

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»

Л.А. Найниш
Л.Е. Гаврилюк
Е.М. Тишина

ПРОЕКЦИИ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ

Рекомендовано Редсоветом университета
в качестве учебного пособия для студентов,
обучающихся по направлению 120700
«Землеустройство и кадастры»

Пенза 2013

УДК 744:378.16 (075.8)
ББК 22.151.3я73
Н20

Рецензенты: кандидат технических наук, профессор
Л.А. Нестеренко (ПГТА);
кандидат технических наук, доцент
О.Л. Викторова (ПГУАС)

Найниш Л.А.

Н20 Проекция с числовыми отметками: учеб. пособие / Л.А. Найниш, Л.Е. Гаврилюк, Е.М. Тишина. – Пенза: ПГУАС, 2013. – 114 с.

Содержатся теоретические основы учебного курса и практические рекомендации по выполнению заданий, расчетно-графических и контрольных работ.

Подготовлено на кафедре «Начертательная геометрия и графика» и предназначено для студентов, обучающихся по направлению 120700 «Землеустройство и кадастры» очной и заочной форм обучения.

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2013

© Найниш Л.А., Гаврилюк Л.Е.,
Тишина Е.М., 2013

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ЗАКОНЫ ПОСТРОЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ.....	6
1.1. Структура проекционного аппарата и алгоритм его работы.....	6
1.2. Основные требования к геометрическим моделям	7
1.3. Характеристика проекционного аппарата проекций с числовыми отметками	9
2. МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	10
2.1. Модель точки.....	10
2.2. Модель прямой.....	12
2.3. Модель плоскости.....	18
2.4. Модель поверхности.....	27
2.4.1. Моделирование геодезической поверхности.....	27
2.4.2. Моделирование геометрических поверхностей	30
2.4.3. Профиль топографической поверхности и земляных сооружений.....	35
3. РЕШЕНИЕ ПОЗИЦИОННЫХ ЗАДАЧ.....	39
3.1. Пересечение прямой с плоскостью	39
3.2. Пересечение двух плоскостей	42
3.3. Пересечение плоскости с поверхностью	45
3.4. Пересечение прямой линии с поверхностью	47
3.5. Построение откосов площадки по заданному уклону	48
3.6. Построение откосов строительной площадки, имеющей закругления	50
3.7. Построение линии пересечения дорожного полотна и площадки.....	51
3.8. Построение насыпи дорожного полотна	52
4. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА 1	54
Учебный модуль 1. Модель точки, прямой в проекциях с числовыми отметками	55
Учебный модуль 2. Модель прямой, поверхности в проекциях с числовыми отметками	65
Учебный модуль 3. Позиционные задачи в проекциях с числовыми отметками	75
5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ	86
5.1. Построение границы земляных работ строительной площадки	87
5.2. Построение границы земляных работ прямолинейного дорожного полотна	89
5.3. Построение границы земляных работ криволинейного дорожного полотна	90
6. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ	92
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	102
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	103
ПРИЛОЖЕНИЕ	104
Ответы на вопросы тестирования.....	113

ПРЕДИСЛОВИЕ

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) третьего поколения предъявляет повышенные требования к специальному техническому образованию, вообще, и к геометро-графической подготовке, в частности.

Геометро-графическая подготовка является важной составной частью инженерного образования и позволяет овладеть синтетическими способами фиксации и передачи информации. Указанные способы являются наиболее информационно насыщенными по сравнению с аналитическими способами и широко используются в области техники и строительства. Их теоретическую основу составляют законы геометрического моделирования.

Навыки по овладению законами построения геометрических моделей формируются при изучении таких учебных дисциплин, как начертательная геометрия, инженерная и компьютерная графика [1]. Среди перечисленных учебных дисциплин фундаментальное значение имеет начертательная геометрия. Ее содержание складывается из четырех способов построения геометрических моделей, которые используются в различных областях технического знания. Одним из таких является способ, который называется «проекции с числовыми отметками». Он нашел широкое применение в области дорожного строительства, а также в области учета, оценки и регистрации земли, природных ресурсов и объектов капитального строительства. Несмотря на то, что область использования проекций с числовыми отметками достаточно велика, подготовка специалистов, которые владеют этим способом, затруднена из-за недостаточного оснащения учебно-методической литературой.

Предлагаемое учебное пособие в некоторой степени восполняет этот пробел. Оно содержит теоретические основы и конкретные рекомендации по изучению проекций с числовыми отметками. Оно может быть использовано для выполнения практических заданий, расчетно-графических и контрольных работ.

Учебное пособие соответствует требованиям ГОСТа и учебным программам, разработанным на кафедре «Начертательная геометрия и графика» Пензенского государственного университета архитектуры и строительства для студентов специальностей 120700.

Авторы выражают благодарность своим коллегам-преподавателям и студентам Пензенского государственного университета архитектуры и строительства за многочисленные пожелания и предложения, способствующие улучшению учебного пособия, а также коллективу редакционно-издательского отдела за полезные замечания и ценные советы.

ВВЕДЕНИЕ

Любой предмет, который мы наблюдаем, предоставляет нам большое количество информации. Среди этой информации – сведения о размерах, форме и относительном положении объекта. Эти сведения принято называть геометрической информацией. Получение и переработка такой информации является важной стороной деятельности человека.

Получить геометрическую информацию можно, непосредственно наблюдая объект. Но, к сожалению, это не всегда возможно. Наблюдаемый объект может быть недостижим или вообще отсутствовать. Например, возникла необходимость восстановить разрушенное здание. Как определить его размеры, форму, взаимное расположение деталей? Или как будет выглядеть объект, который еще не создан? Каковы его размеры и форма? Все эти вопросы решаются, если есть что-то, что может предоставить необходимую геометрическую информацию, заменив собой объект. Таким заменителем обычно оказываются фотографии, чертежи, рисунки и т.д., которые дают наблюдателю необходимую геометрическую информацию об исходном объекте.

Процесс замены называется моделированием, а объекты, заменяющие исходный, – моделями. Если речь идет о геометрической информации, мы имеем дело с геометрическими моделями.

Процесс получения и переработки геометрической информации является широко распространенной процедурой. Это обуславливает большую значимость геометрических моделей и начертательной геометрии как науки, основной целью которой является изучение способов конструирования геометрических моделей и работа с ними. Конкретная реализация этой цели определяется следующими задачами:

- изучение законов построения геометрических моделей;
- освоение приемов работы с геометрическими моделями.

1. ЗАКОНЫ ПОСТРОЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

1.1. Структура проекционного аппарата и алгоритм его работы

Основой геометрических моделей являются плоские изображения трехмерных объектов, которые возникают благодаря работе проекционного аппарата.

Современное представление о проекционном аппарате возникло в период Ренессанса, когда стали ясны оптические свойства глаза человека. Геометрическое описание этого сложного процесса представляет собой схему (рис. 1). Лучи, отраженные от объекта, собираются хрусталиком в точку и высвечивают на задней стенке глаза изображение объекта в перевернутом виде. По этой же схеме работают все проекционные аппараты, которые созданы человеком: фотоаппарат, различные проекторы и т.п.

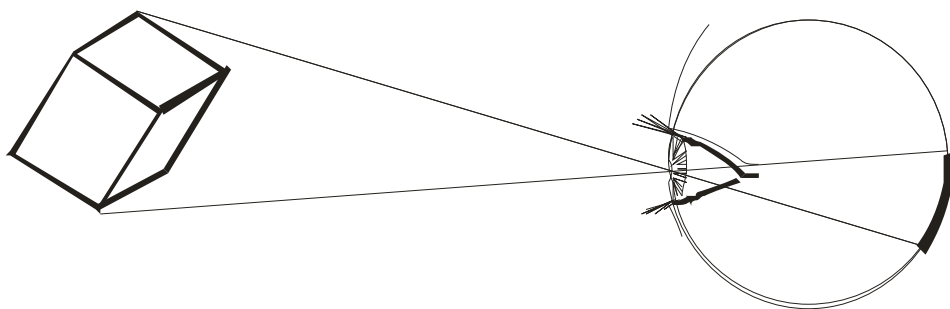


Рис. 1. Схема работы проекционного аппарата – глаза человека

Если отвлечься от конкретного устройства этих проекционных аппаратов, получим структуру геометрического проекционного аппарата. Способность устройства собирать отраженные лучи в точку, представляется точкой S , которая называется центром проецирования. Задней стенке глаза, фотопленке и т.п. соответствует плоскость или какая-либо поверхность π , называемая картиной (рис. 2).

В зависимости от расположения центра по отношению к картине выделяют следующие виды проецирования: центральное и параллельное. В центральном проецировании – центр S находится на конечном расстоянии (рис.2, а). При параллельном проецировании – центр S удален в бесконечность. Если направление, в котором удален центр S , составляет с картиной угол в 90° , то такое проецирование называется ортогональным (рис.2, б). Если же этот угол не равен 90° , то такое проецирование называют косоугольным (рис.2, в).

Результатом работы проекционного аппарата являются изображения. Работа складывается из следующих геометрических операций:

1. Некий исходный объект объединяется с центром проецирования, в результате образуется проецирующий элемент.
2. Проецирующий элемент, пересекаясь с картиной, образует изображение.

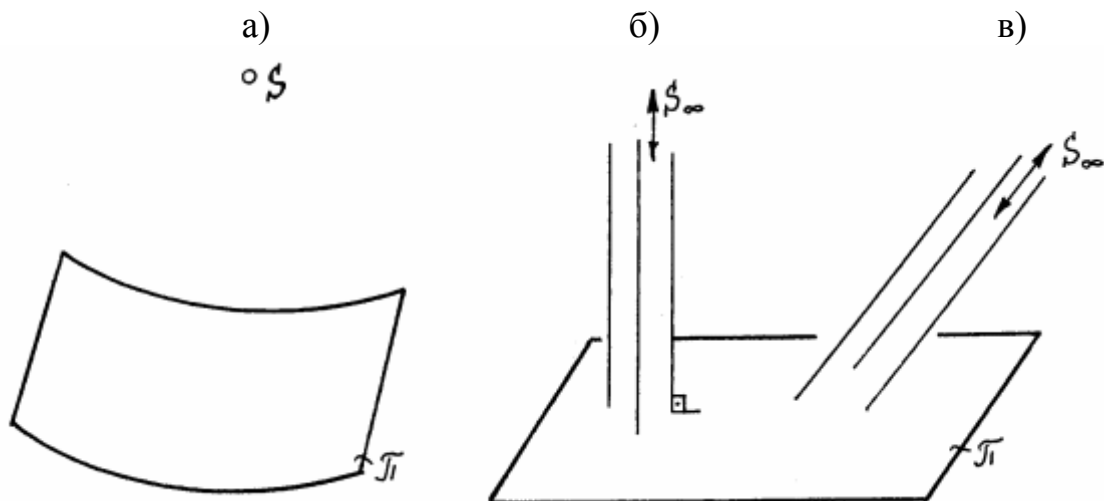


Рис. 2. Структура проекционного аппарата

Таким образом, закон построения изображений складывается из структуры проекционного аппарата и алгоритма его работы.

1.2. Основные требования к геометрическим моделям

Рассмотрим условия, при которых плоские изображения могут заменить исходный трехмерный объект. На рис.3 изображена окружность. Это плоское изображение трехмерного объекта. Возникает вопрос, какого объекта? Это может быть сфера, конус, цилиндр, эллипсоид или целый набор плоских фигур (окружность, эллипс) (рис.4).

