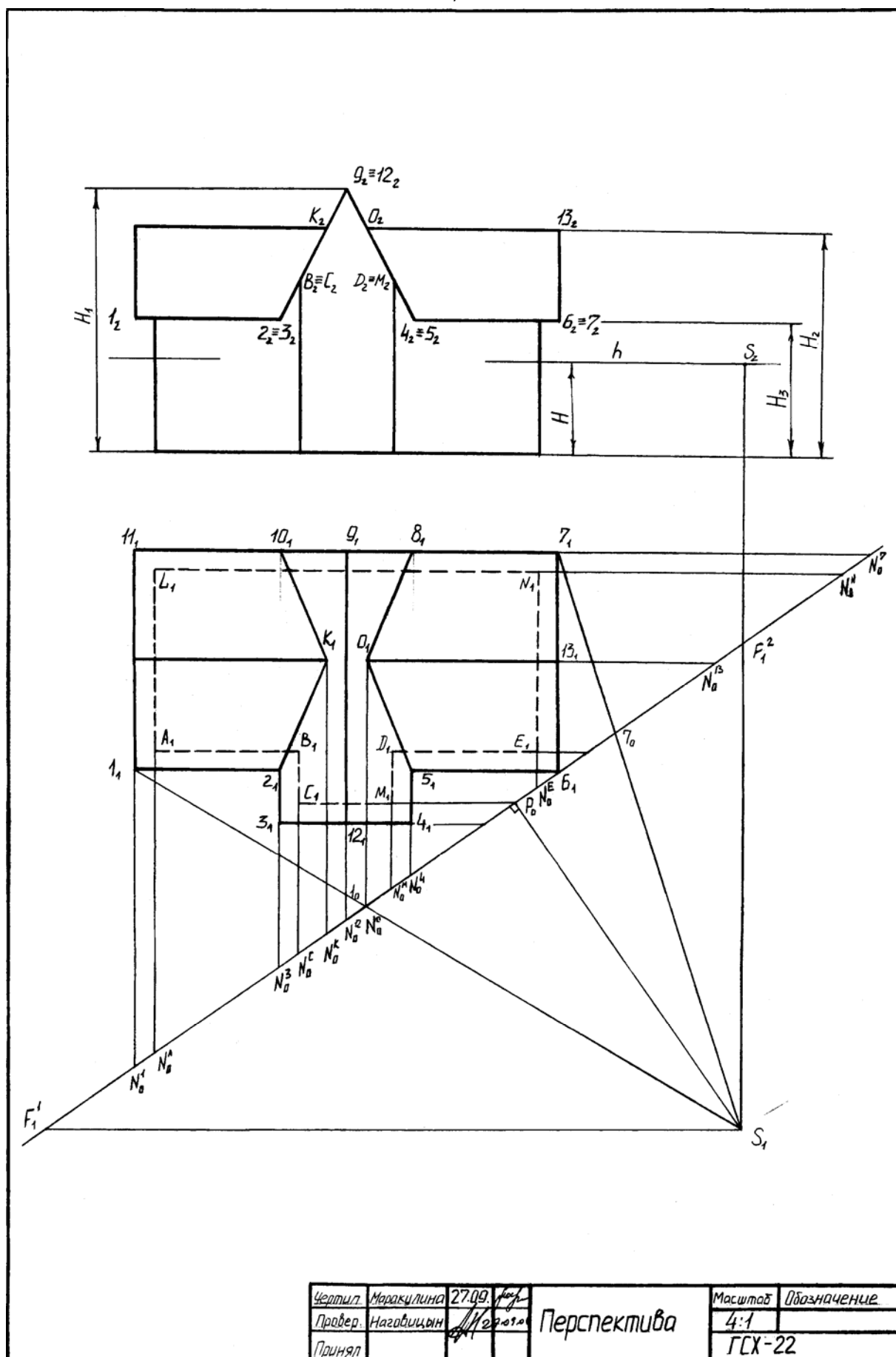
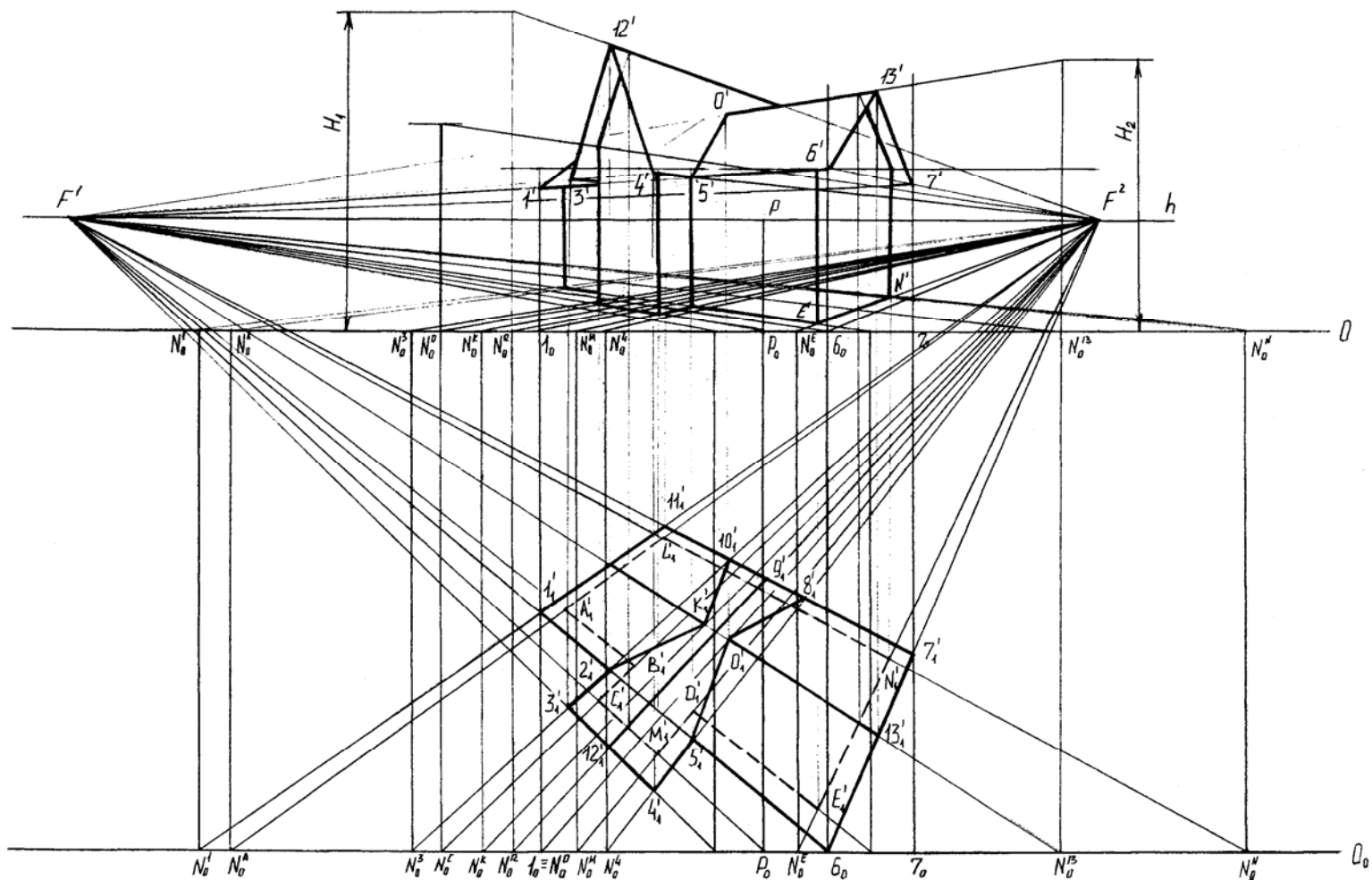


Рис. 1

Рис. 2



5

Чертил	Моракшина	27.09.1967	Перспектива	Масштаб	Обозначение
Провер	Нагобицын	27.09.67		4:1	
Принял				ГСХ-22	

Порядок выполнения работы

Решение задач построения перспективы здания можно разделить на несколько этапов.

Задача 1

1. На листе формата А3 строим ортогональные проекции здания, то есть план и фасад, увеличив их размеры по заданию в 4 раза. При компоновке чертежа необходимо учитывать расположение картины относительно здания (справа, слева) по варианту табл. 2. Лист в этой задаче удобнее расположить вертикально, форма основной надписи выполняется по рис. 3.

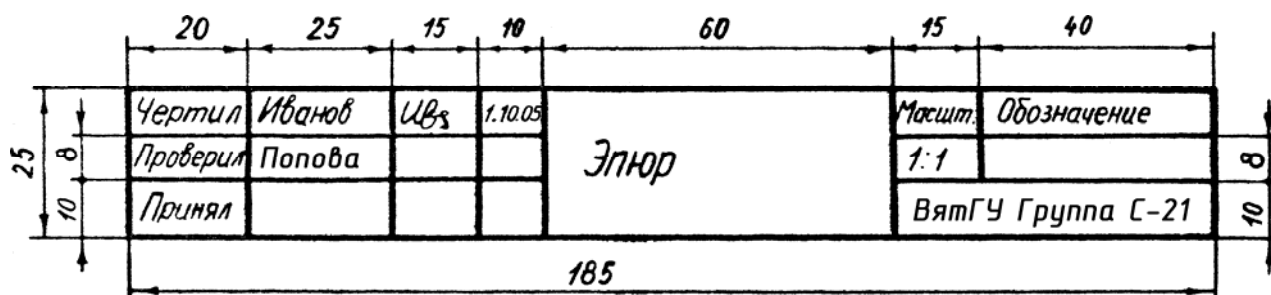


Рис. 3

2. Выбираем положение аппарата линейной перспективы в проекциях по его составляющим $\Pi', S, P, \alpha, \varphi, \tau$ таким образом, чтобы это соответствовало действительным условиям рассматривания объекта.

След картинной плоскости Π' (рис. 4б) проводят через проекцию одного из ребер сооружения, ближайших к наблюдателю, при этом угол между картинной плоскостью Π' и главным фасадом – α берут не более 40° . Оптимальное значение α принимают равным $25^\circ - 35^\circ$.

Точку зрения S в плане следует выбирать так, чтобы была обеспечена видимость основных элементов сооружения, поэтому ее положение принято выбирать в зависимости от величины угла зрения φ и формы объекта. На рис. 4а выбор проекции точки зрения $(S_1)^2$ удачнее, чем $(S_1)^1$, т. к. из точки $(S_1)^2$ внутренний угол 3 виден.

Угол зрения φ – это угол между проецирующими лучами, направленными в крайние точки предмета (рис. 4б). В горизонтальной плоскости его следует выбирать в пределах $18^\circ - 53^\circ$. Оптимальное значение угла φ принимают равным 28° .

При значительной высоте сооружения, а также при заданном высоком горизонте проверяется угол зрения τ в вертикальной плоскости. Половина этого угла $\tau/2$ должна быть не более 40° . На рис. 5а,б величина угла $\tau/2$ определена способом вращения.

Для определения расположения главного пункта картины P , необходимо учесть, что главное расстояние SP должно быть примерно в полтора, два раза больше высоты здания. Главный луч $SP \perp \Pi'$ может быть биссектрисой угла зре-

ния φ . Во всяком случае, положение главной точки картины P выбирается так, чтобы она находилась в пределах средней трети ширины картины (рис. 4б).