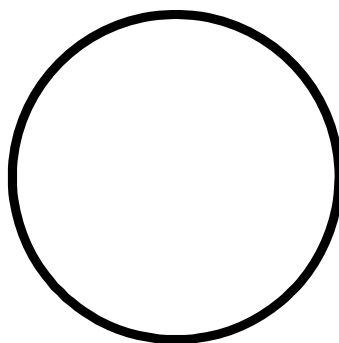


Рис. 3. Какой трехмерный объект здесь изображен?

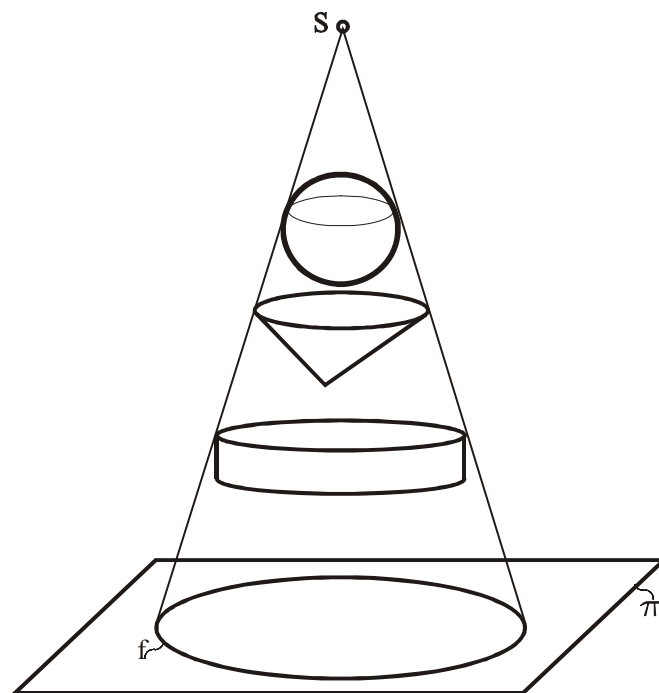


Рис. 4. Окружность может быть изображением сферы, конуса, цилиндра

Рассмотренный пример показывает, что одно плоское линейное (без теней) изображение не дает возможность определить, какой трехмерный объект здесь изображен. Это обстоятельство возникает по причине утраты геометрической информации исходного трехмерного объекта. Возникает проблема превращения плоского изображения трехмерного объекта в его геометрическую модель. Эта проблема обусловлена разницей размерностей исходного и картинного пространств. Ее решение подсказала сама природа: у всех, у кого есть глаза, их два.

В начертательной геометрии удваивается проекционный аппарат. В проекциях с числовыми отметками одно изображение заменяется числом. Зарождение идеи замены одного изображения числом относят к средним векам. Уже тогда многие народы, пользующиеся картами с показаниями морских глубин, умели изображать точку при помощи ее проекции и числовой отметки. Теоретическое обоснование метод проекций с числовыми отметками получил лишь в XIX веке благодаря французскому военному инженеру – капитану Нуазе (1823 г.).

Чертежи в проекциях с числовыми отметками построены на одной плоскости проекций – на одной картине и часто называются **однокартинными чертежами**.

Обратимость чертежей в проекциях с числовыми отметками очевидна.

1.3. Характеристика проекционного аппарата проекций с числовыми отметками

Способ проекций с числовыми отметками (рис.5) был применен для показания на морских картах глубины различных пунктов водных бассейнов. В XVI в. был предложен способ изображения объектов кривыми линиями (названных впоследствии горизонталями), которые соединяли целый ряд точек, лежащих на одном уровне, что представило начало топографической поверхности в горизонталях. При этом способе все точки ортогонально проецируются только на одну плоскость проекций (обычно горизонтальную), но так как одна проекция не определяет положение предмета в пространстве, то фронтальную проекцию заменяют числовыми отметками [9]. При проецировании земной поверхности за абсолютный нулевой уровень принимают постоянный уровень воды в Балтийском море – нуль Кронштадтского футштока. Это отметка на футштоке, укрепленном на устое моста через Обводной канал в Кронштадте, расположенная на высоте, соответствующей среднему уровню воды за период 1825-1840 гг. [9].

Способ проекций с числовыми отметками также позволяет изображать строительные земляные сооружения (дороги, мосты, каналы, плотины, строительные площадки), горизонтальные размеры которых значительно больше вертикальных.

Проекционный аппарат проекций с числовыми отметками составляют следующие элементы:

- картинная плоскость Π_0 , которая располагается горизонтально и называется плоскостью нулевого уровня;
- один центр проецирования S , удаленный в бесконечность. Проецирование из него параллельное, ортогональное – проецирующие лучи направлены под прямым углом к плоскости нулевого уровня;
- линейный масштаб или указание, в каких линейных единицах выражены данные числовые отметки, при необходимости также дают ориентацию относительно сторон света.

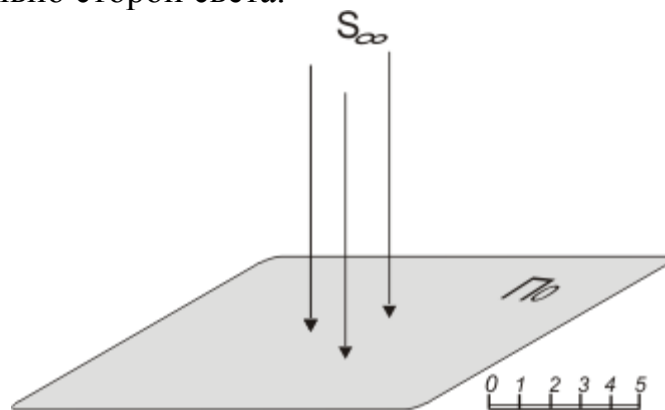


Рис. 5. Элементы проекционного аппарата в проекциях с числовыми отметками

2. МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

2.1. Модель точки

Моделью точки в проекциях с числовыми отметками является одна проекция точки с приписанной числовой отметкой, которая указывает на расстояние от плоскости нулевого уровня до исходной точки, числовые отметки ставятся справа или снизу около проецируемых точек.

Для того чтобы построить модель любой точки в проекциях с числовыми отметками, необходимо выполнить следующие операции алгоритма:

1. Через производную точку трехмерного пространства и центр проецирования S проводим проецирующую прямую.

2. Пересекаем проецирующую прямую с картиной Π_0 , получаем проекцию точки.

3. Приписываем полученной проекции точки числовую отметку, которая соответствует расстоянию от исходной точки до плоскости нулевого уровня в выбранных единицах измерения.

Работа с моделью точки складывается из решения следующих задач:

1. Построение модели любой точки трехмерного пространства в проекциях с числовыми отметками;

2. Определение положения точки относительно проекционного аппарата.

В зависимости от положения точки по отношению к проекционному аппарату выделяют следующие группы: точки общего положения и точки частного положения.

1. Точки общего положения – это точки располагающиеся над плоскостью нулевого уровня, числовая отметка этих точек положительная (+).

2. Точки частного положения – это точки, принадлежащие плоскости нулевого уровня, и точки, лежащие ниже плоскости нулевого уровня с отрицательной числовой отметкой (-).

Рассмотрим характерные признаки точек частного положения в проекциях с числовыми отметками:

1. Если точка лежит в картине Π_0 , то ее числовая отметка равна 0.

2. Если точка располагается под картиной, то ее числовая отметка отрицательная, то есть приписывается знак «минус» (-).

На рис. 6 наглядно показано построение моделей точек и изображение этих точек в проекциях с числовыми отметками. Числовые отметки, проставленные у проекций точек А, В, и С показывают, что;

- точка А находится над плоскостью Π_0 на высоте 4,7 м;

- точка В расположена под плоскостью Π_0 на расстоянии 3 м от нее;
- точка С лежит в плоскости нулевого уровня;

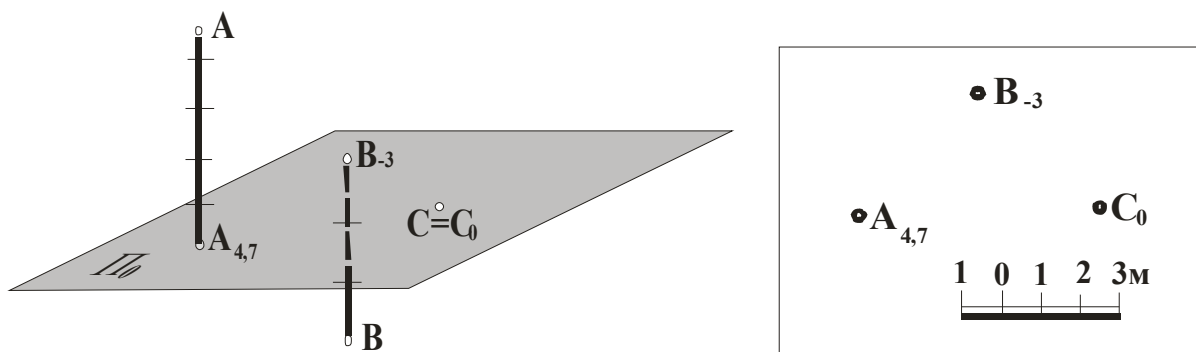


Рис. 6. Изображение точек в трехмерном пространстве и на плоскости

На чертежах необходимо вычерчивать линейный масштаб, которым следует пользоваться при решении различных задач [3].

Положение плоскости нулевого уровня может быть изменено параллельно самой себе вниз или вверх, при этом будут изменяться числовые отметки заданных точек на ту величину, на которую будет перемещена плоскость [9]. На рис. 7 плоскость нулевого уровня перемещена на 8 масштабных единиц, также на 8 единиц изменились и числовые отметки точек.

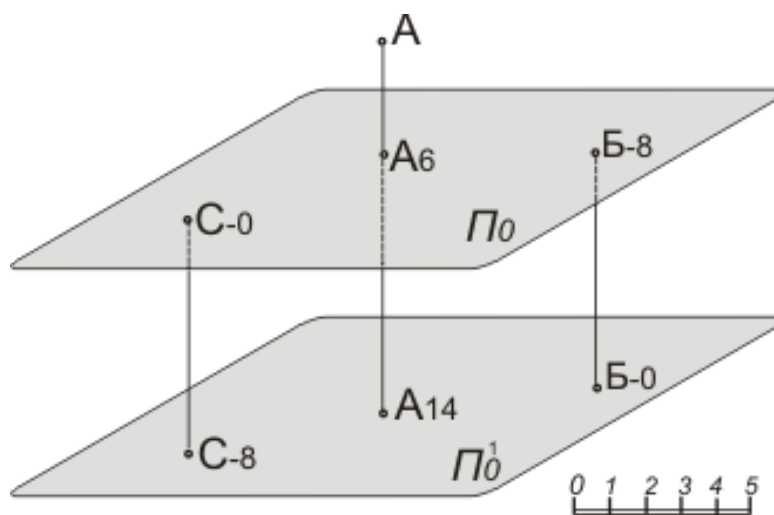


Рис.7. Перемещение плоскости нулевого уровня

Вопросы для самоконтроля

1. В чем сущность способа проекций с числовыми отметками?
2. Назовите элементы проекционного аппарата.
3. Какой вид проецирования осуществляется в проекциях с числовыми отметками?
4. Что является моделью точки в проекциях с числовыми отметками?
5. Назовите характерный признак точки принадлежащей плоскости нулевого уровня.
6. Назовите характерный признак точки лежащей ниже плоскости нулевого уровня.
7. Каким образом изменяется числовая отметка точки при перемещении плоскости нулевого уровня?