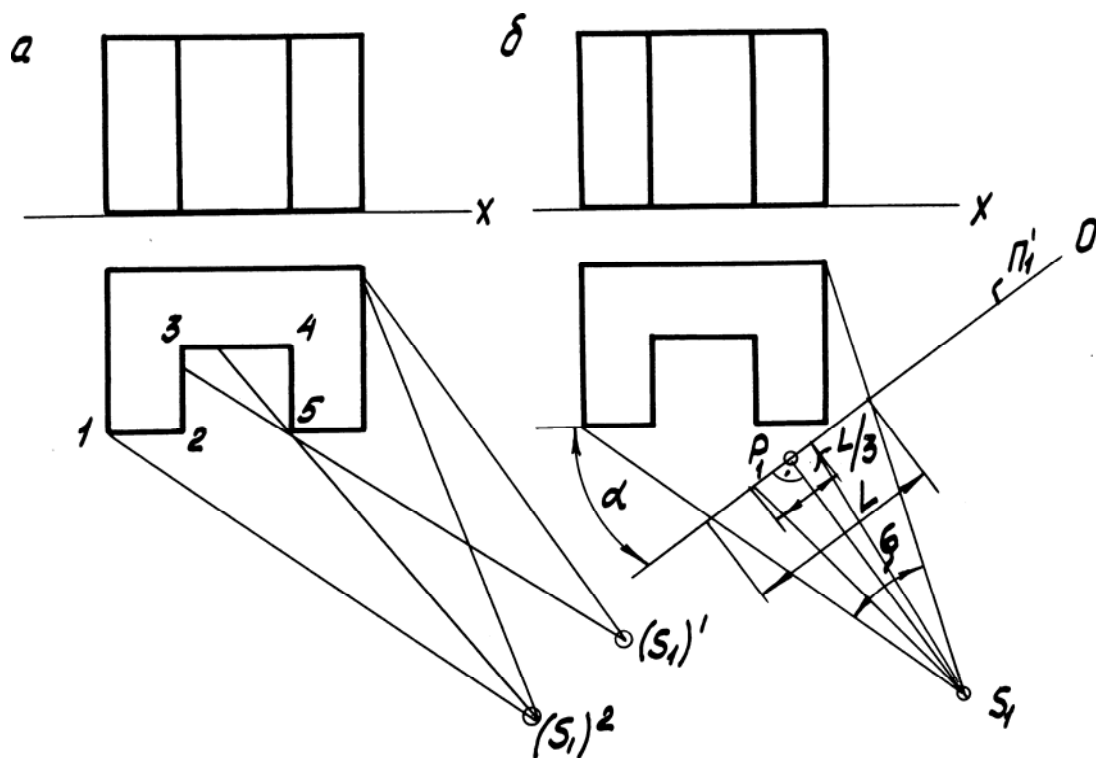


Рис. 4

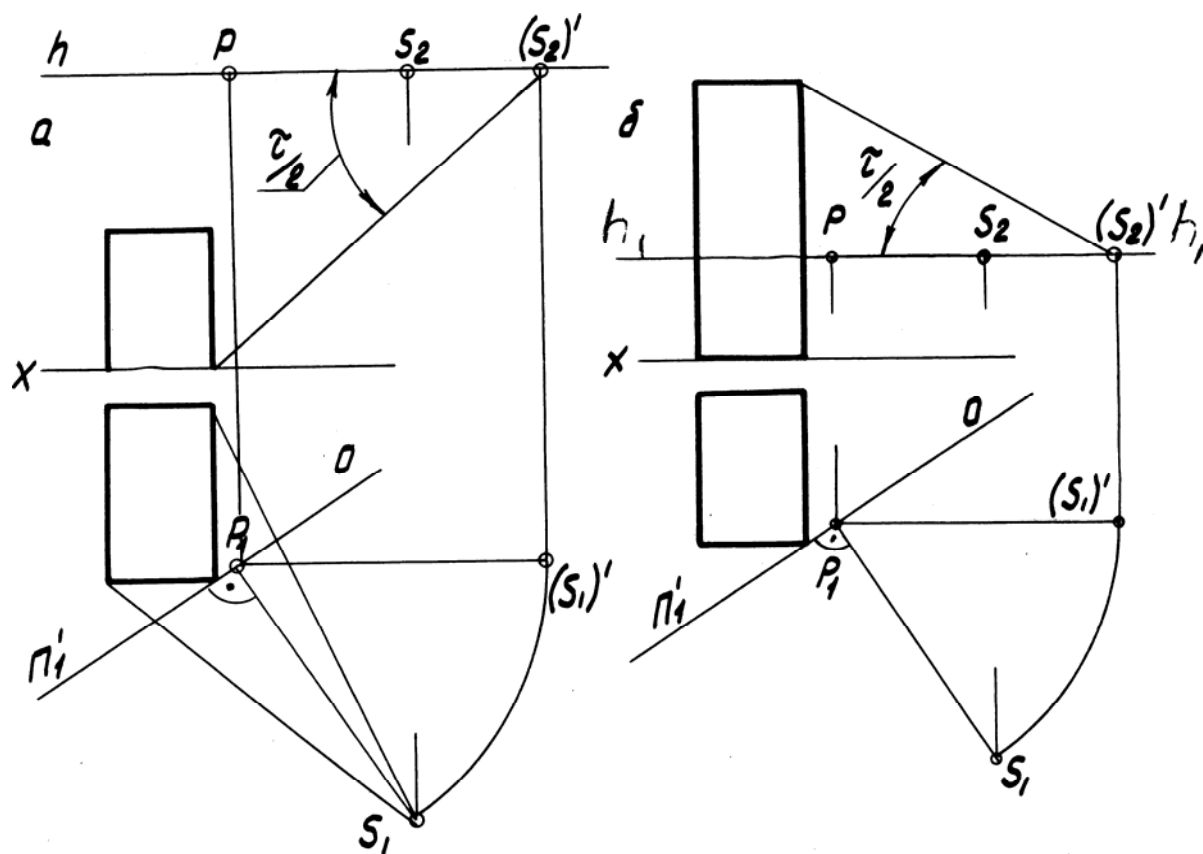


Рис. 5

Определим проекции точек схода F_1^+ и F_1^- пучков параллельных прямых I и II, как точки пересечения лучей параллельных заданным направлениям с горизонтальным следом картинной плоскости Π' .

3. Так как Лист 1 является подготовительным этапом для выполнения перспективной проекции здания, необходимо получить горизонтальные проекции характерных точек здания на плоскость Π' . Такими точками будут, как сами перспективы опорных точек здания, так и точки перспективных проекций начала прямых из различных пучков I и II. Построение проекций перспектив точек на горизонтальном следе $O - O$ картинной плоскости Π' показано на рис. 6.

4. После проверки чертежа в тонких линиях преподавателем, Лист 1 обводится карандашом «ТМ» или «М». При обводке чертежа необходимо учитывать требования по оформлению графических работ 1, 2. В основной надписи указывают название чертежа – «Перспектива».

Задача 2

1. На формате А3 строим перспективу здания методом архитекторов с опущенным планом, используя данные Листа 1. Лист формата А3 располагают горизонтально, форма основной надписи – рис. 3.

Сущность метода состоит в использовании точек схода перспектив параллельных прямых, то есть бесконечно удаленных точек параллельных прямых, перспективные проекции которых лежат на линии горизонта. Метод применяется, когда линии контура плана можно разделить на пучки параллельных прямых. В нашем случае это пучки направлений I и II и перспективные проекции их несобственных точек схода F_1^+ и F_1^- .

Поскольку построение объемного предмета начинается с построения его вторичной проекции необходимо, чтобы эта проекция была четко читаемой. В тех случаях, когда высота горизонта равна нулю или настолько мала, что вторичная проекция предмета оказывается очень сжатой, перспективу здания строят с помощью опущенного плана. Это означает, что вторичную проекцию строят не на предметной плоскости, а на некоторой вспомогательной горизонтальной плоскости. Эта плоскость смещена вниз от плоскости горизонта на расстояние не менее $\frac{SP}{2}$. При построении опущенного плана при низком горизонте новое основание картины $O_1 - O_1$ проводится на произвольном, но большем расстоянии от $O - O$, чем высота горизонта – H (рис. 7а,б).

Так как перспективное изображение объекта, в случае расположения картины перед ним получается уменьшенным, относительно его размеров на ортогональном чертеже, увеличим размеры здания при построении в 2 раза. Для этого будем переносить на $O_1 - O_1$ данные с Листа 1, увеличивая расстояния между точками в 2 раза.

Перспектива плана может быть построена:

а) с помощью двух точек схода F_1^+ и $\bar{F}_1^-$ (рис. 6а,б);

б) с одной точкой схода F'^+ (рис. 6в,г).

В обоих случаях вторичная проекция каждой точки (кроме точек, лежащих на основании картины) строится как точка пересечения двух прямых. Например, на рис. 6б точка $2'_1 = N_0 \bar{F}_1^- \cap M_0 \bar{F}_1^-$, а на рис. 6г точка $2'_1 = N_0 F'^+ \cap 2_0 2'_1$ - есть линия пересечения лучевой проецирующей плоскости с картиной.

Таковыми способами строятся перспективные проекции всех точек на плане. Сначала рекомендуется построить перспективу габаритного контура плана сооружения, а затем перспективу других его деталей.

2. Имея перспективный план, приступаем к построению перспективы основных объемов здания. Построение перспективы сооружения сводится к построению перспектив точек, расположенных в пространстве на заданной высоте, используя их построенные проекции на плане. Известно, что перспективная проекция любого элемента будет натуральной величины, если он лежит в картинной плоскости. Например, на рис. 7а,б высота точки 4 в перспективе взята с фасада сооружения так как картина Π' проходит через точку 4.

Высота остальных точек 1, 5 и 6 определена путем выноса этих точек на картину прямыми, параллельными предметной плоскости. В этом случае превышения точек над предметной плоскостью спроецируются на картину в натуральную величину (рис. 7).

3. После построения перспективы основного объема сооружения, строят перспективу всех деталей объекта.

Например для построения перспектив оконных и дверных проемов используют пропорциональное деление отрезков прямых линий. Рассмотрим на примерах два случая пропорционального деления отрезков, в зависимости от их расположения относительно картинной плоскости.

Известно, что отрезки прямых, параллельных картине, в перспективе изменяются пропорционально, то есть перспективы равных отрезков будут равными отрезками. Следовательно, деление таких отрезков на равные и пропорциональные части производится обычным путем с помощью вспомогательной линии, проведенной под любым углом к перспективной проекции прямой. На рис. 8 отрезки $AB \perp \Pi_1$ и $CD \parallel \Pi'$ разделены: первый на пять равных частей, второй на три равные части.

Деление отрезков, не параллельных картине, на равные и пропорциональные части производится с помощью прямых, параллельных картинной плоскости. Для деления отрезка EK на 6 равных частей на рис. 8 через точку E'_1 проведена прямая $E'_1 K_0 \parallel OO$, на которой отложено 6 равных отрезков произвольной длины. Концы отрезков соединены прямой $K_0 K'_1$. Пучок параллельных прямых, проходящих через точки 1, 2, 3... в перспективе будет идти в точку схода F и разделит отрезок $E'_1 K'_1$ на 6 равных частей.

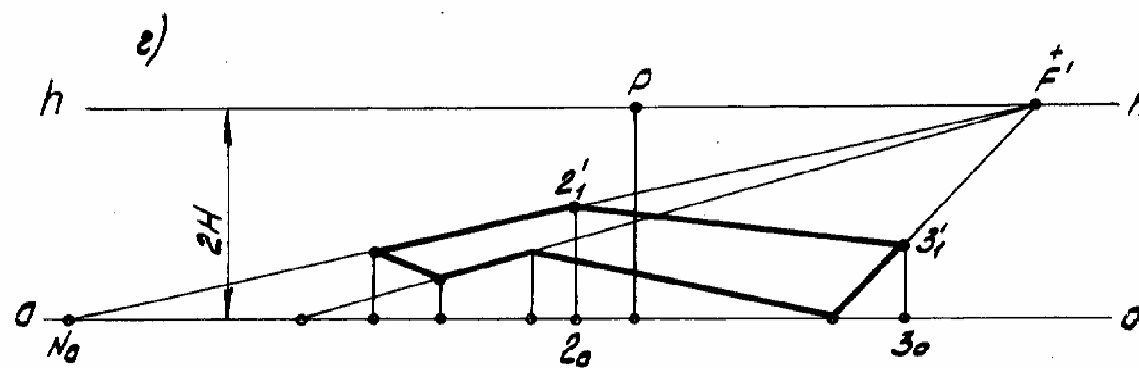
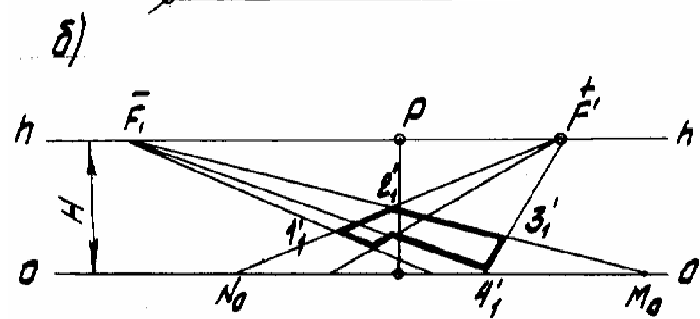
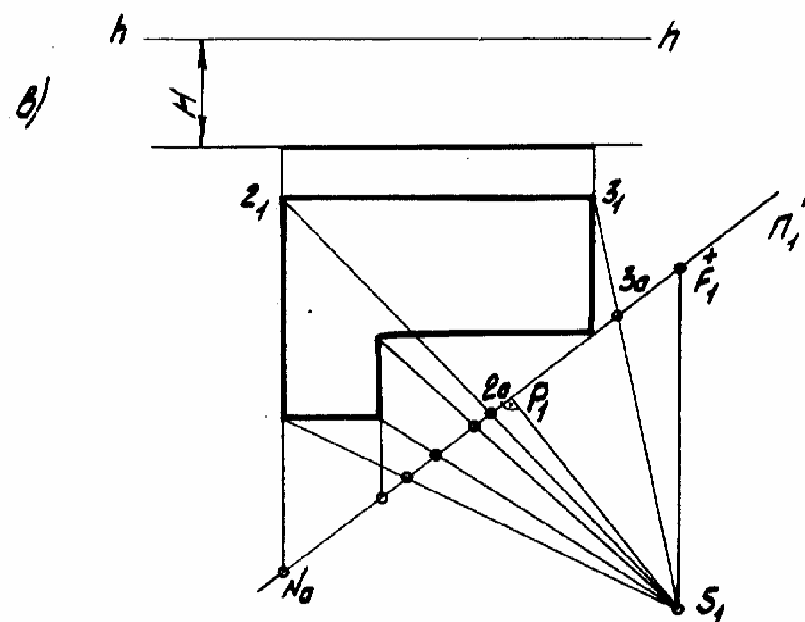
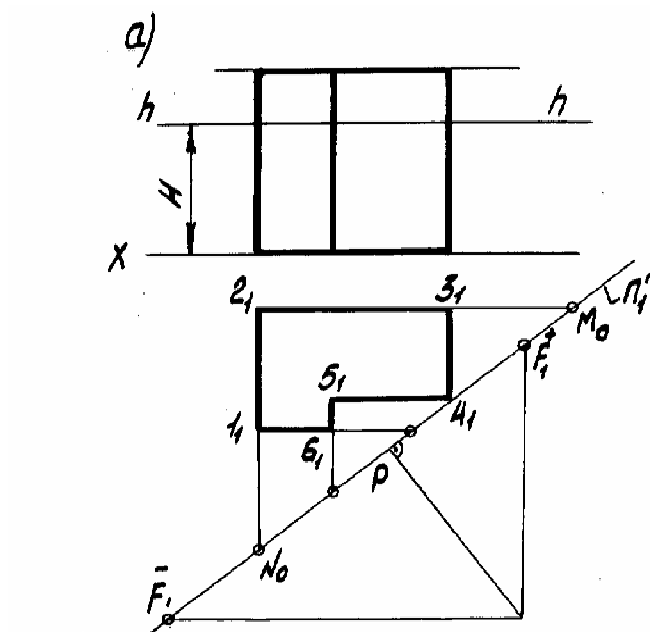


Рис. 6

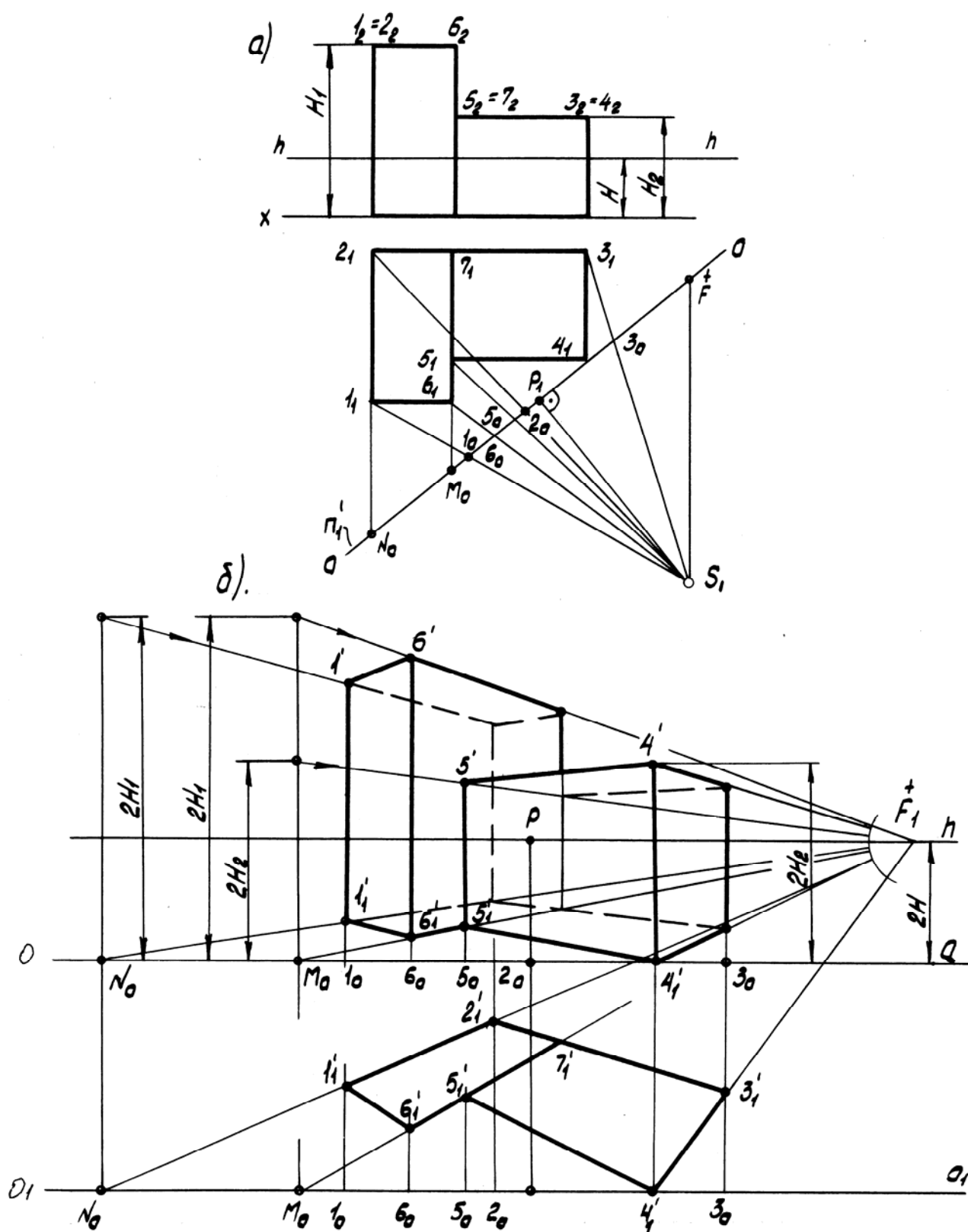


Рис. 7

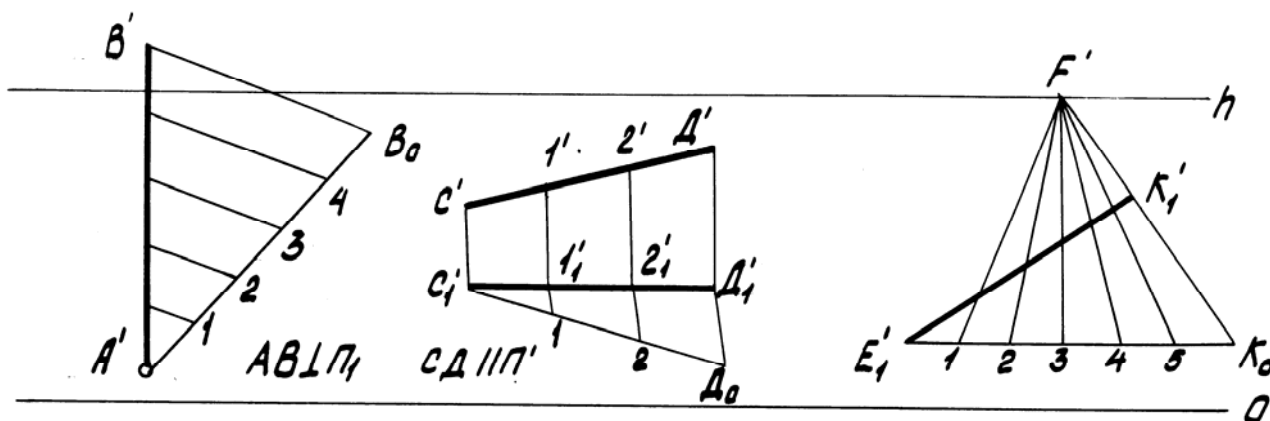


Рис. 8

Способ деления отрезков на равные и пропорциональные части в перспективе используют не только при разбивке оконных и дверных проемов, но и при построении криволинейных контуров.

4. Если преподаватель проверил чертеж в тонких линиях и разрешил обводку, Лист 2 оформляется с учетом требований по оформлению графических работ 1, 2. В основной надписи указывают название чертежа – «Перспектива».

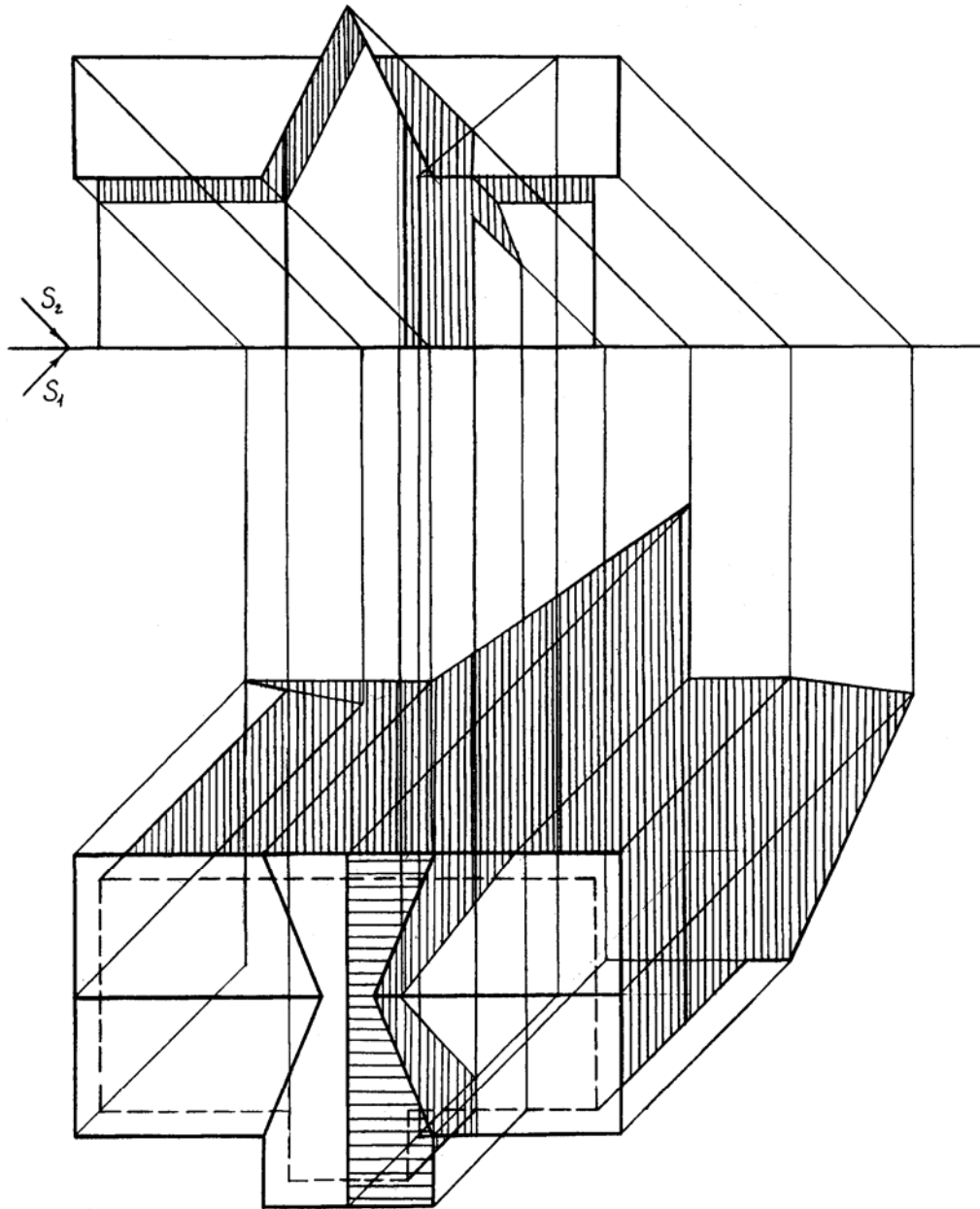
Графическая работа 2 «Тени»

Для выполнения графической работы 2 необходимо выполнить две задачи.

Задача 1: На листе формата А3 построить собственные и падающие тени схематизированного здания в ортогональных проекциях.

Задача 2: На Листе 2 графической работы 1 выполнить построение теней схематизированного здания в перспективе.

Примеры выполнения задания приведены на рис. 9, 10.