2.2. Модель прямой

Проекция прямой в общем случае является прямой, так как проецирующим образом здесь оказывается плоскость, которая пересекает картину по прямой линии (рис. 8, а). Исключение составляет только прямая, проходящая через центр проецирования. Она изображается точкой L на рис. 8, б).

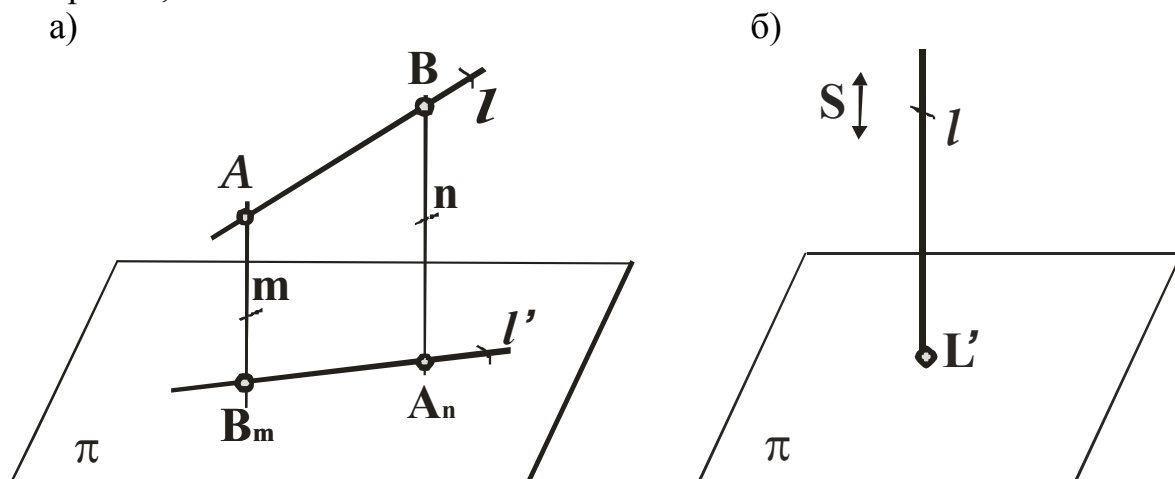


Рис.8. Моделирование прямой в проекциях с числовыми отметками

Моделью прямой в проекциях с числовыми отметками считается проекция двух ее точек трехмерного пространства на картину π_0 из центра S с приписанными числовыми отметками. Угол α между прямой и ее проекцией является углом наклона прямой к плоскости нулевого уровня (рис.9).

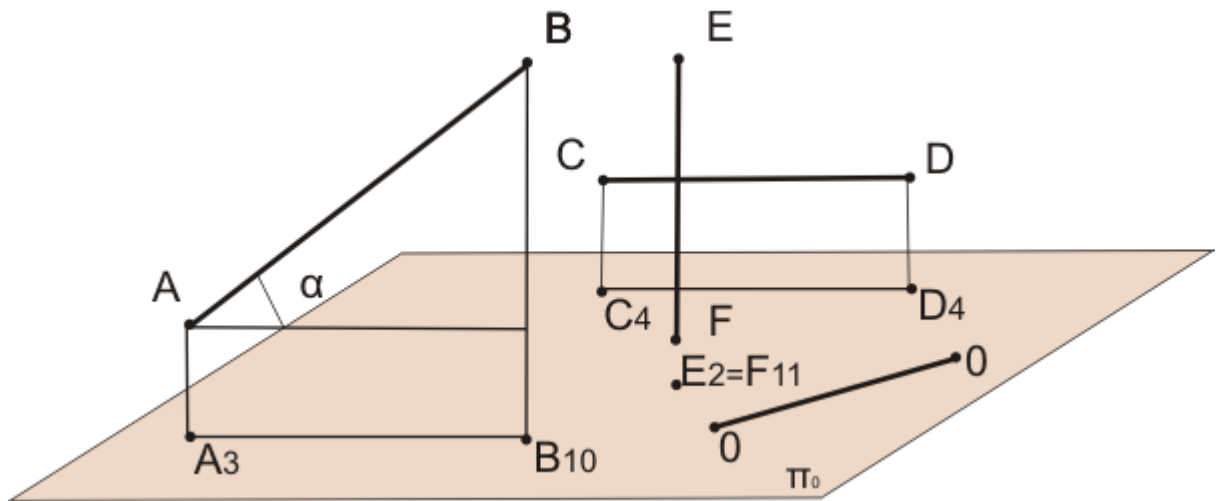


Рис.9. Моделирование прямых в проекциях с числовыми отметками

Введем основные понятия и определения, отсутствующие в других методах изображения и проецирования [3].

Так как одно изображение не дает полную геометрическую информацию об объекте, то недостающую информацию (размер и положение объекта в пространстве) заменяют буквенными и численными значениями. Это – **заложение, превышение, интервал, уклон.**

Заложение прямой (L) – длина проекции отрезка прямой и обозначается L (рис.10).

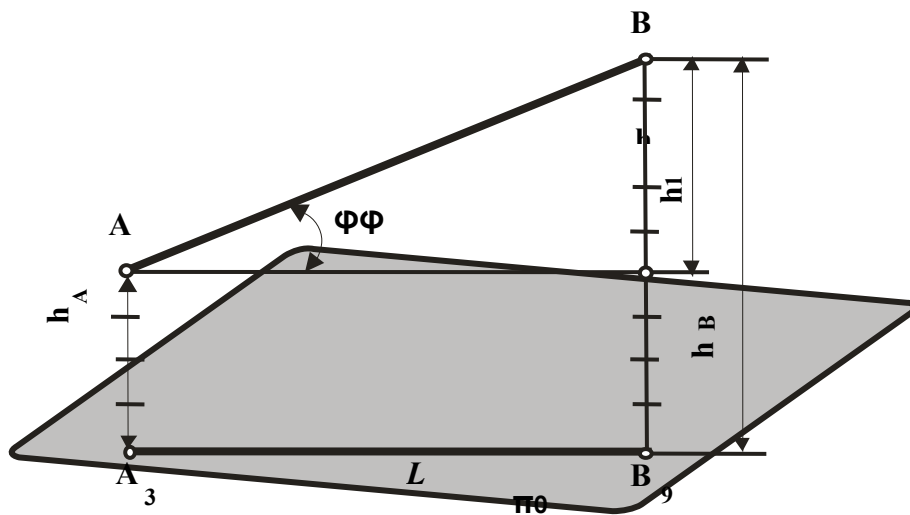


Рис.10. Основные понятия модели прямой в проекциях с числовыми отметками

Превышение концов отрезка ($h_B - h_A$) – это разность отметок его концевых точек (иногда называется подъемом отрезка).

Уклон отрезка (i) – это отношение превышения к заложению прямой

$$i = \frac{h_B - h_A}{L} = \operatorname{tg}\varphi.$$

Он равен тангенсу угла наклона отрезка к картине $\pi_0(i=\operatorname{tg}\varphi)$. Уклон может задаваться отношением 1:2, в градусах (15°), в процентах (10 %, 20 % или дробью (1/10)).

Интервал прямой (l) – это заложение прямой, соответствующее единице превышения

$$l = \frac{L}{h_B - h_A} = \operatorname{ctg}\varphi.$$

Так как $\operatorname{ctg}\varphi = \frac{1}{\operatorname{tg}\varphi}$, то $l = \frac{1}{i}$, т.е. уклон и интервал – величины, обратные друг другу. В частном случае, когда прямая линия горизонтальна угол $\varphi = 0$ и $i = 0$, интервал $l = \frac{1}{0} = \infty$, и если прямая вертикальна, а угол $\varphi = \hat{\varphi} = 90^\circ$, тогда $i = \infty$, а интервал $l = 0$ [9].

Задачи на определение величины уклона, интервала прямой могут решаться как аналитически, с помощью формул, так и графическим способом – градуированием.

Градуирование прямой – это нанесение на проекцию прямой целочисленных отметок, равных интервалу.

Модель прямой можно задать как проекцией двух ее точек с буквенным обозначением и с приписанными числовыми отметками или обозначением только числовых отметок (рис.11, а), также прямой с указанием направлением проекции, отметкой одной из ее точек и уклоном или интервалом. Стрелка указывает направление понижения числовой отметки (рис.11, б).

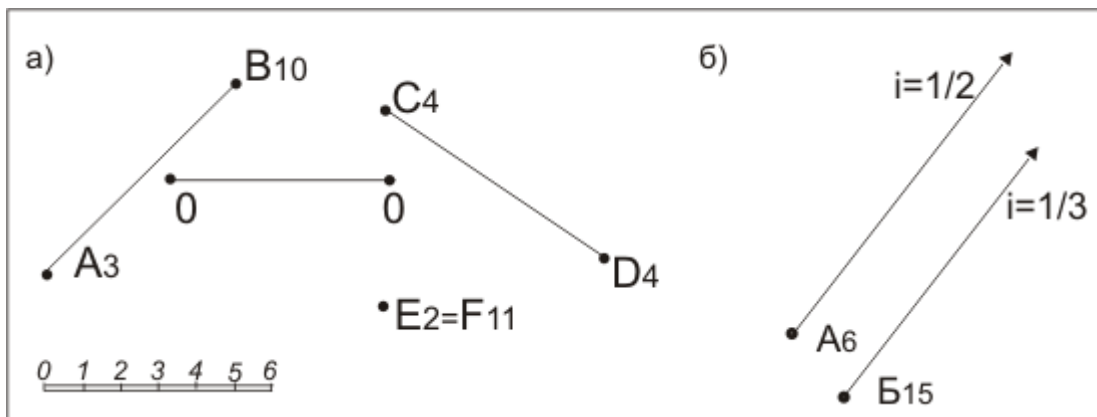


Рис.11. Модель прямой в проекциях с числовыми отметками

Работа с моделью прямой заключается в решении следующих задач:

1. Моделирование любой прямой трехмерного пространства.
2. Определение положения прямой, относительно проекционного аппарата, по ее модели.
3. Определение величины уклона и интервала прямой.
4. Градуирование прямой.
5. Нанесение на модель прямой точки с заданной числовой отметкой.
6. Определение числовой отметки точки, принадлежащей прямой.

Чтобы решать эти задачи, необходимо знать особенности моделей прямых, различным образом расположенных относительно проекционного аппарата. Разделим все прямые трехмерного пространства на две группы.

1. Прямые частного положения:

а) **проецирующие прямые.** Это прямые, содержащие центр проецирования (см. рис.8,б);

б) **прямые уровня.** Это прямые, параллельные нулевой плоскости уровня π_0 , такие прямые называются *горизонталями* (рис.11, а).

2. Прямые общего положения: К этой группе относятся все остальные прямые (см. рис.8,а).

Рассмотрим **характерные признаки прямых** частного положения в проекциях с числовыми отметками:

1) Если прямая промоделирована вырожденной проекцией – точкой, то она является проецирующей (см. рис.8, б).

2) Если числовые отметки прямой равны, то прямая параллельна нулевой плоскости уровня. (см. рис. 11, а)

3) Если числовые отметки прямой равны нулю, то данная прямая принадлежит нулевой плоскости уровня. (см. рис. 11, а).