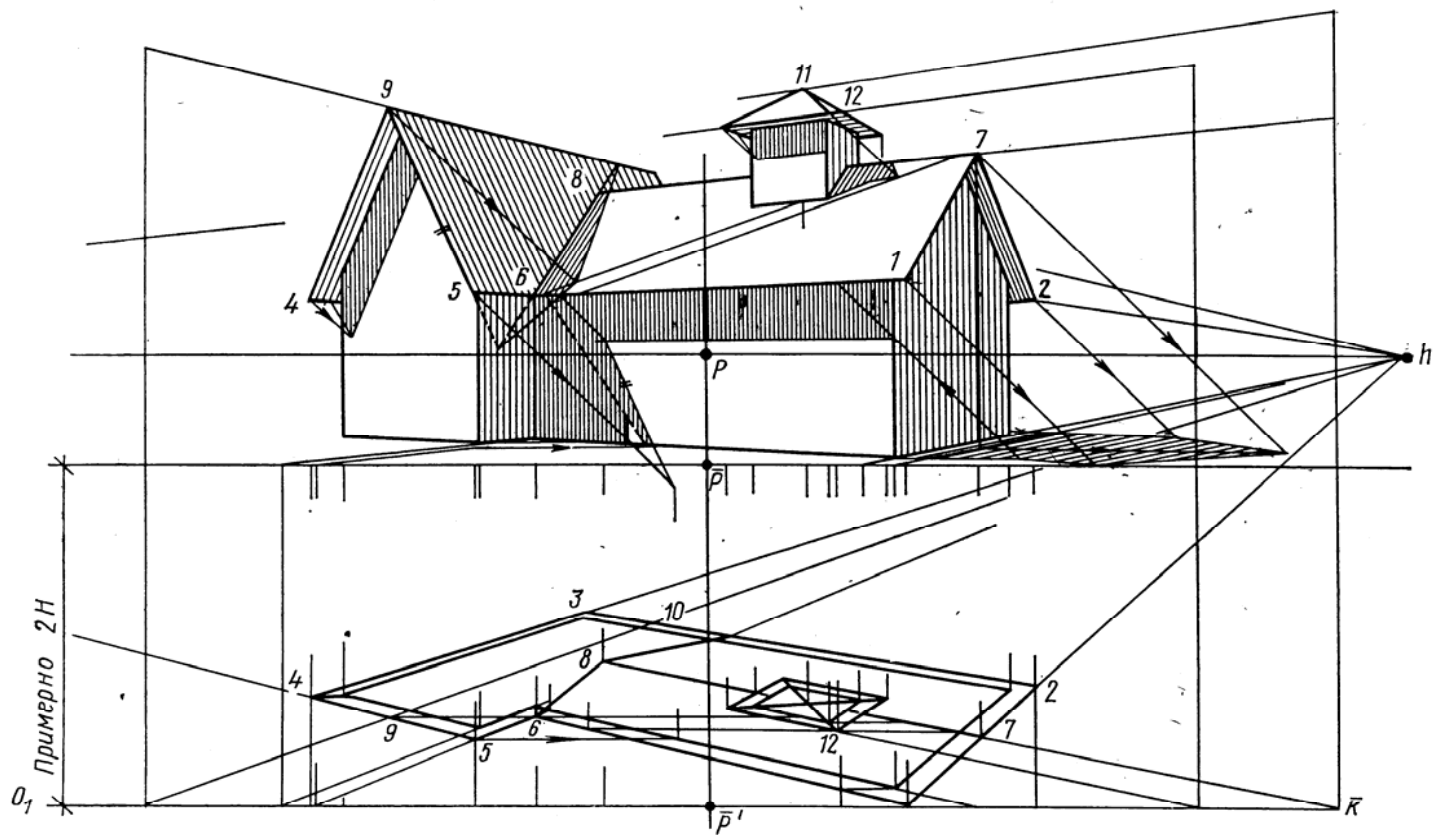


5

Чертил	Маракулина	8.14.	ф. 1	Тени	Масштаб	Обозначение
Провер	Наговицын	11.01.	ф. 1		4:1	
Принял						ТСХ-22

Рис. 9

Рис. 10



ПЕРСПЕКТИВА И ТЕНИ			М
Чертил			
Проверил			

Порядок выполнения работы

Решение задач по построению теневых проекций исходного здания удобнее выполнить в несколько этапов.

Задача 1

1. На листе формата А3 выполняем ортогональные проекции того же здания, что и в работе 1, увеличив их размеры по заданию в 4 раза. Лист для выполнения работы располагают вертикально, форма основной надписи выполняется по рис. 3.

При компоновке чертежа необходимо учитывать расположение фасада и плана здания относительно друг друга и листа. Например, для построения падающих теней необходимо расположить ортогональные проекции здания с небольшим смещением влево относительно оси листа и на значительном расстоянии друг от друга (рис. 9).

За направление лучей света обычно принимают направление одной из диагоналей куба, совмещенного двумя своими гранями с плоскостями проекций. Проекция таких лучей параллельны проекциям диагоналей куба и составляют с осью X углы, равные 45° (рис. 11а).

Для построения теней в перспективе на картине задают перспективную и вторичную проекцию лучей света (рис. 11б).

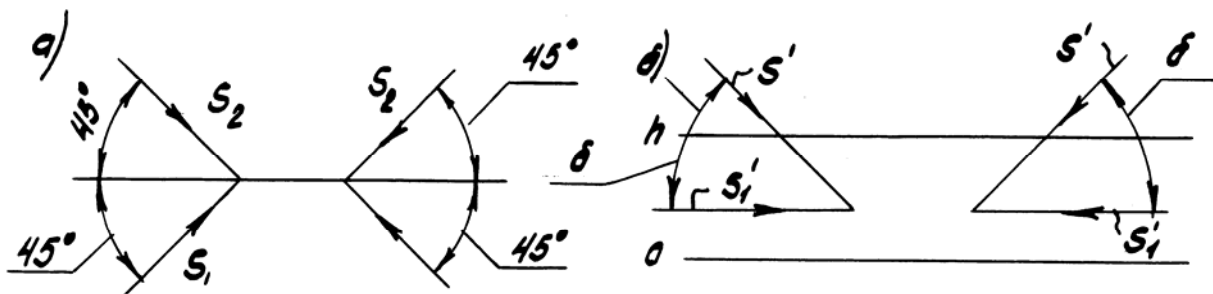


Рис. 11

2. Построим на выполненном ортогональном чертеже собственные тени здания, а так же падающие тени от его выступающих частей на горизонтальную плоскость и фасады. Целесообразно, решая задачу, сначала построить контур собственной тени, а затем по нему выполнить контур падающей тени.

Построение теней на фасадах зданий основано на определении точек пересечения световых лучей с вертикальными плоскостями фасада или с наклонными скатами крыши. Тени от прямых линий или плоских фигур, определяющих контуры здания, следует строить, пользуясь положениями теории теней.

Если прямая перпендикулярна плоскости проекций, то тень от нее на плоскость совпадает с одноименной проекцией светового луча на эту плоскость (рис. 12).

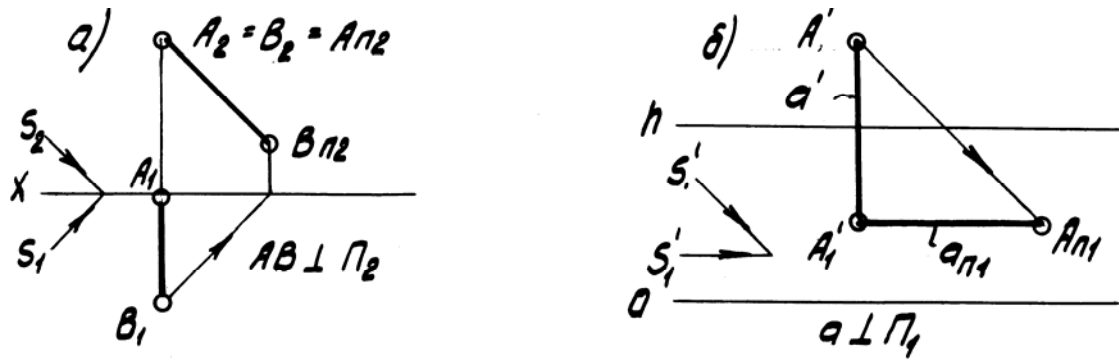


Рис. 12

Если прямая параллельна плоскости, то тень от нее на эту плоскость равна и параллельна самой себе (рис. 13).

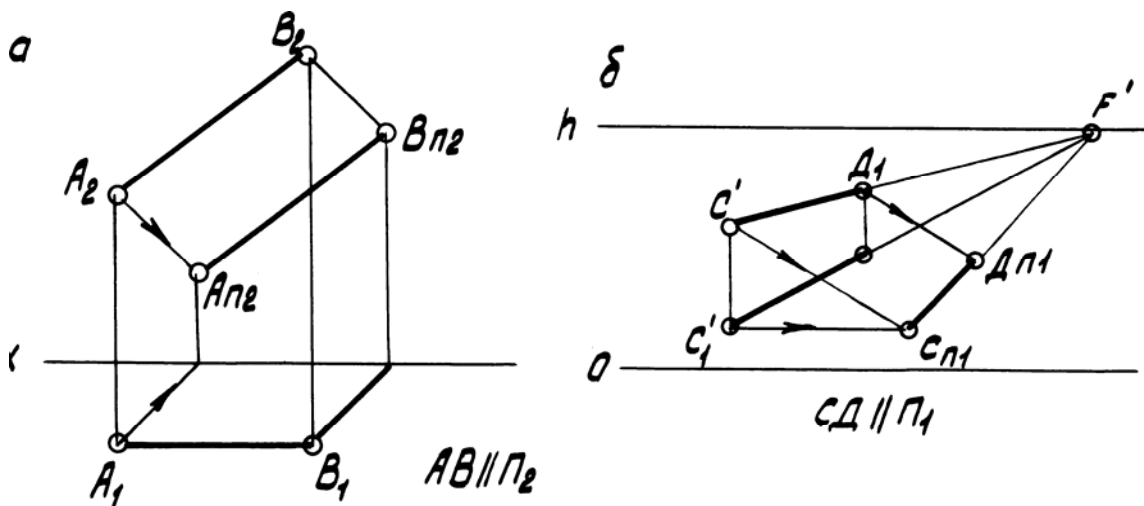


Рис. 13

Рассмотрим построение теней некоторых элементов схематизированного здания.

На рис. 14 показано построение падающих теней от полуцилиндрического выступа и балкона на фасаде сооружения. Контурами собственных теней заданных элементов будут следующие линии. Например, у полуцилиндрического выступа сооружения это линия $ABCD$, где AB , образующая цилиндра, по которой соответствующая лучевая плоскость касается поверхности цилиндра; у балкона такой линией, соответственно, будет 1-2-3-4.

Контуры падающих теней построены, как тени контуров собственных теней. Так как прямые CD ; 1-2; 4-5 перпендикулярны фронтальной плоскости, то тени этих прямых на P_2 совпали с проекцией светового луча на фронтальную плоскость проекций S_2 . Прямые AB ; 2-3; 3-4, напротив, параллельны фронтальной плоскости проекций, следовательно, их тени на P_2 равнопараллельны самим себе.

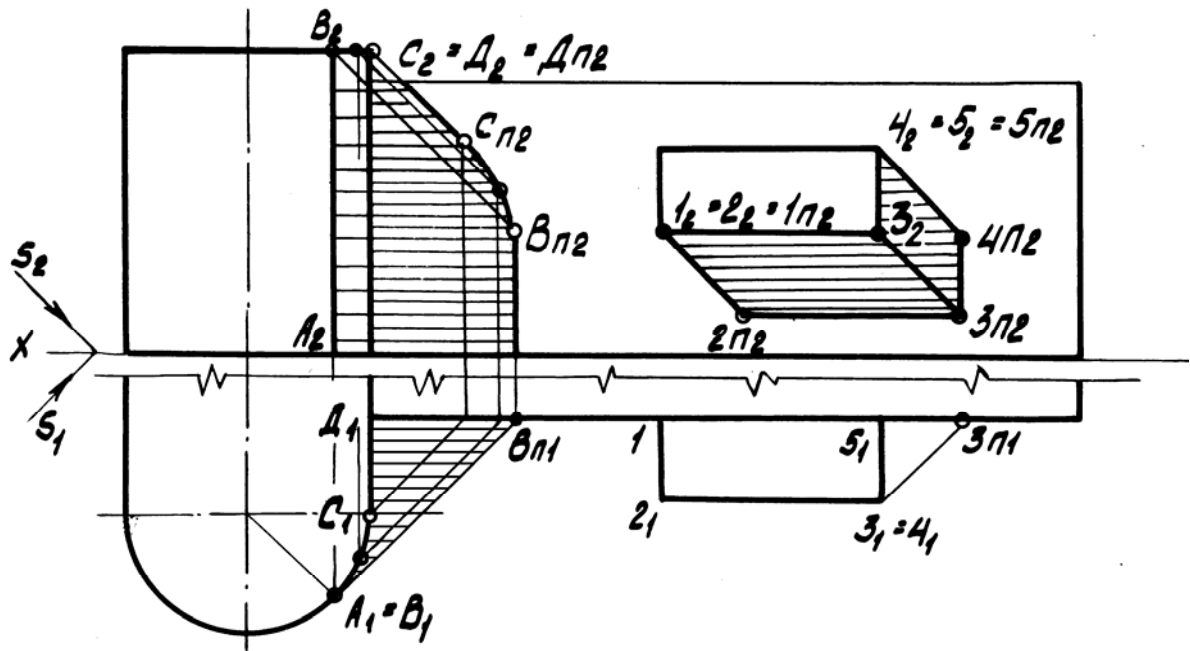


Рис. 14

3. Выполняем штриховку полученных собственных и падающих теней в ортогональных проекциях здания.

4. После проверки работы в тонких линиях преподавателем, выполняем обводку чертежа. Лист 3 оформляется с учетом требований по оформлению графических работ 1, 2. В основной надписи указывают название чертежа – «Тени».

Задача 2

1. На Листе 2 графической работы 1 необходимо выполнить теневые проекции здания в перспективе. На практике для удобства построений направление световых лучей выбирается параллельным картинной плоскости. Направление лучей света, т.е. справа или слева от зрителя, а также угол наклона лучей к плоскости горизонта δ берут из варианта задания (табл. 2).

2. Построение теней в перспективе основано на тех же методах, что и в ортогональных проекциях, то есть на методе секущих лучевых плоскостей, обратного луча и т.д.

Так как источник света (солнце) удален в бесконечность, а солнечные лучи располагаются параллельно картине, то на чертеже направление лучей S зададим направлениями их проекций S' и S'_1 (рис. 11б). При этом параллельными получаются как вторичные проекции, так и перспективы световых лучей.

3. Построение теневых проекций здания в перспективе выполняют поэтапно. Сначала рекомендуется построить собственные и падающие тени общих контуров здания, а затем перейти к построению теневых проекций его элементов. Рассмотрим несколько примеров.