В пространстве прямые по отношению друг другу располагаются следующим образом: могут быть *параллельными, пересекающимися и скрещивающимися.*

Пусть даны пересекающиеся проекции двух прямых АВ и CD (рис. 12, а). Для оценки их взаимного расположения нужно проекции каждой прямой проградировать и сравнить отметки в точке пересечения проекций. Если отметки окажутся одинаковыми, то прямые имеют общую точку и, следовательно, пересекаются. В противном случае прямые скрещиваются.

На рис. 12, б даны проекции двух параллельных прямых АВ и CD. Их проекции A_7B_{11} и C_2D_5 параллельны, интервалы l_{AB} и l_{CD} равны, и отметки на проекциях возрастают в одном направлении.

Таким образом, в проекциях с числовыми отметками проекции параллельных прямых должны быть не только параллельными, но и иметь

равные интервалы, и числовые отметки должны возрастать в одном направлении

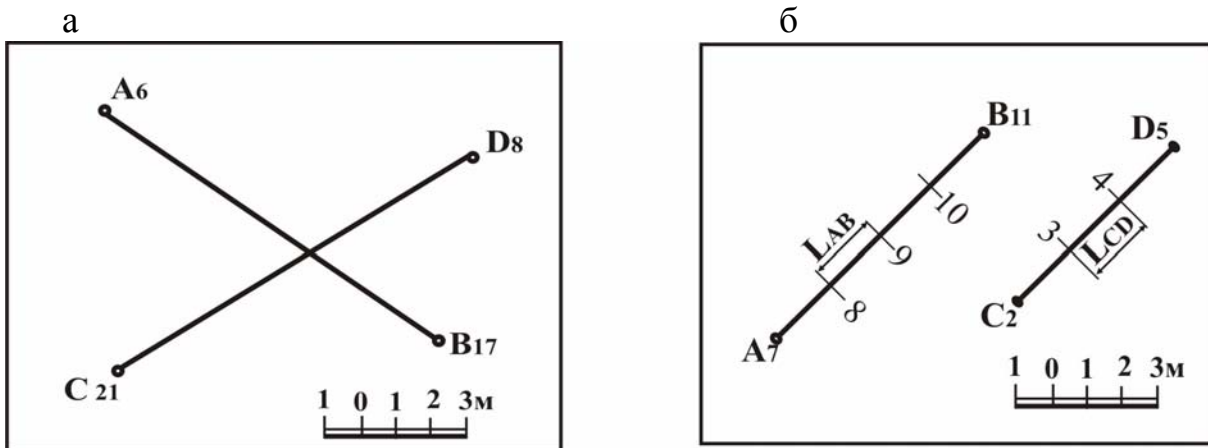


Рис.12. Пересекающиеся проекции прямых (а), параллельные проекции прямых (б)

Рассмотрим решение основных задач.

Задача 1.

Задана прямая, промоделированная отрезком $A_{22}B_{26}$.

Проградуировать прямую. При решении данной задачи используют деление отрезка в данном отношении.

Алгоритм решения задачи:

1. Под произвольным углом к заданному отрезку, через любой из его концов, проводим вспомогательную прямую, откладываем на ней разность числовых отметок (превышение), $26-22=4$ линейные единицы (рис.13).
2. Свободные концы отрезков соединяем прямой линией, параллельно этой прямой проводим делящий пучок параллельных прямых, которые выявят на заданном отрезке искомые точки.
3. Обозначим числовые отметки, проставив справа или снизу от точки.

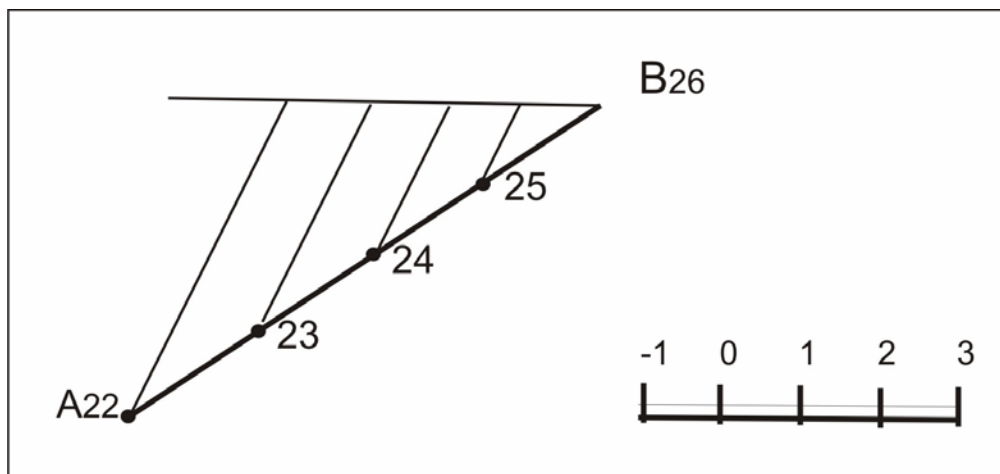


Рис. 13. Градуирование прямой

Если отметки заданы нецелочисленным числом, то на вспомогательной прямой линии сначала откладывают дробную часть, а затем целые числа.

Если прямая задана отметкой и уклоном, то сначала находят чему равен интервал, затем прямую градуируют интервалом.

Задача 2. Дана прямая A_6B_{10} и точка C на этой прямой, найти числовую отметку точки, принадлежащей прямой (рис.14).

Алгоритм решения:

1. Для решения задачи необходимо выполнить градуирование прямой в соответствии с заданным масштабом.

2. Определить числовую отметку точки.

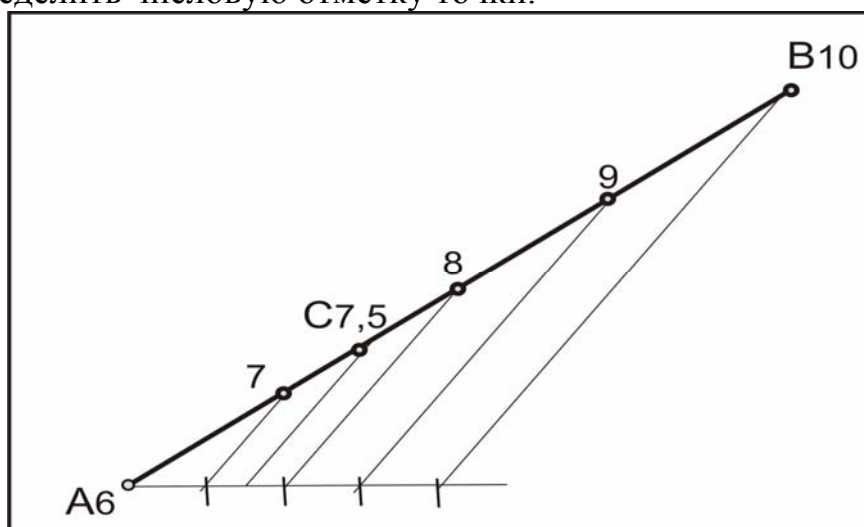


Рис. 14. Задача 2

Задача 3.

Определить уклон отрезка прямой при заложении, равном 100 м (рис. 15).

Указание. Задача решается аналитически [3].

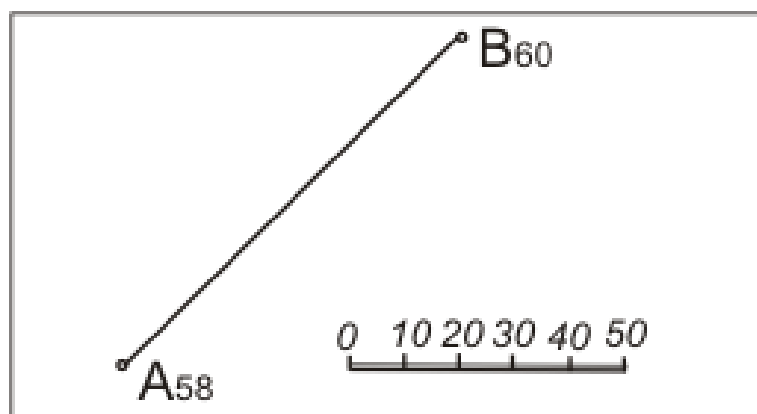


Рис.15. Задача 3

Вопросы для самопроверки

1. Что является моделью прямой в проекциях с числовыми отметками?
2. Как проградировать прямую?
3. Каковы особенности модели горизонтали в проекциях с числовыми отметками?
4. Каковы особенности модели проецирующей прямой в проекциях с числовыми отметками?
5. Что считается уклоном прямой?
6. Определение заложения прямой.
7. Определение превышения концов отрезка ($h_B - h_A$).
8. Определение уклона отрезка (i).
9. Определение интервала прямой (I).
10. Определите, какие прямые параллельны на рис. 16.

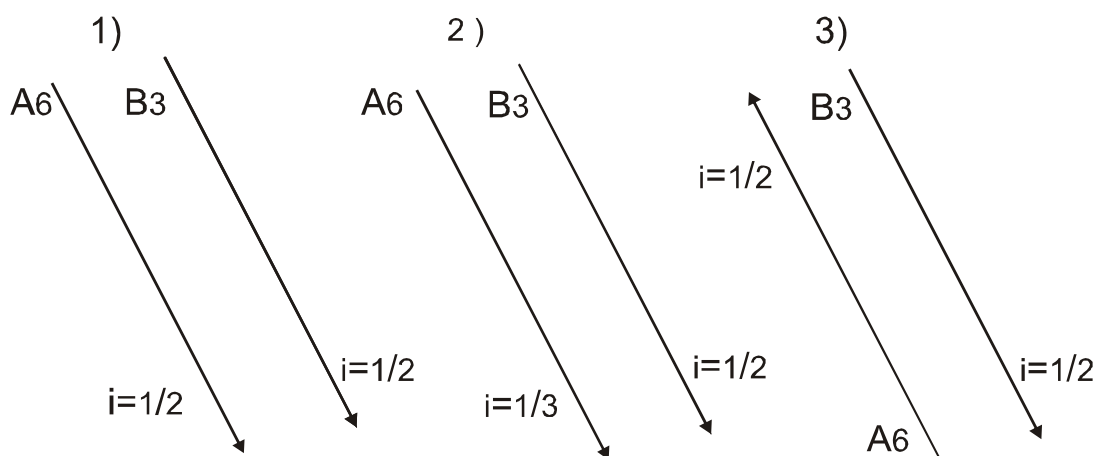


Рис.16

2.3. Модель плоскости

Если проецировать точки и прямые заданной плоскости на картины Π_0 из центра S , в результате их проекции заполнят все плоское поле картины. Получим совмещенное плоское поле точек и прямых, которое можно считать моделью плоскости. Для выделения плоскости из множества геометрических объектов применяют репер. *Репер – это минимальный набор геометрических объектов, позволяющий выделить одну плоскость.*

Репер плоскости в проекциях с числовыми отметками аналогичен реперу плоскости на эюре Монжа. Таким образом, **моделью плоскости** в проекциях с числовыми отметками является модель ее репера.

Репер плоскости в проекциях с числовыми отметками представлен:

1. Моделью трех точек, не лежащих на одной прямой (рис.17, а).
2. Моделью прямой и точки, не лежащей на этой прямой (рис.17, б).

3. Моделью двух параллельных прямых, при этом может быть заданы отметки начальных точек и уклон (рис.17, с).

4. Моделью двух пересекающихся прямых (рис.17, д).

5. Моделью плоской фигуры (рис.17, е).

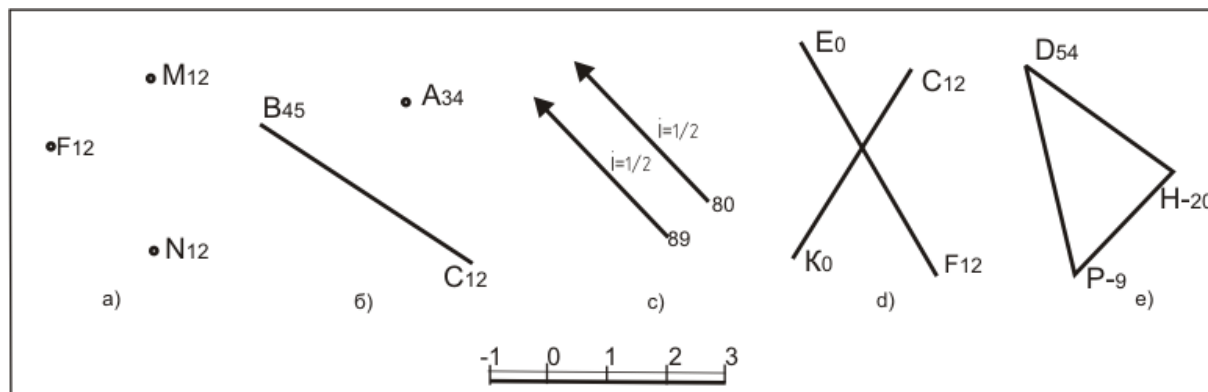


Рис.17. Репер модели плоскости

Помимо известных способов задания плоскости в проекциях с числовыми отметками модель плоскости задают также **масштабом уклона плоскости**.

Работа с моделью плоскости складывается из решения следующих задач:

1. Моделирование плоскости трехмерного пространства в проекциях с числовыми отметками.

2. Определение положения плоскости относительно проекционного аппарата по ее модели.

3. Построение масштаба уклона плоскости.

4. Построение горизонтали, лежащей в плоскости.

5. Определить принадлежность точки плоскости.

6. Определить принадлежность прямой плоскости.

Чтобы конкретизировать решение задач, разделим все плоскости трехмерного пространства на две группы. Основанием к такому делению является расположение плоскости в исходном пространстве относительно проекционного аппарата.

Первая группа – плоскости **частного** положения:

1. Плоскости, принадлежащие нулевой плоскости уровня.

2. Плоскости, которые содержат центр проецирования. Они называются проецирующими.

3. Плоскости уровня. Плоскость, параллельная Π_0 , называется горизонтальной плоскостью уровня.

4. Плоскости расположенные ниже плоскости нулевого уровня.

Вторая группа – плоскости **общего** положения. К ним относятся все остальные плоскости.

Рассмотрим **характерные признаки модели плоскости частного положения**:

1. Характерным признаком плоскости, принадлежащей плоскости нулевого уровня, является то, что ее все числовые отметки равны нулю (рис.18, с).

2. Характерной особенностью модели проецирующей плоскости является то, что ее проекция изображается линией (вырождается в линию) (рис.18, б).

3. Характерной чертой моделей плоскостей уровня является то, что все геометрические объекты имеют одинаковую числовую отметку (рис 18, а).

4. Характерным признаком модели плоскости, находящейся ниже плоскости нулевого уровня, является то, что все числовые отметки отрицательные (рис.18,d).

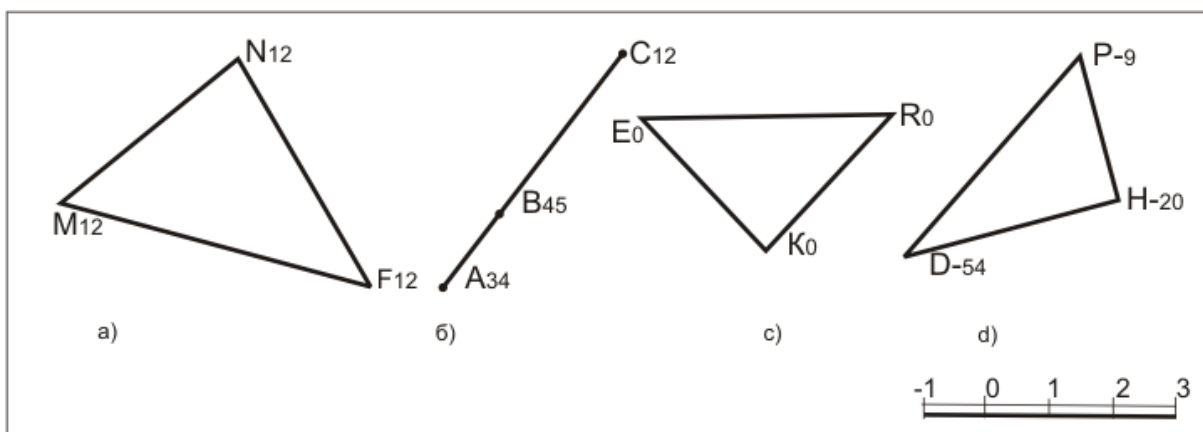


Рис.18. Положение плоскости относительно проекционного аппарата

Задание плоскости в проекциях с числовыми отметками перечисленными выше способами неудобно для решения большинства задач, целесообразней, когда плоскость задана масштабом уклона плоскости. Рассмотрим пример построения масштаба уклона плоскости в трехмерном пространстве.

Зададим плоскость общего положения в трехмерном пространстве (рис.19). Введем дополнительную картинную плоскость Π_2 , построим линии пересечения заданной плоскости $\acute{\alpha}$ с картинными плоскостями Π_1 и Π_2 . Пересечем плоскость $\acute{\alpha}$ горизонтальными плоскостями уровня с равными интервалами. В пересечении плоскостей уровня с плоскостью $\acute{\alpha}$ получим горизонтали, параллельные между собой [4].

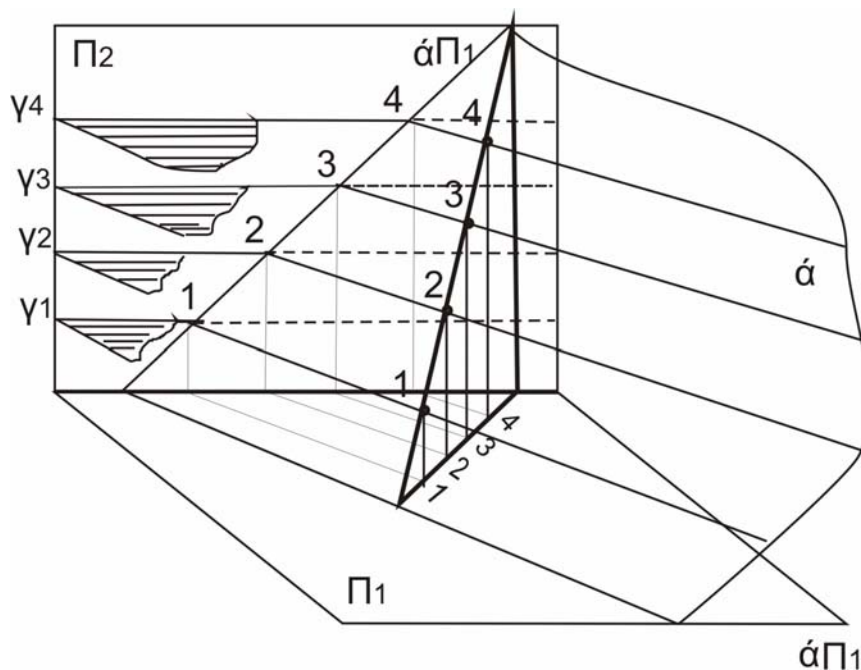


Рис. 19. Построение масштаба уклона плоскости

Перпендикулярно горизонталям в плоскости α проведем линию наибольшего ската. *Линия наибольшего ската – это прямая, принадлежащая плоскости и перпендикулярная к горизонтали этой плоскости.* Спроецируем ее на горизонтальную плоскость проекций. Плоскости уровня разделят линию наибольшего ската на равные отрезки, «интервалы» плоскости 0-1, 1-2, 2-3, 3-4, которые будут проецироваться на горизонтальную проекцию линии ската.

Горизонтальная проекция линии наибольшего ската с нанесенными на ней интервалами называется масштабом уклона плоскости.

Масштаб уклона изображается на чертежах двумя проградированными параллельными линиями, расположенными рядом на расстоянии 1-2 мм. Одна линия вычерчивается сплошной основной толстой, другая основной тонкой, числовые отметки наносят со стороны тонкой линии. (рис.20).

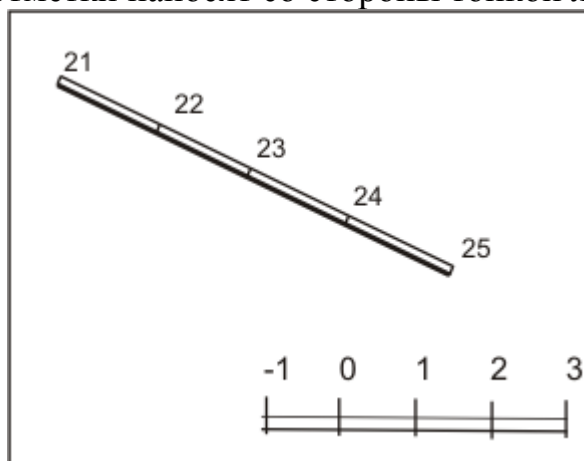


Рис.20. Графическое изображение масштаба уклона

Масштаб уклона плоскости вполне определяет положение плоскости в пространстве.

Рассмотрим решение основных задач.

Задача 1. Плоскость задана треугольником ABC, вершины которого имеют соответственно отметки 6,4 и 9 (рис. 21). Построить горизонтали данной плоскости α [6].

Алгоритм решения:

1. Чтобы построить горизонтали плоскости, необходимо выделить в ней две точки, которые имели бы одинаковые числовые отметки.

2. Соединим эти точки прямой линией. Она и будет искомой горизонталью.

Решение. Согласно предложенному алгоритму решение задачи заключается в следующем: градуируем сторону треугольника, расположенную между вершинами, имеющими наибольшую разность отметок. В данном случае такой стороной является отрезок BC. Поскольку отметки концов отрезка выражены целыми числами, разность между которыми равна 5, разделим его проекцию на пять частей и отметим точки с отметками 5, 6, ... т.д. Соединим прямой линией точку A_6 с точкой 6, расположенной на стороне BC. Эта линия горизонтальна, так как две точки имеют одну и ту же отметку. Проводя через точки 4, 5, ... прямые параллельно прямой 6, получим горизонтали плоскости ABC (рис.21).

Задача 2. Построить масштаб уклона (α_i) плоскости, заданной треугольником ABC (рис. 22) [6].

Алгоритм решения

1. Проградуируем стороны треугольника, соединим одинаковые числовые отметки прямыми линиями. Эти прямые являются горизонталями данной плоскости.