1) На рис. 15 показано построение собственных и падающих теней геометрических тел в перспективе. Тени от тел строят по их характерным линиям, которые занимают частное положение. Построение тени полуцилиндрического выступа выполнено по отдельным точкам, где точки K и N – это точки преломления падающей тени.

2) На рис. 16 задача построения тени от карниза на фасадной стенке решена двумя способами:

- с помощью теневой проекции произвольной точки карниза A на стене;
- с помощью обратного луча, построенного из B_{Π_1} , то есть теневой проекции точки B на предметную плоскость. В точке B_{Π_1} пересекаются тени от вертикального угла и карниза сооружения.

В точке B_{Π_1} пересекаются тени от вертикального угла и карниза сооружения.

Построение остальных точек и линий выполняют, основываясь на рассмотренных ранее положениях теории теней.

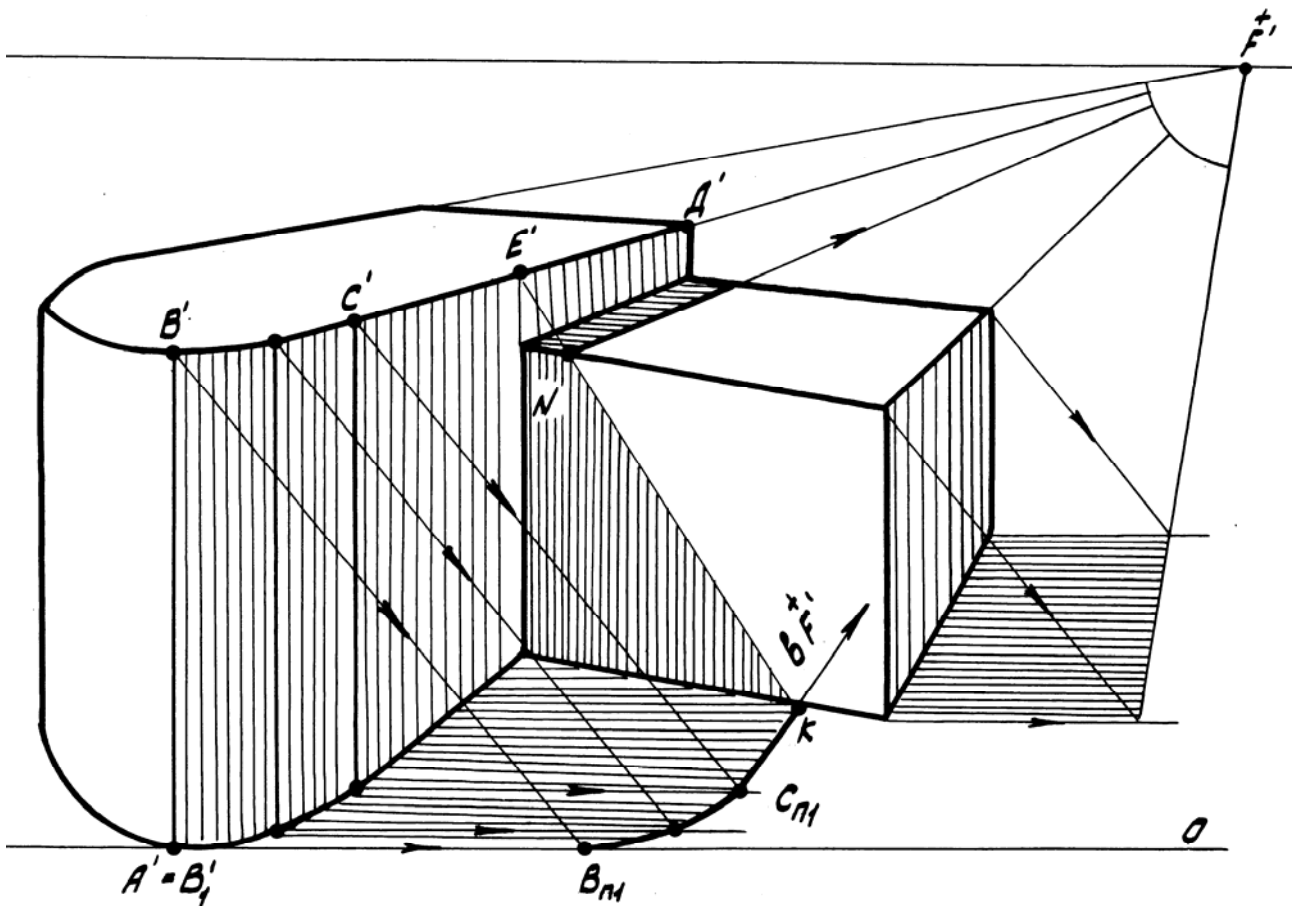


Рис. 15

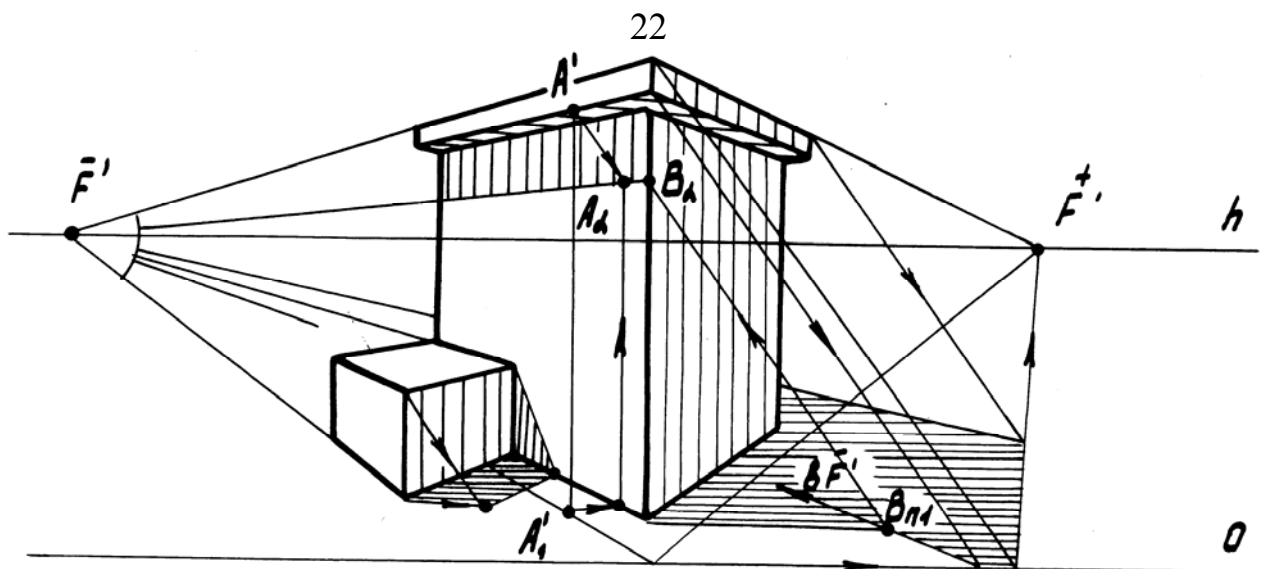


Рис. 16

ПРОЕКЦИИ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ

В теме ПЧО выполняется одна графическая контрольная работа. **Целью данной графической работы** является изучение теоретических основ выполнения числовых проекций различных элементов, а так же отработка практических приемов их построений.

Индивидуальное задание на работу в виде проекции участка топографической поверхности, а также площадки и дороги студент берет из табл. 3 и рис. 17.

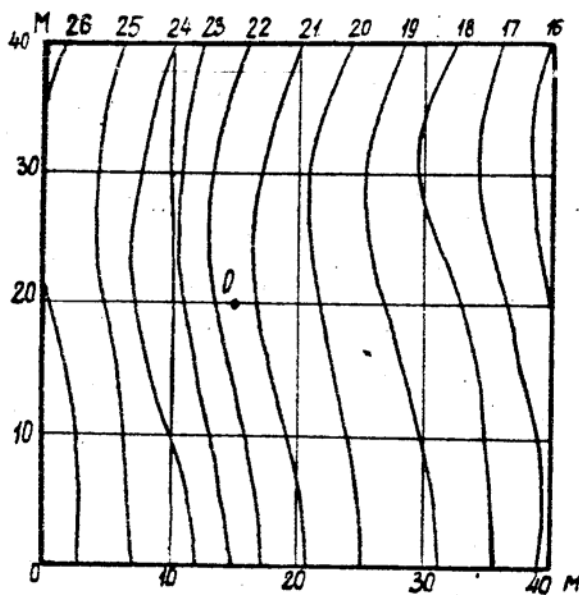
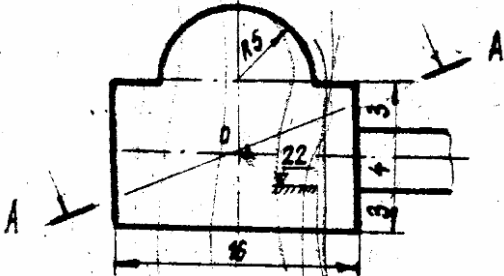
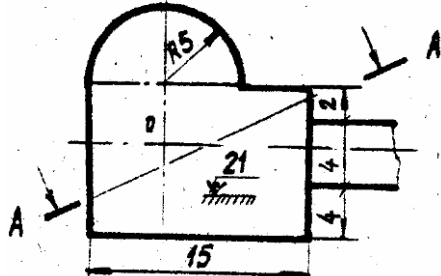
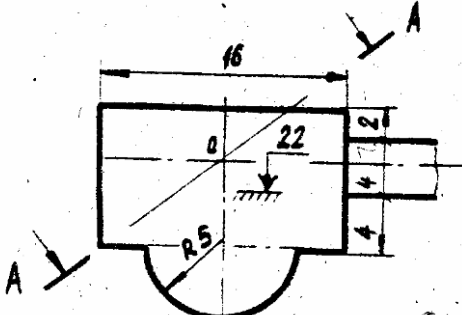
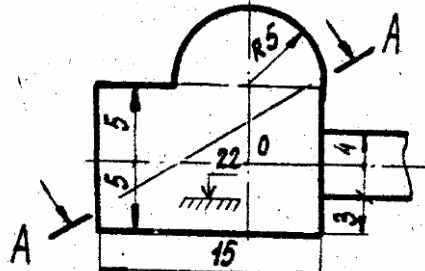
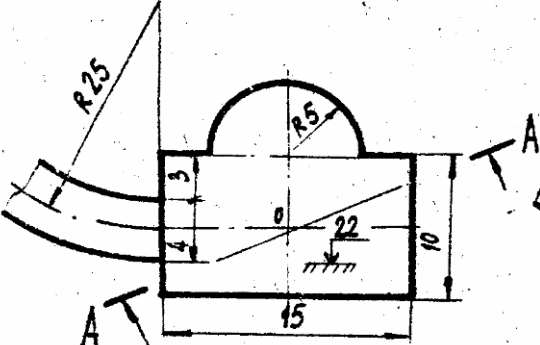
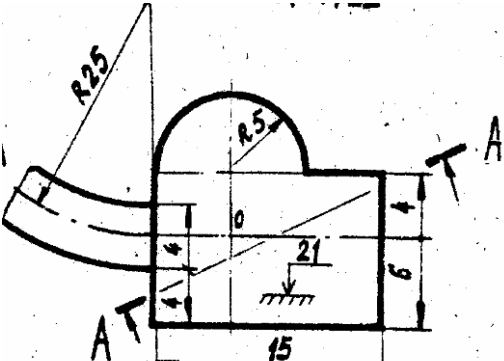
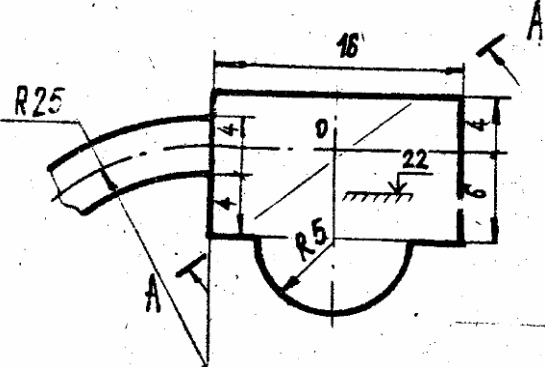
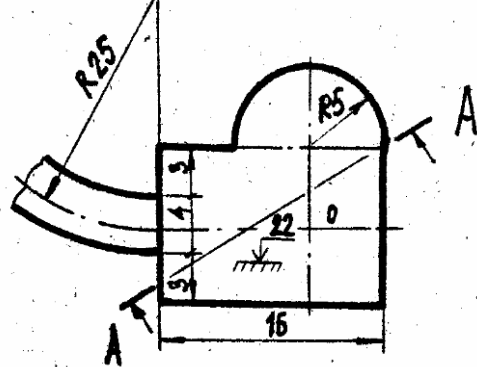


Рис. 17

Таблица 3

1, 9, 17, 25 	2, 10, 18, 26 
3, 11, 19, 27 	4, 12, 20 
5, 13, 21 	6, 14, 22 
7, 15, 23 	8, 16, 24 

Оформление графической работы 3

Графическую работу 3 оформляют в соответствии с принятыми стандартами, учитывая следующие **указания**:

1. Топографическую поверхность заключают в рамку. Толщина обводки линии рамки 0,4...0,6 мм.