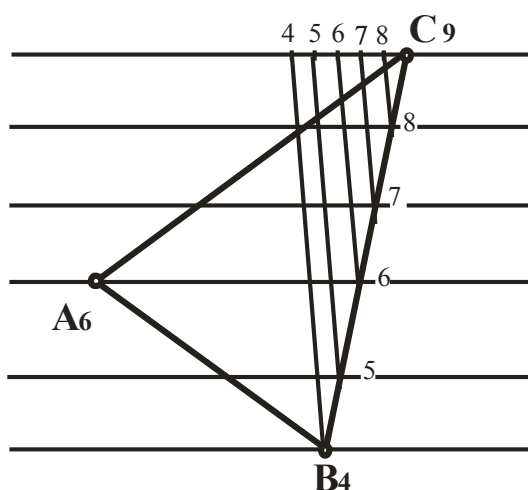


Рис. 21. Построение горизонталей плоскости (α)

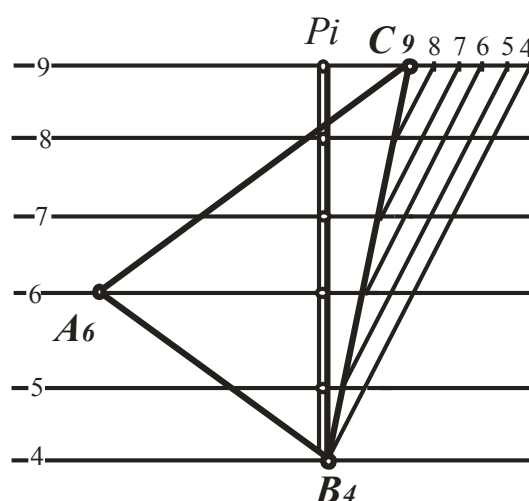


Рис. 22 Построение масштаба уклона плоскости (α)

2. Проведем через произвольную точку (например, В) треугольника АВС прямую, лежащую в плоскости и перпендикулярную горизонталям. Такая линия называется линией ската плоскости. В данном случае линия ската градуирована, так как точки пересечения этой прямой с горизонталями плоскости имеют те же отметки, что и горизонтالي, и различаются между собой на величину интервала. В данном случае градуированная проекция линии ската является *масштабом уклона плоскости*. Теперь необходимо изобразить его графически. Проведем еще одну параллельную линию, которая будет отличаться толщиной, расстояние между линиями равно 1-2 мм.

Задача 3. Определить принадлежность точки A_8 плоскости, заданной двумя пересекающимися прямыми $E_{11}F_3$ и B_5C_9 (рис.22).

Алгоритм решения:

1. Градуируем данные прямые.
2. Проводим из точки A_8 прямую, принадлежащую данной плоскости (горизонталь), исходя из положения: точка принадлежит плоскости, если принадлежит прямой, принадлежащей плоскости.
3. Если числовые отметки прямой и точки совпали, то точка А принадлежит плоскости.

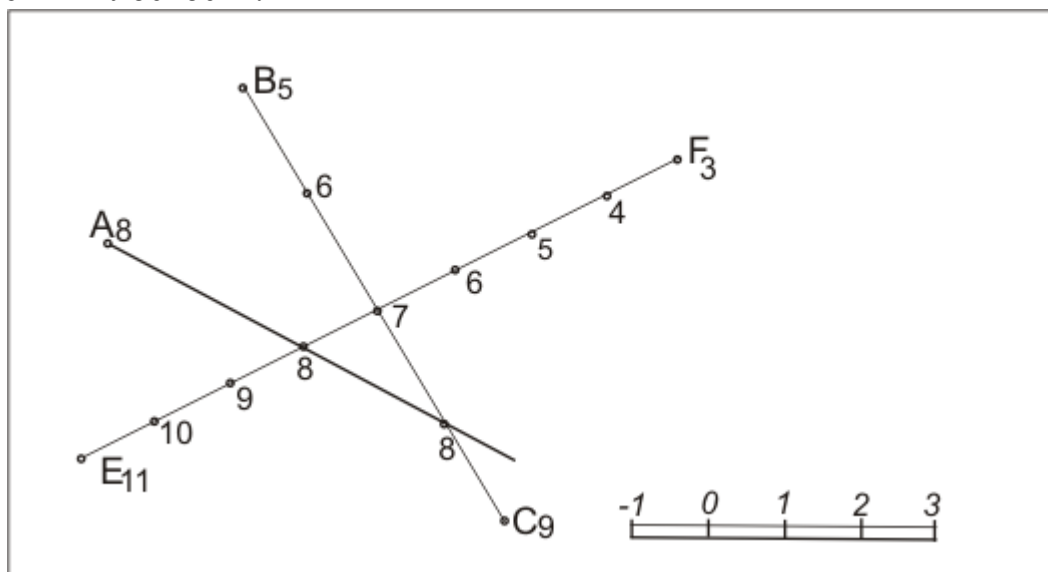


Рис. 23. Определение принадлежности точки плоскости

Задача 4. Определить отметку точки А, проекция которой дана и о которой известно, что она принадлежит плоскости, заданной масштабом уклона (рис.24).

Алгоритм решения:

1. Проведем через точку А вспомогательную прямую, принадлежащую плоскости.
2. Отметим точки В и С ее пересечения с горизонталями плоскости.

3. Построим проекцию вспомогательной прямой на плоскости Π_2 , введя ее в проекционный аппарат проекций с числовыми отметками, приняв за ось X_{12} прямую BC.

4. На плоскости Π_2 числовая отметка точки A равна 7.7 единицы, следовательно, точка A принадлежит плоскости.

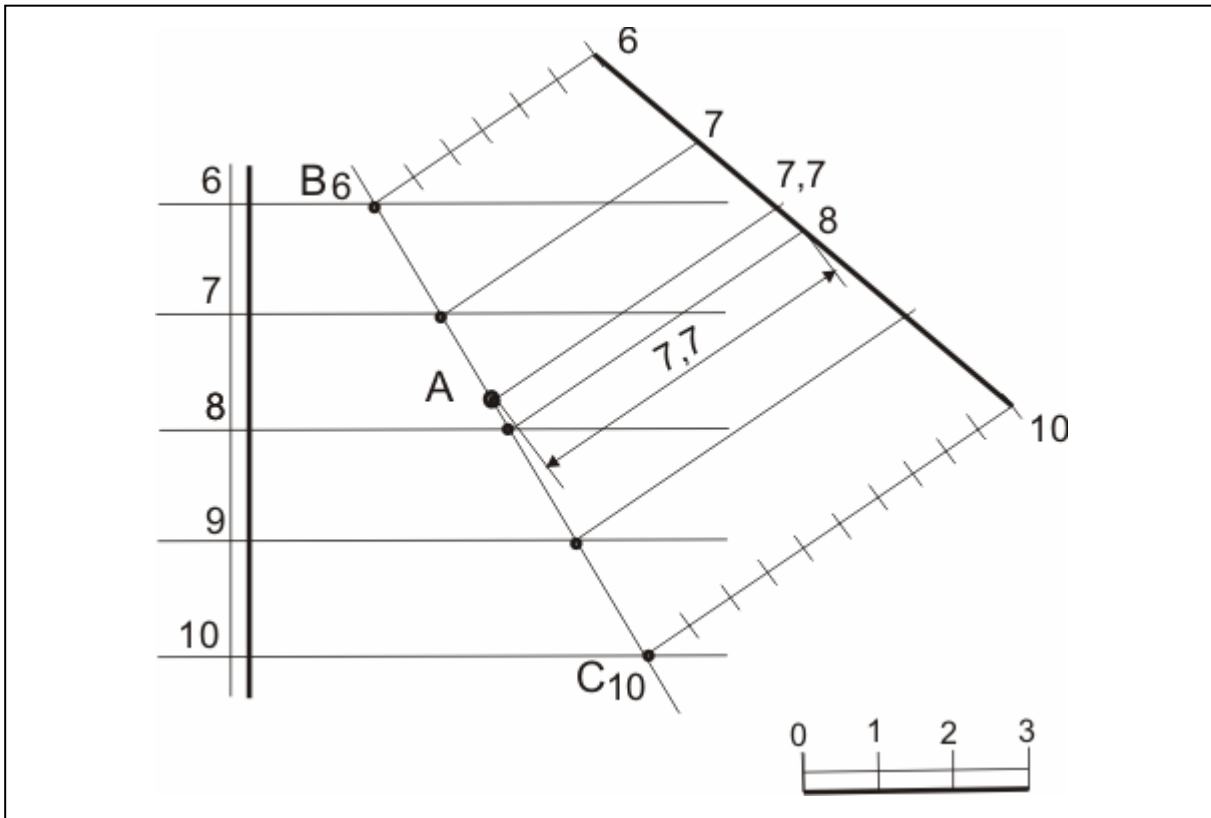


Рис. 24. Определение числовой отметки точки, принадлежащей плоскости

Задача 5. Плоскость промоделирована тремя точками, имеющими числовые отметки 10, 20 и 14. Построить масштаб уклона плоскости (рис.25). Для решения данной задачи нужно преобразовать репер плоскости, плоскость можно перезадать как двумя пересекающимися прямыми, прямой и точкой, не лежащей на этой прямой, так и плоской фигурой.

Алгоритм решения:

1. Построить горизонтали плоскости.
2. Перпендикулярно к горизонталям провести линию ската плоскости.
3. Проградуировать линию ската плоскости.
4. Изобразить графически.

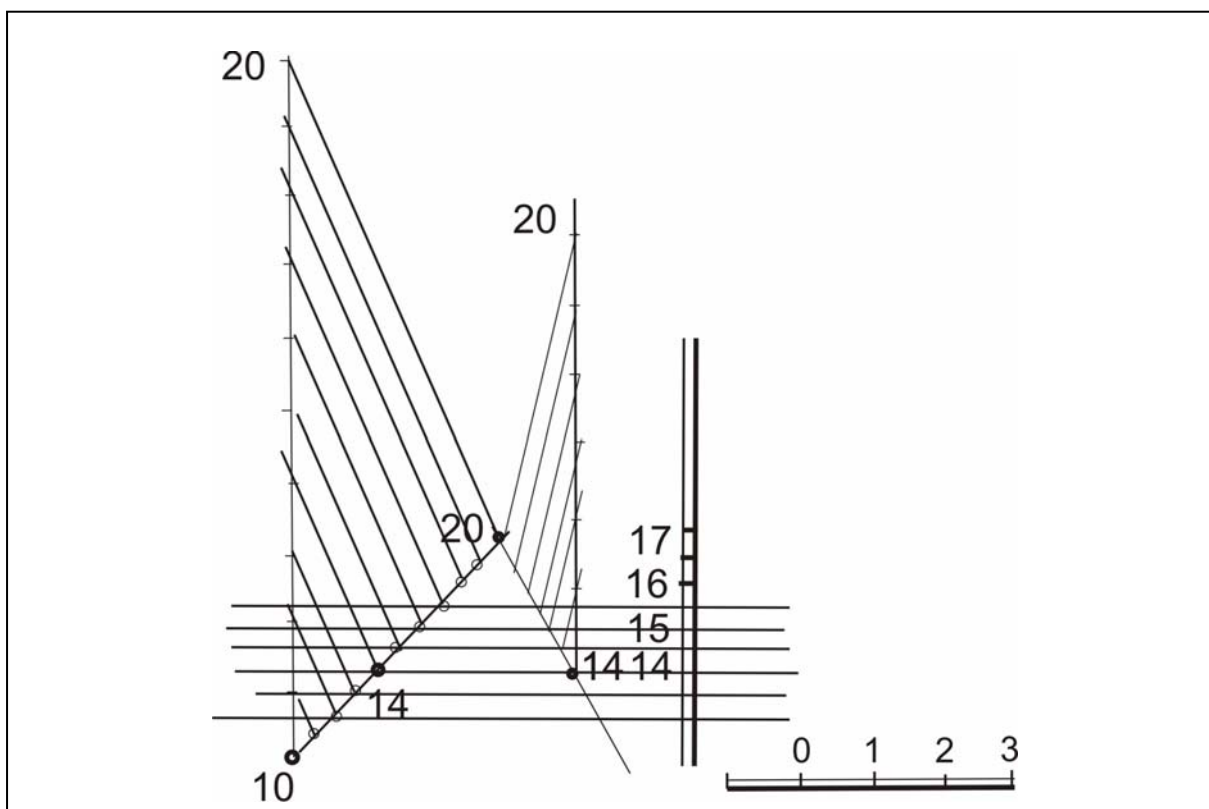


Рис.25. Построение масштаба уклона плоскости

Если плоскость задана двумя прямыми линиями (параллельными или пересекающимися), изображенными одной числовой отметкой с указанием уклона или интервала, то решение задачи значительно упрощается, так как градуирование прямых в этом случае не требуется.

Задача 6. Построить прямую линию АВ, принадлежащую плоскости, заданную двумя пересекающимися прямыми (α) (рис.26, а.)

Алгоритм решения:

1. Градуируем прямые, отмечаем числовые отметки.
2. Проводим горизонтали плоскости.
3. Проводим проекцию прямой.
4. Определяем отметки точек пересечения построенной проекции прямой с двумя горизонталями плоскости (рис.26, б).

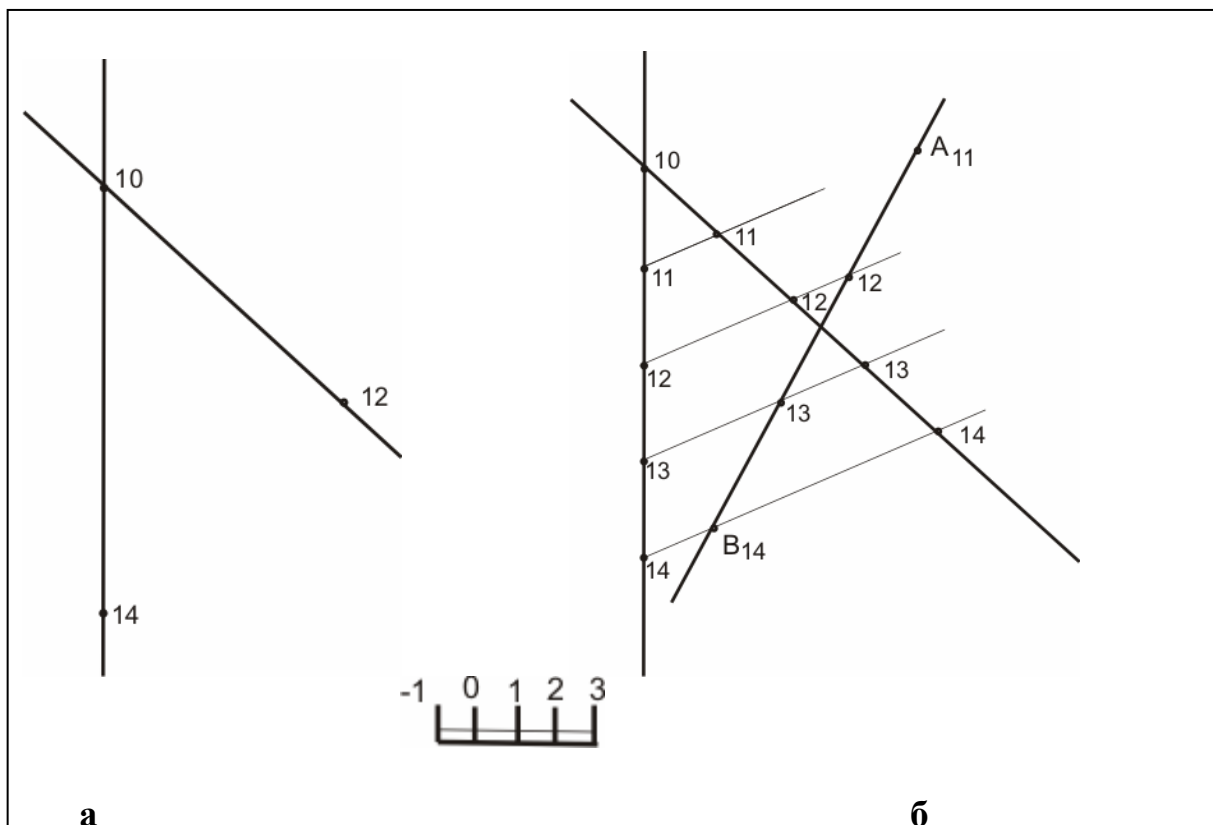


Рис. 26. Построение прямой, принадлежащей плоскости

Вопросы для самопроверки

1. Что считается моделью плоскости в проекциях с числовыми отметками?
2. Что называется масштабом уклона плоскости?
3. Способы задания модели плоскости в проекциях с числовыми отметками.
4. Перечислите плоскости частного положения.
5. Какой характерный признак имеет плоскость, содержащая центр проецирования S ?
6. Какой характерный признак имеет плоскость, параллельная Π_0 ?
7. В чем заключается работа с моделью плоскости?

2.4. Модель поверхности

При проектировании различных сооружений в проекциях с числовыми отметками используются геометрические и геодезические поверхности.

2.4.1. Моделирование геодезической поверхности

К *геометрическим* относятся все линейчатые и кривые поверхности, образование которых подчинено определенным геометрическим законам.

Геодезическими являются поверхности, закон образования которых неизвестен. Примером геодезической поверхности может служить земная поверхность, которую называют топографической. На рис. 27 представлена трехмерная модель земной поверхности, выполненная средствами компьютерной графики ProSITE.

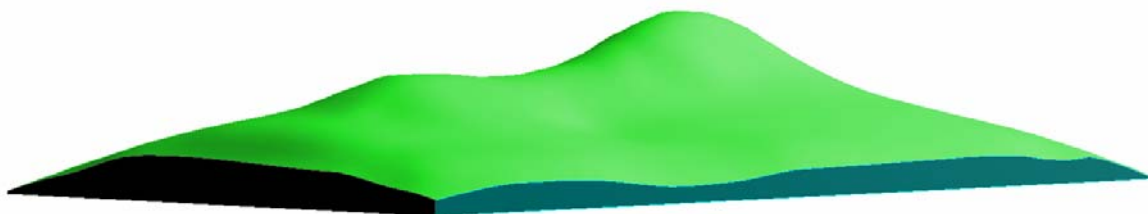


Рис.27. Трехмерная модель поверхности

Моделью поверхности в проекциях с числовыми отметками является совокупность моделей ее горизонталей.

Эти горизонталы возникают на поверхности в результате пересечения ее рядом горизонтальных плоскостей, отстоящих друг от друга на какую-либо единицу длины, обычно за единицу принимается 1 метр (рис. 28) [7].

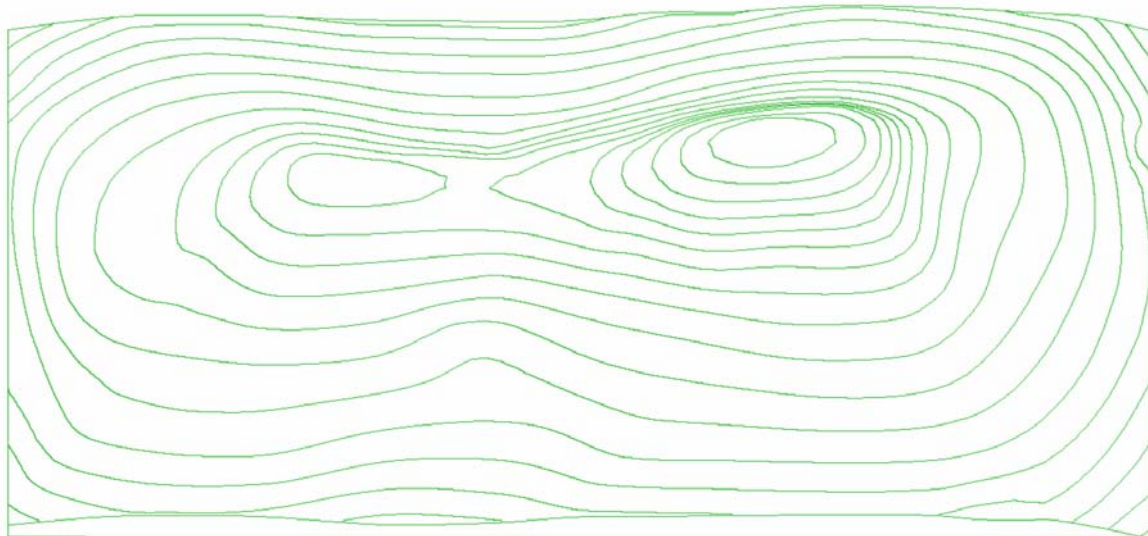


Рис. 28. Трехмерная модель топографической поверхности, изображенная горизонталями

Изображение топографической поверхности на чертежах называется *планом* (рис. 29).

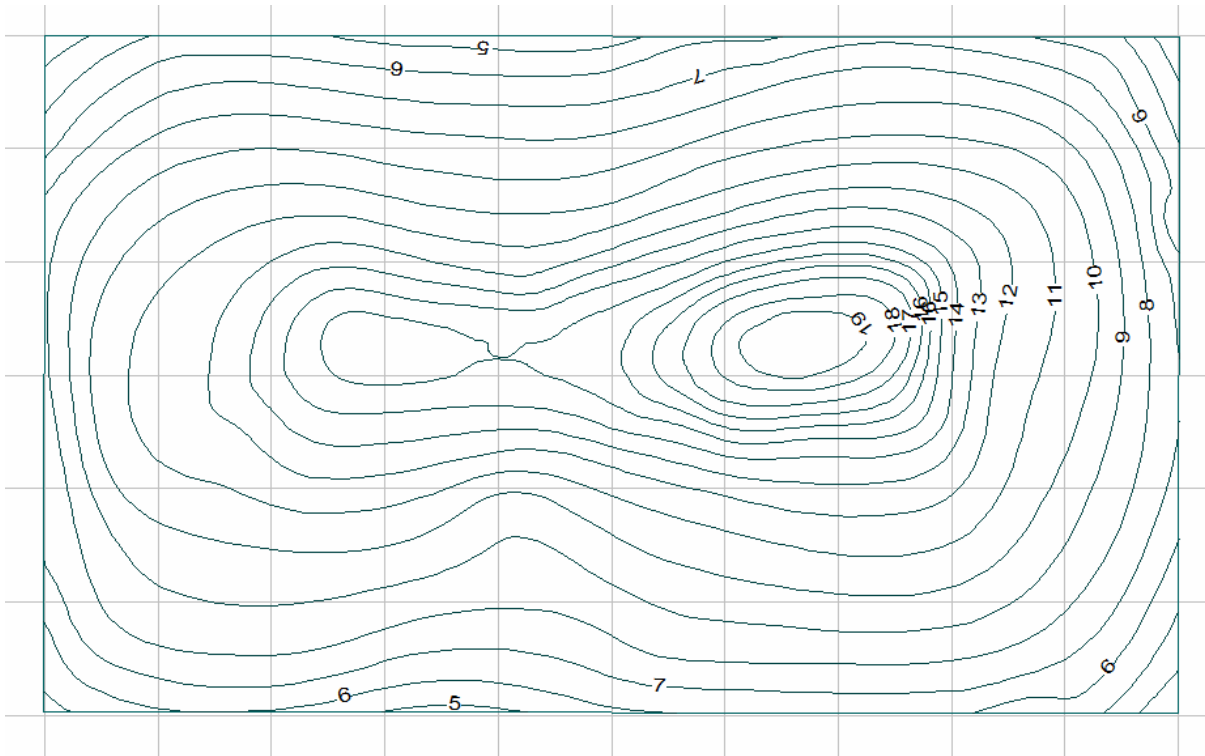


Рис.29. План

Земная (топографическая) поверхность задается ее каркасом – системой горизонталей, с проставленными числовыми отметками или профилем.