2. Горизонтали топографической поверхности проводят "от руки" линиями толщиной 0,1...0,2 мм.

3. Горизонтали откосов проводят линиями толщиной 0,1...0,2 мм.

4. Числовые отметки горизонталей откосов и топографической поверхности наносят шрифтом 3,5 мм. Отметки горизонталей топографической поверхности проставляют с наружной стороны рамки.

5. Линии пересечения откосов между собой, линии пересечения откосов и топографической поверхности, а так же профиль топографической поверхности выполняют толщиной 0,4...0,6 мм.

6. На чертеже масштабы уклонов плоскостей проводятся двумя линиями: толстой 0,5...0,7 мм и тонкой 0,15...0,25 мм.

На плане направление ската обозначают бергштрихами. Бергштрихи проводят по верхней кромке откоса, перпендикулярно к горизонталям, всегда в сторону горизонтали с меньшей отметкой. Штрихи, чередующиеся между собой вычерчивают разной длины – короткие толщиной 0,8 мм., длинные толщиной 0,2 мм. Длинные штрихи не доводят до горизонтали с наименьшей отметкой на $1/3...1/6$ их длины. Короткие штрихи должны иметь длину, равную половине длинных штрихов. Расстояние между штрихами должно быть от 1 до 1,5 мм.

Графическая работа 3 «ПЧО»

Для выполнения графической работы 3 на листе формата А3 необходимо решить две задачи.

Задача 1: Построить линии пересечения откосов выемок и насыпей земляного сооружения (площадки и дороги) между собой и топографической поверхностью, приняв уклон откосов выемок 1:1, уклон откосов насыпей 1:1,5 и уклон дорог 1:6.

Задача 2: Построить профиль сечения земляного сооружения плоскостью А-А.

Пример выполнения эюра и расположение задач на листе дано на рис. 18. Эюр выполняется в масштабе 1:200. Форма основной надписи показана на рис. 3.

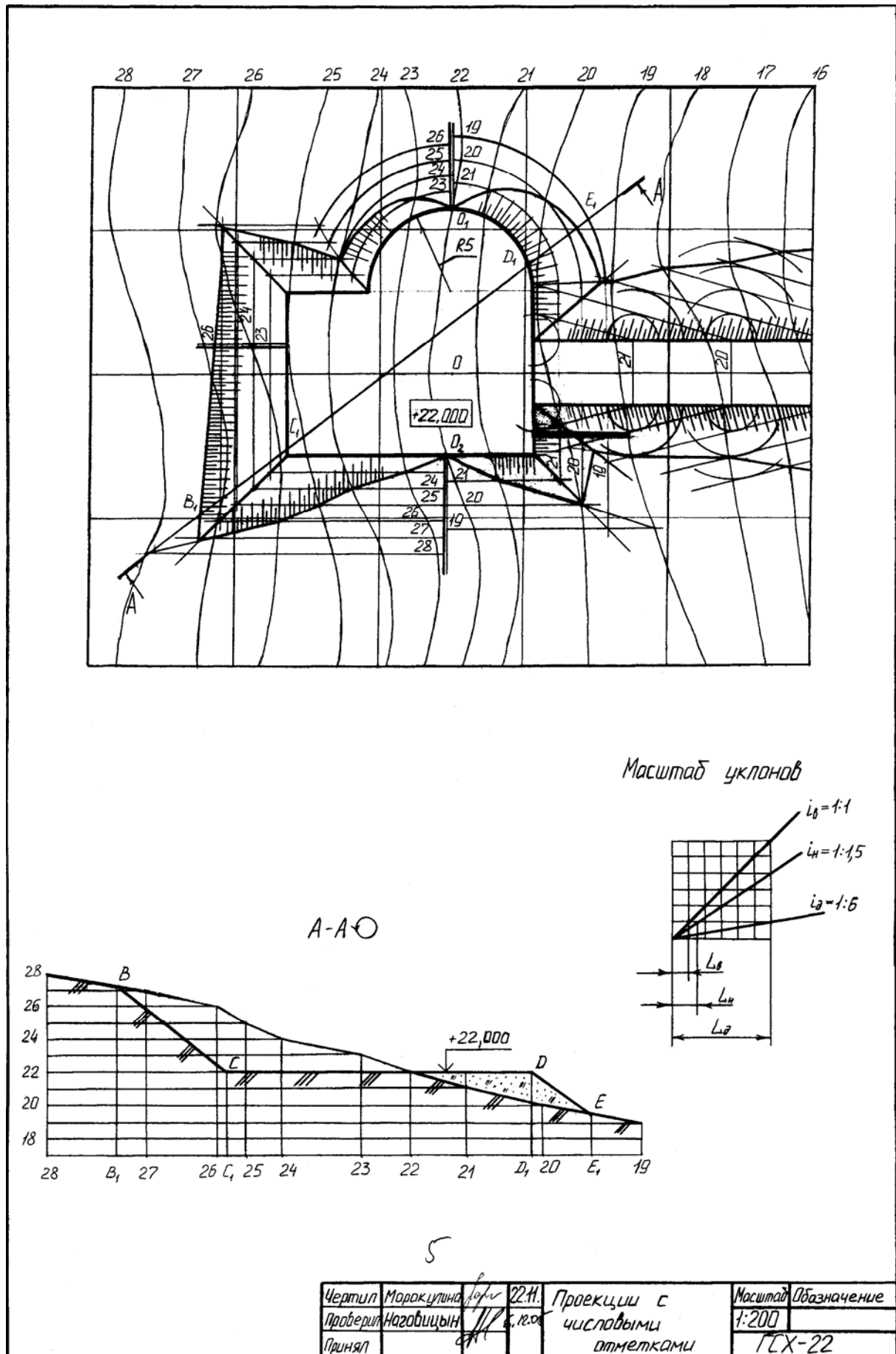


Рис. 18

Разберем решение примера, аналогичного данной графической работе.

Содержание примера

На топографической поверхности, изображенной горизонталями, запроектирована горизонтальная площадка с наклонным участком дороги (аппарелью). Принять уклон откосов выемок $i_g = 3:4$, уклон откосов насыпей $i_n = 1:1$ и уклон дороги $i_a = 1:5$.

Требуется решить *следующие задачи*.

Задача 1: Построить линии пересечения откосов, выемок и насыпей земляного сооружения (площадки и дороги) между собой и топографической поверхностью. Считается, что откосы начинаются непосредственно от кромки площадки и дороги.

Задача 2: Построить профиль (сечение земляного сооружения) плоскостью $A-A$.

Рассмотрим поэтапное выполнение данных задач.

Задача 1

1. На листе формата А3 выполнить в масштабе 1:200 план местности в горизонталях. Формат целесообразно расположить вертикально. Компонировку чертежа производят следующим образом: в центральной верхней части листа будет выполнена задача 1; в нижней части чертежа оставляют место под задачу 2; форма основной надписи – рис. 3.

Сначала наносим на план местности горизонтальную площадку в форме прямоугольника с отметкой 21 м, который затем переходит в полукруг радиуса R . Затем выполняем изображение дорог, отходящих от площадки. С одной стороны площадки дорога имеет поворот радиуса R_1 (рис. 19).

2. Определим линию нулевых работ O_1O_2 , которая разграничивает участки *насыпи* и *выемки*. Для этого необходимо сопоставить отметку площадки с горизонталью поверхности, имеющей такую же отметку – 21 м. Линия O_1O_2 будет участком горизонтали с числовой отметкой 21, проходящей по площадке (рис. 20).

3. Определим границы *выемки* и *насыпи* по линии нулевых работ (рис. 20). Для этого сопоставим отметку площадки с отметками поверхности земли. Устанавливается, что кромка дороги и площадка слева от линии нулевых работ O_1O_2 ниже поверхности земли, следовательно, на этом участке топографической поверхности необходимо выполнить *выемку* грунта. Справа от линии O_1O_2 площадка выше поверхности земли, поэтому на этом участке необходимо выполнить подсыпку грунта – *насыпь*.

4. Расстояния между проекциями горизонталей, т.е. интервалы откосов насыпи L_n , выемки L_v и аппарели L_a , можно определить двумя способами:

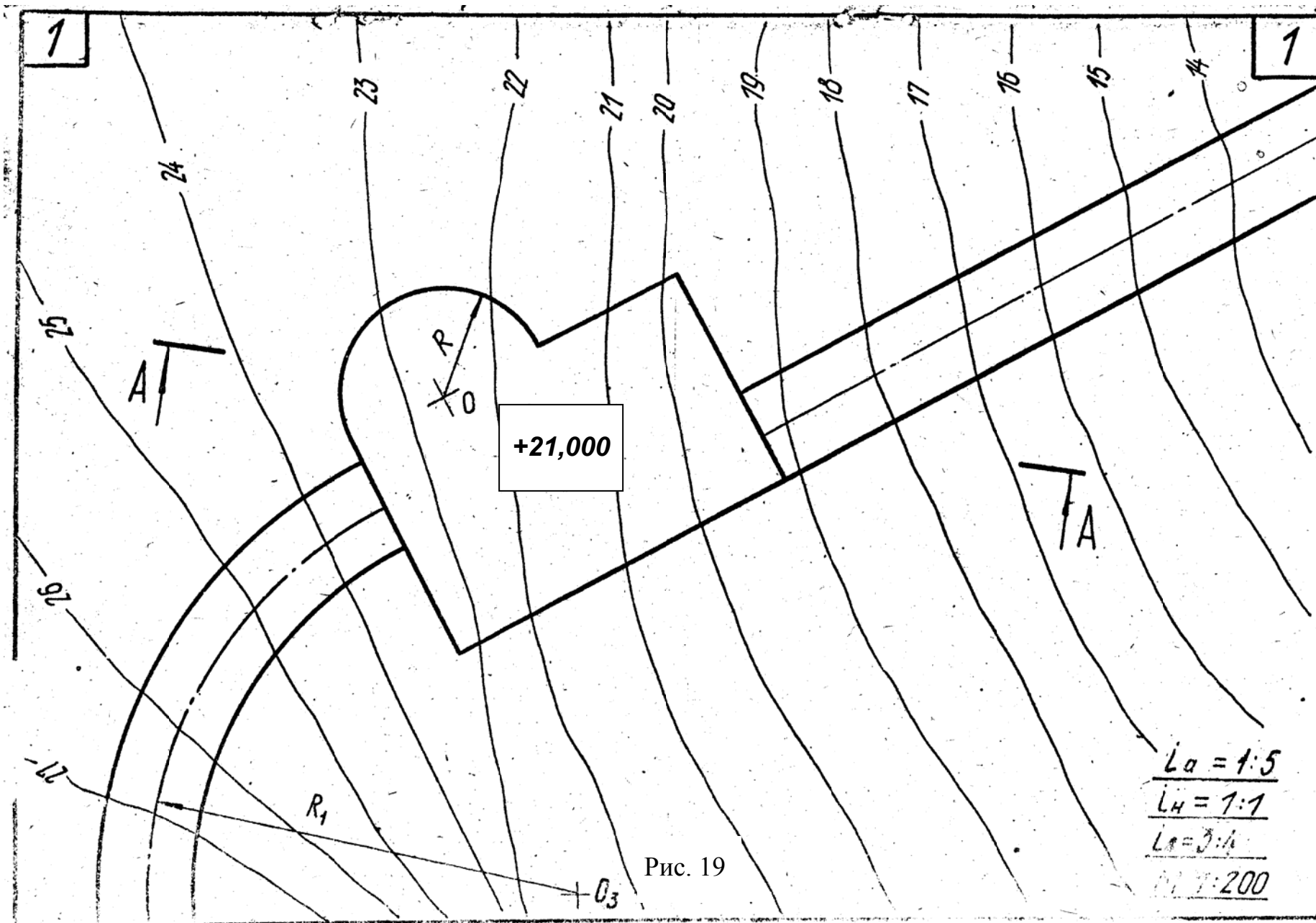


Рис. 19

1) по формуле $L = \frac{1}{i}$ определяются числовые значения каждого из интервалов:

$$L_n = \frac{1}{i_n} = \frac{1}{1/1} = 1; \quad L_e = \frac{1}{i_e} = \frac{1}{3/4} = \frac{4}{3}; \quad L_a = \frac{1}{i_a} = \frac{1}{1/5} = 5.$$

Полученные значения с помощью масштаба 1:200 переводятся в соответствующие длины отрезков (расстояние между проекциями горизонталей на плане);

2) искомые значения вычисляют с помощью углового масштаба уклонов, который построен на рис. в правом нижнем углу чертежа.

По второму способу, интервалы определяются графическим путем в виде отрезков. Для этого строим сетку в правом нижнем углу чертежа. Размер ячейки сетки равен единице масштаба (в масштабе 1:200 единица масштаба равна 5 мм). Наносим на построенную сетку линии заднего уклона, $i_n = 1:1$, $i_e = 3:4$, $i_a = 1:5$.

Например, для построения углового масштаба уклонов выемки $i_e = 3:4$ необходимо отсчитать от левой нижней точки сетки (точки M) в горизонтальном направлении четыре единицы (*заложение*), а в вертикальном направлении – три единицы (*превышение*) и полученную точку пересечения соединить с точкой M . Луч MK отсекает на горизонталях масштаба отрезки, кратные длине интервала, т.е. длина отрезка $MЗ$ – есть интервал откосов выемки.

Также определяются интервалы откоса насыпи и аппарели (см. на графике рис. 20).

5. Строим *откосы насыпи и выемки* прямолинейных участков площадки (рис. 21). Для их построения необходимо:

а) провести масштабы уклонов плоскости площадки (Q_i , P_i , T_i , Γ_i) перпендикулярно ее соответствующим сторонам. Необходимо помнить, что стороны заданной горизонтальной площадки представляют собой горизонтали с отметкой 21 м. В точках нулевых работ O_1O_2 разрешается объединить масштаб уклона насыпи и выемки (P_i , Γ_i);

б) градуируем построенные линии масштаба. Для *насыпи* на линии масштаба откладываются интервалы L_n , а для *выемки* – L_e , числовые значения которых берутся с углового масштаба уклонов (рис. 20);

в) горизонтали откосов плоскостей проводим параллельно сторонам площадки, через соответствующие отметки масштабов уклонов.

6. Строим откосы криволинейного участка площадки, ограниченного окружностью R_1 (рис. 21).

Этот участок представляет коническую поверхность с уклоном образующих $i_e = 3:4$. Проекции горизонталей откоса представляют равноудаленные друг от друга линии (в данном случае конические окружности с центром в точке O), расстояния между которыми равны интервалу $L_e = 4:3$ (величину брать с углового масштаба уклонов (рис. 20).

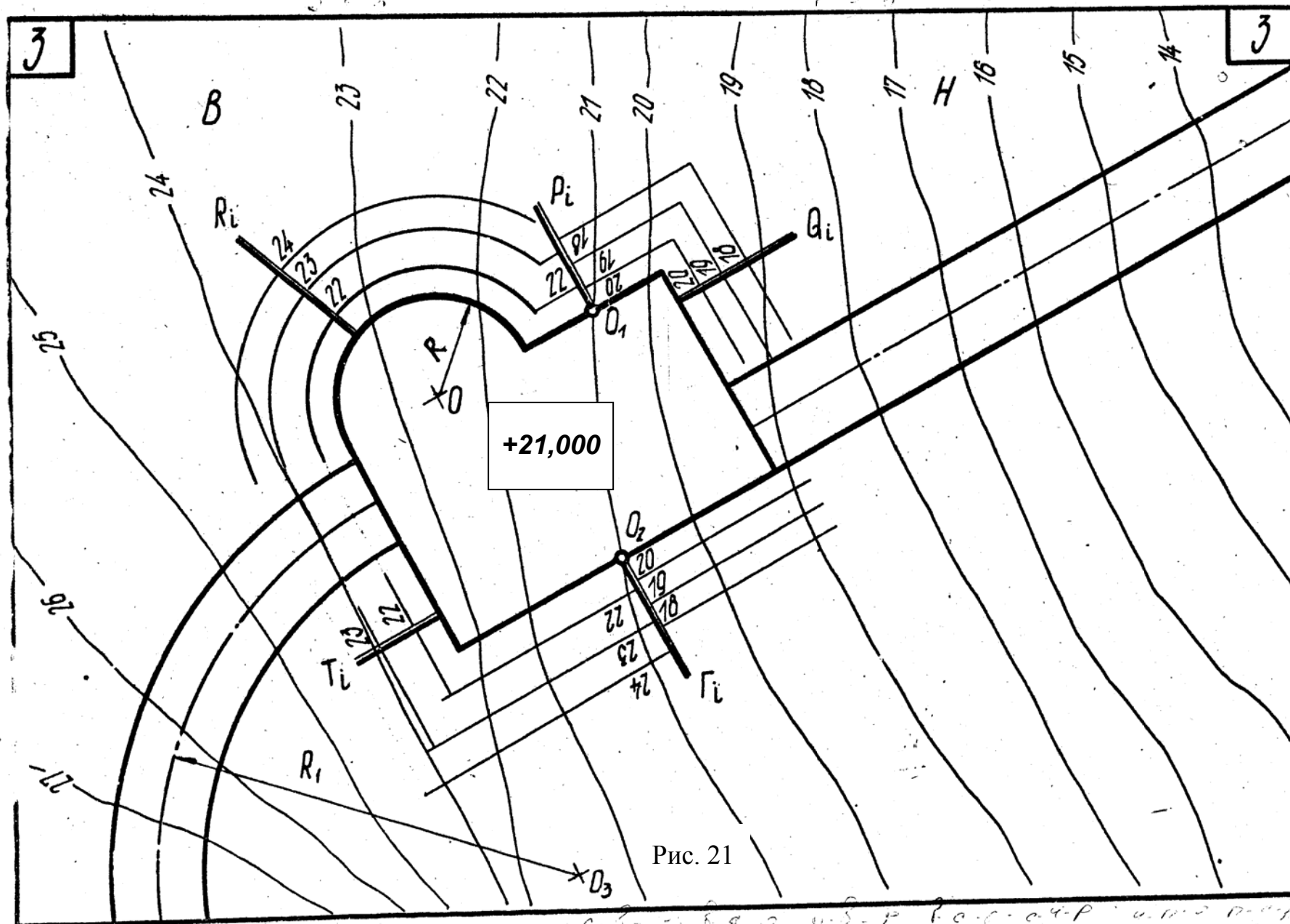


Рис. 21

с-3-1-6-2 м-р 10-0-0-р 10-0-0-р

7. Построим горизонтали откосов на прямолинейном и криволинейном участках дороги (рис. 22).

Для построения горизонталей откосов на прямолинейном участке дороги необходимо выполнить следующие шаги:

а) градируется наклонный участок дороги, для чего от кромки площадки откладывается интервал 25 мм вдоль оси дороги;

б) через полученные отметки 20, 19, 18, 17, 16 проводятся горизонталы, параллельно правой бровке дороги;

в) строим горизонталы откосов *насыпи* дороги. Искомые горизонталями являются прямые линии, касательные к горизонталям кругового конуса, вершина которого располагается на бровке дороги. Интервалы горизонталей конуса равны $L_g = 4:3$.

Для построения горизонталей откосов на криволинейном участке дороги необходимо выполнить следующие шаги:

а) градируется криволинейный участок дороги, для этого откладываем интервал $L = 1:1$ вдоль оси дороги. Числовое значение интервала L_n берется с масштаба уклонов (рис. 20);

б) через полученные точки на оси дороги с отметками 22, 23, 24, 25 проводятся горизонталы. Эти горизонталы на закругленном участке направлены в точку O_3 (рис. 22);

в) строим горизонталы откосов *выемки* для данного участка. Откос выемки является поверхностью одинакового ската. Горизонталям этого откоса служат кривые линии, огибающие круговые горизонталы конусов. Вершины конусов располагаются на бровке дороги, уклон образующих этих конусов равен $i_g = 3:4$. Интервал горизонталей равен $L_g = 4:4$, отметки горизонталей конуса возрастают с увеличением радиуса.

8. Построим линии пересечения смежных откосов между собой (рис. 23).

Линия пересечения плоских откосов между собой будет прямой линией, если углы наклона двух плоскостей одинаковы, линия их пересечения располагается по биссектрисе угла между горизонталями. Например, так строится линия пересечения откосов P_i, Q_i (рис. 23).

Если один или оба откоса являются кривыми поверхностями, то и линия их пересечения в общем случае будет кривой. Например, так строится линия пересечения откосов R_i и P_i, R_i и S_i , где S_i – откос криволинейного участка дороги (рис. 23).

9. Построим границу земляных работ, то есть линию пересечения поверхностей откосов площадки дороги с топографической поверхностью (рис. 24).

Эта линия проходит через точки пересечения проектных горизонталей откосов насыпи или выемки с горизонталями топографической поверхности, имеющими одинаковые отметки. Здесь обязательно определяются характерные точки на линиях пересечения откосов, в которых граница земляных работ резко меняет свое направление. Например, построение характерной точки *И* на фрагменте рис. 24.

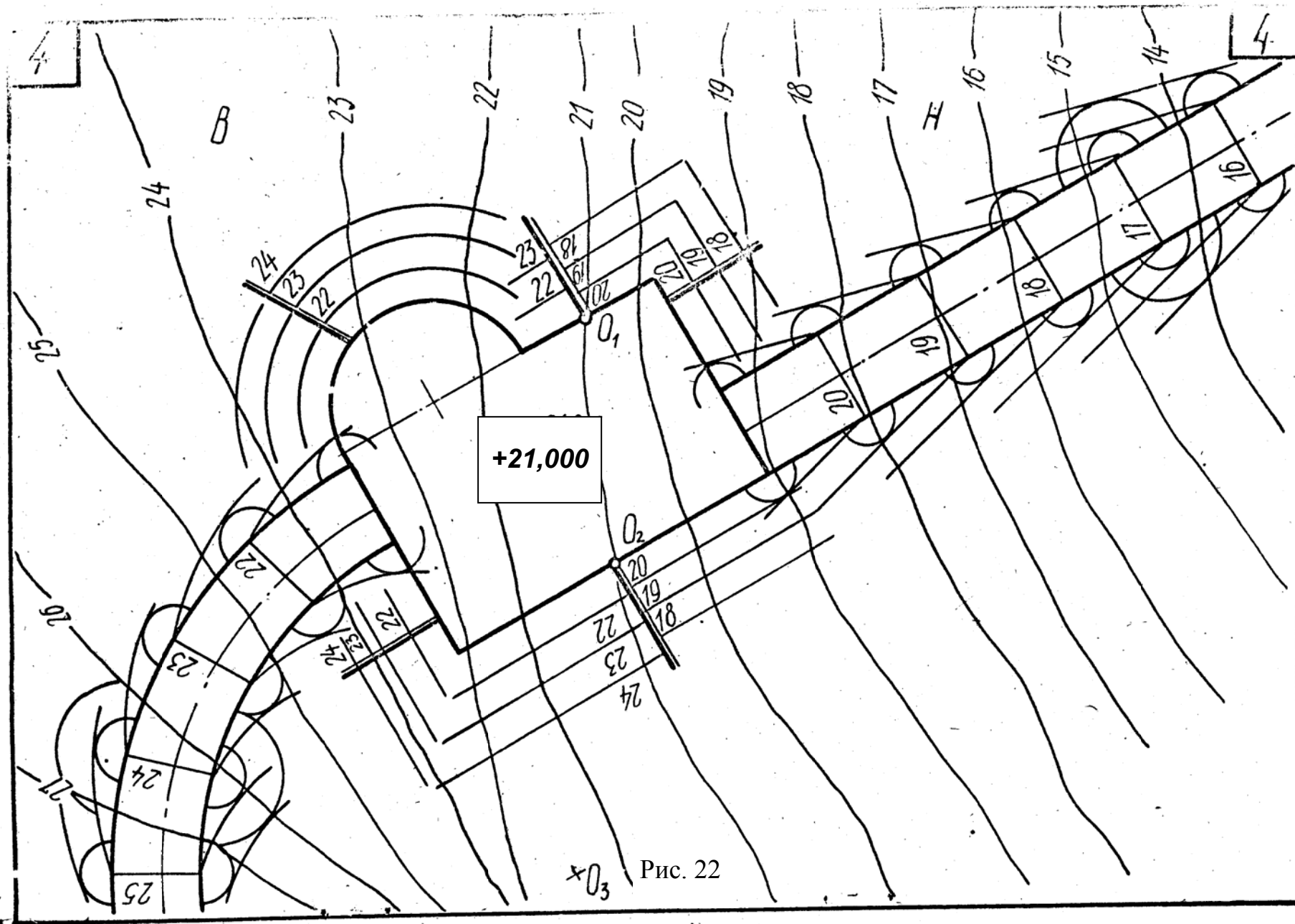


Рис. 22

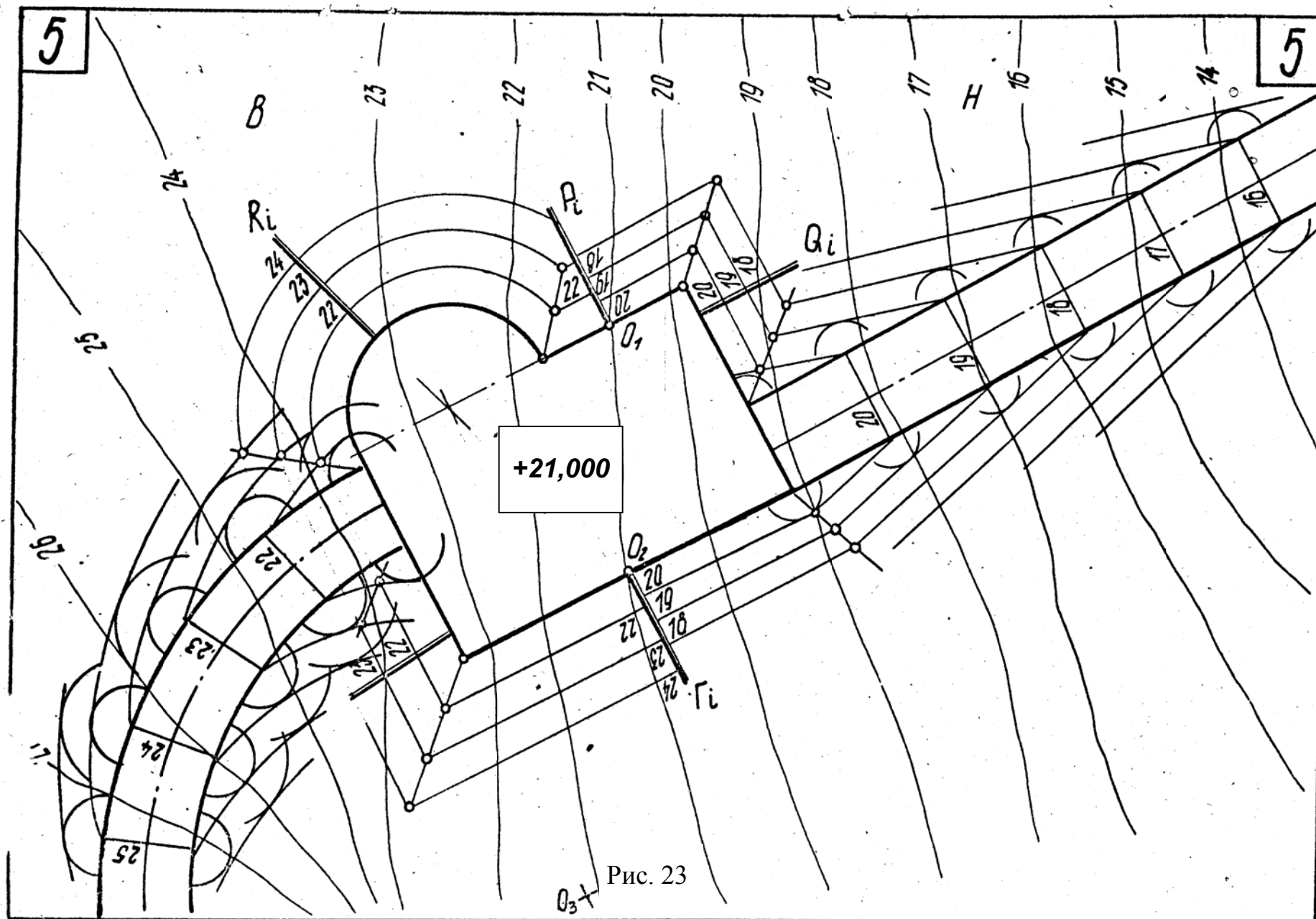


Рис. 23

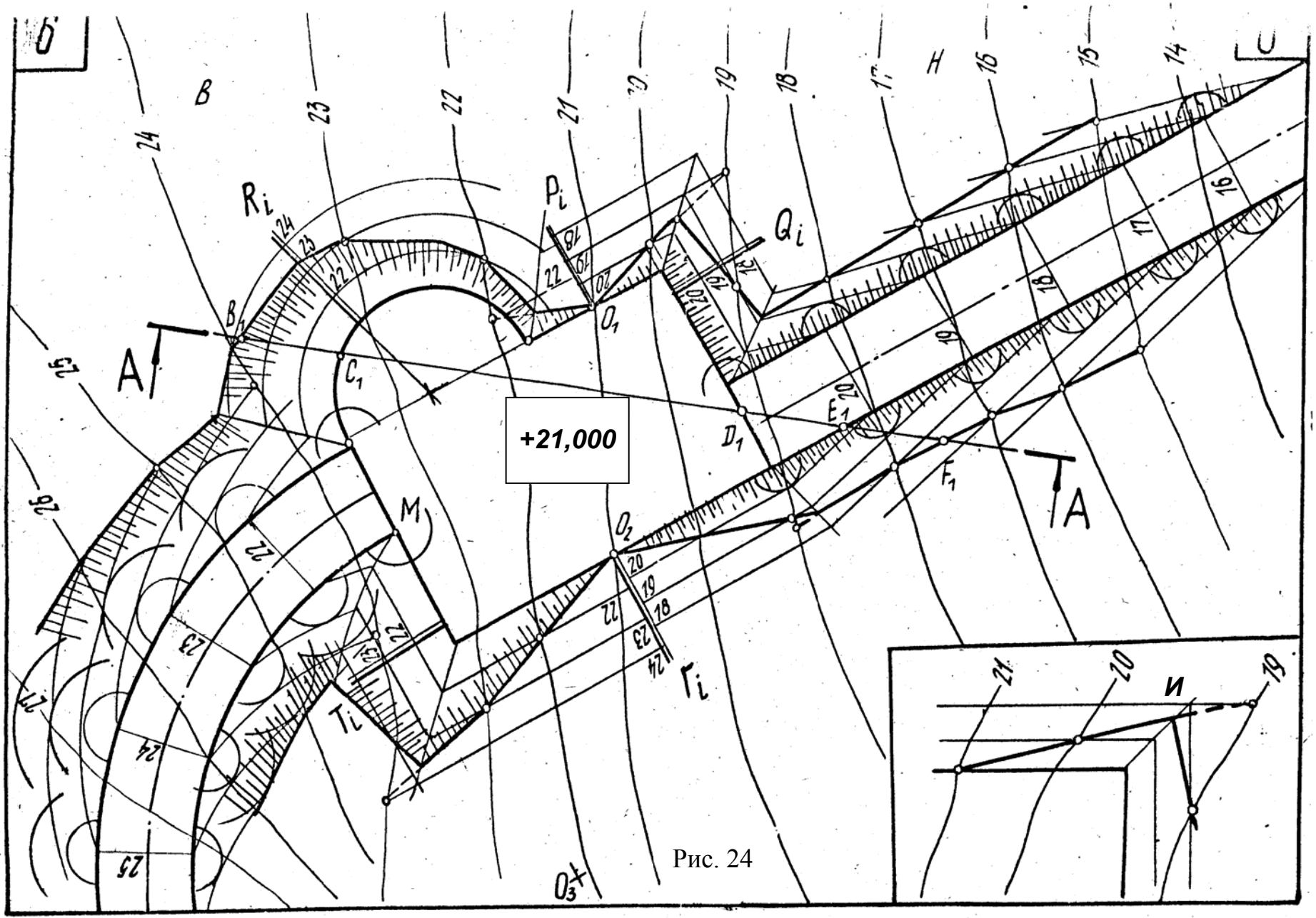


Рис. 24

Задача 2

1. Построение профиля топографической поверхности выполняется в следующем порядке:

а) на произвольной прямой a (см. рис. 25) откладываем расстояние между точками пересечения топографических горизонталей со следом секущей плоскости $A-A$, снятые с рис. 24. Через полученные точки проводим прямые, параллельные направлению v ;

б) на вертикальной прямой v наносим высотные отметки точек 16 – 24, с учетом масштаба (1:200). Из построенных точек 16 – 24 проводятся горизонтальные линии соответствующего уровня, параллельные направлению a ;

в) на пересечении прямых, параллельных направлению a , с соответствующими прямыми, параллельными направлению v , строятся точки пересечения топографических горизонталей с секущей плоскостью. Все найденные точки соединяются ломаной линией (рис. 25);

г) на прямой a наносим горизонтальные проекции точек B_1, C_1, D_1, E_1, F_1 (рис. 26), где C_1 и D_1 – точки границы площадки, E_1 – точка границы дороги, B_1 и F_1 точки границы откосов по следу секущей плоскости $A-A$. Расстояние между точками взято с рис. 24 по линии следа секущей плоскости $A-A$;

д) определяем отметки точек $BCDEF$ следующим образом:

- по плану сооружения точки C и D имеют отметку площадки, то есть +21,000;

- точка E имеет отметку полотна дороги;

- точки B и F имеют отметку топографической поверхности.

Наносим точки $BCDEF$ на профиль топографической поверхности и соединяем их ломаной линией;

е) выполняем штриховку в соответствии с условными обозначениями по ГОСТ 2.306-68.

После проверки работы в тонких линиях преподавателем, выполняем обводку чертежа. Лист оформляется с учетом стандартов и рассмотренных требований по оформлению ГРЗ. В основной надписи указывают наименование чертежа – «Проекция с числовыми отметками».

7

7

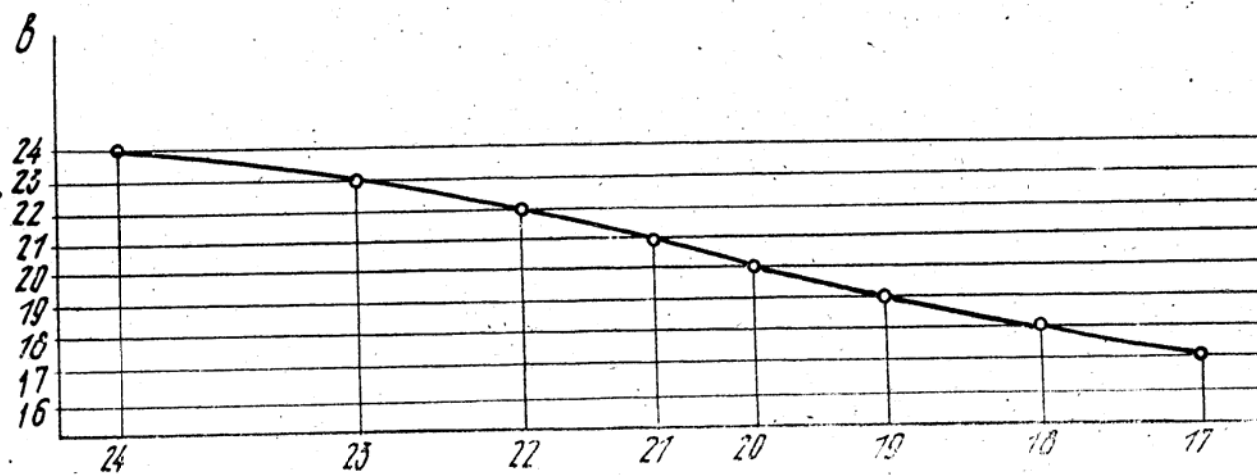


Рис. 25

8

8

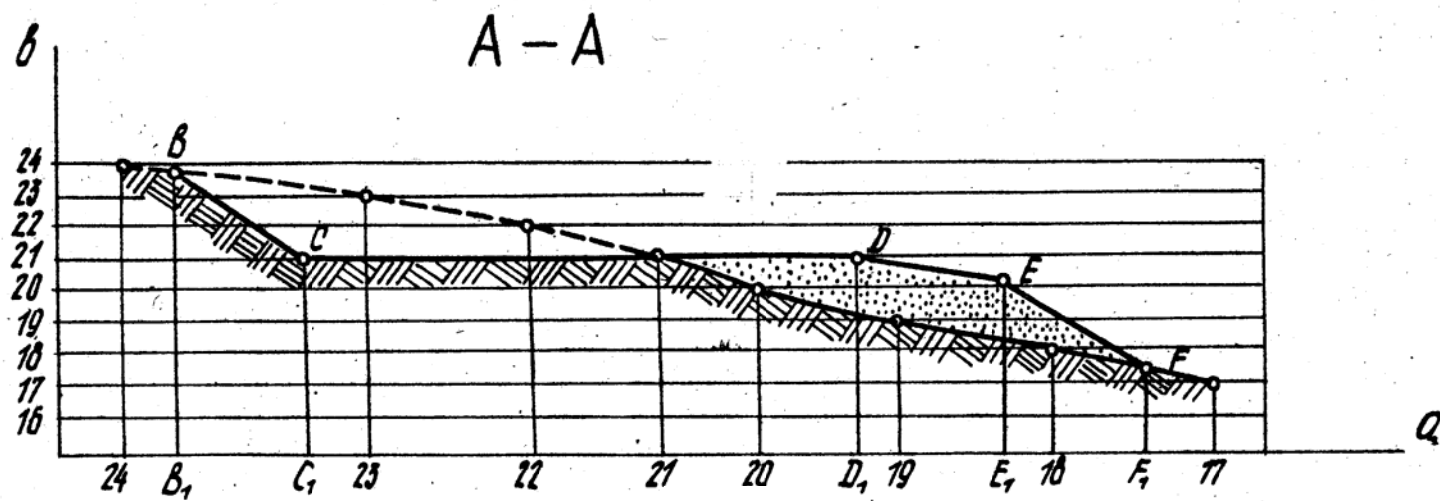


Рис. 26

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чекмарев, А.А.. Начертательная геометрия и черчение: учеб. / А.А. Чекмарев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Владос, 1999, 2003. - 472 с.
2. Будасов, Б.В. Строительное черчение: Учеб. для вузов / Б.В. Будасов, О.В. Георгиевский, В.П. Каминский. - 5-е изд. , перераб. и доп. - М.: Стройиздат, 2003. - 456 с.
3. Короев, Ю.И. Начертательная геометрия: учеб. / Ю.И. Короев. - 3-е изд. - М.: Изд-во "Ладья", 2002. - 424 с.
4. Начертательная геометрия: учебник для вузов / под ред. Н.Н. Крылова. - 6-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1990. - 240 с.
5. Кузнецов, Н.С. Начертательная геометрия: учебник / Н.С. Кузнецов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 1981. - 263 с.
6. Окатьева, Л.В. Перспектива. Проекции с числовыми отметками. Тени: практикум для студентов-заочников строит. спец. / Л.В. Окатьева, М.В. Набережная; КирПИ. - Горький: Изд-во ГГУ, 1989. - 97 с.