Участок топографической поверхности изображен на рис.30. Здесь он задан горизонталями, которые пронумерованы от 4-й до 11-й, что соответствует их отметкам. Горизонтали геодезической поверхности представляют собой *незакономерные кривые линии*. *Горизонталь – это замкнутая линия, изображающая на карте горизонтальный контур неровностей, все точки которого на местности расположены на одной высоте над уровнем моря (линия равных высот)*.

По возрастанию горизонталей (в левой части чертежа) можно судить о том, что изображено *возвышение* (холм, гора) – неровность земли, расположенная выше окружающей местности. В первой части чертежа обозначены не все горизонтали, но проставлены *бергштрихи*, указывающие, в каком направлении происходит понижение поверхности. И тот, и другой способ обозначения позволяют правильно прочитать чертеж. В случае, когда характер поверхности выявляется с помощью *бергштрихов*, чертеж должен быть снабжен сведениями о масштабе чертежа и принятом расстоянии между горизонталями по высоте, называемом *высотой сечения*.

Высота сечения рельефа – это разность высот двух смежных секущих поверхностей (заданное расстояние между секущими плоскостями).

Высота сечения может быть равна одному, пяти, десяти и т.д. метрам. Каждая пятая горизонталь обводится более толстой линией, чем остальные.

Неровность, противоположная возвышению, называется *котловиной*. Если бы на рис.30 возрастание горизонталей происходило бы в обратном направлении или в противоположную сторону были бы обращены бергштрихи, то изображенная неровность была бы котловиной [6].

Высшая точка возвышения (или горизонтальная площадка – плато), от которой местность понижается во все стороны, называется *вершиной* (на рассматриваемом чертеже отметка вершины составляет 11,4 м), боковая поверхность – *склоном*. Низшая часть котловины называется *дном*, боковые поверхности – *щеками*.

По взаиморасположению горизонталей можно судить о том, где склоны, возвышения или щеки котловины имеют больший или меньший уклон, называемый *крутизной*. Крутизна, так же как и уклон линии или плоскости, измеряется тангенсом угла наклона ската к горизонтальной плоскости. Принято говорить о крутизне ската в данной точке, так как в разных точках топографической поверхности он обычно различен.

Седловиной называется поверхность, ограниченная с четырех сторон выпуклыми сторонами горизонталей. При этом противоположные горизонталю образуют одно семейство горизонталей, любая горизонталь которая имеет числовую отметку, меньшую (или большую) числовой отметки любой горизонтали второго семейства, образованного другими противоположными горизонталями.

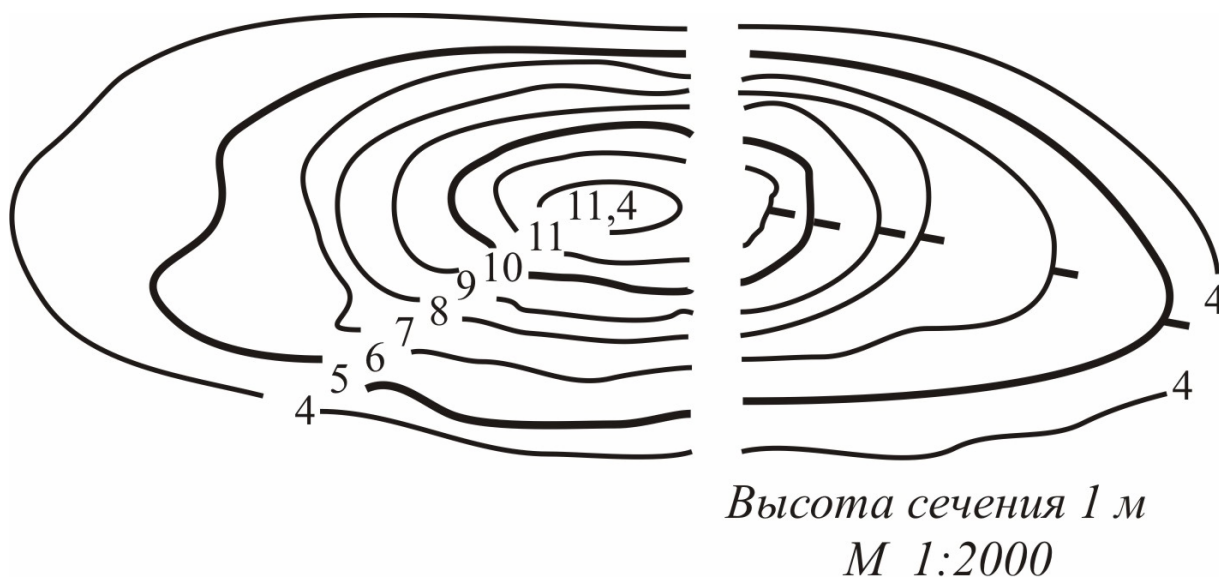


Рис.30. План топографической поверхности

Водоразделом (или линией хребта) называется линия наибольшего ската поверхности, проходящая через точки максимальной кривизны горизонталей в случае, когда всякая огибающая горизонталь имеет меньшую числовую отметку, чем огибаемая (рис.31).

Водослив (талъвег) – это линия ската, проходящая через точки максимальной кривизны горизонталей (линия долины), если всякая огибающая горизонталь имеет числовую отметку больше числовой отметки огибаемой горизонтали. Водяные струи всегда стремятся от линии водораздела к линии водослива (рис.31).

Рельеф местности и его изображение на топографических картах и планах I

Основные формы рельефа местности и их изображение горизонталями

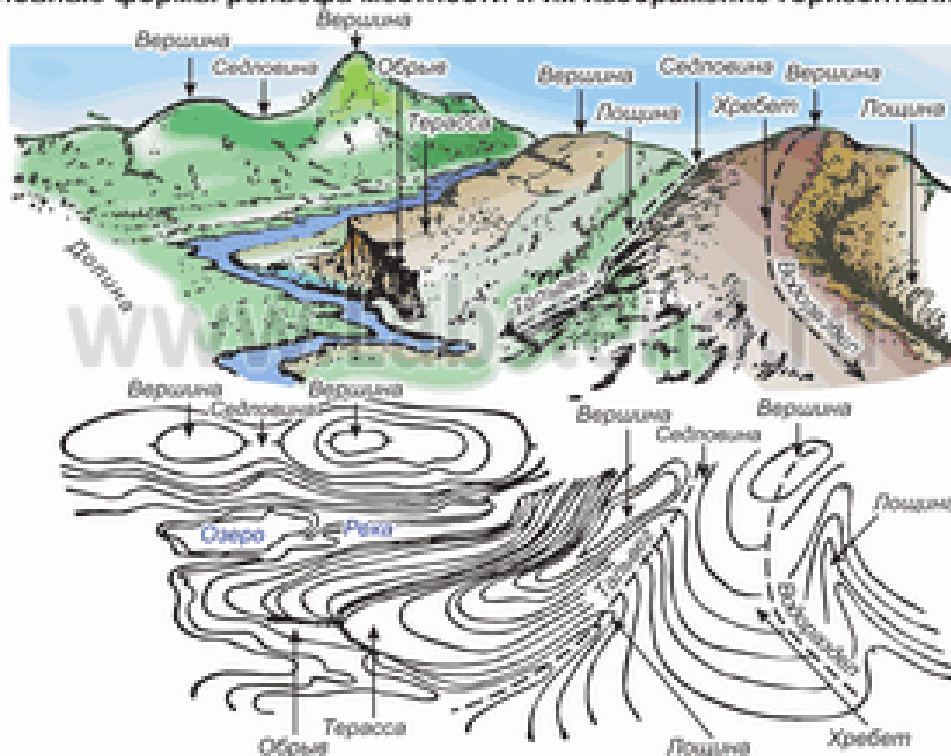


Рис.31. Рельеф местности и его изображение на топографических картах и планах

2.4.2. Моделирование геометрических поверхностей

Применяя метод проекций с числовыми отметками для изображения геометрических поверхностей, необходимо на горизонтальной проекции данной поверхности указывать отметки характерных точек и линий (если линия имеет одинаковую отметку).

В многограннике характерными точками являются его вершины [3].

На рис. 32,а показана в проекциях с числовыми отметками пирамида, основание которой расположено в плоскости Π_0 , а вершина отстоит от этой плоскости на 5м. Горизонтالي пирамидальной поверхности представляют собой гомотетичные многоугольники. На рис. 32,б дано изображение треугольной призмы, основание которой расположено в горизонтальных плоскостях, имеющих соответственно отметки 2 и 5.

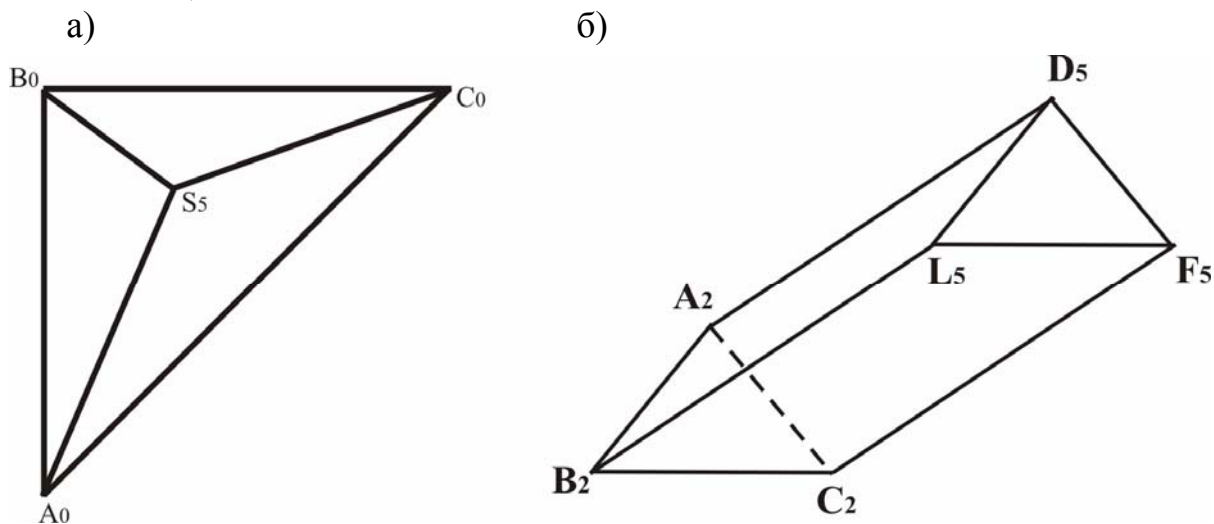


Рис. 32. Модель пирамиды и призмы

Если же тело ограничено кривой поверхностью, то для его изображения в проекциях с числовыми отметками прибегают к горизонталям, представляющим собой линии пересечения поверхности данного тела плоскостями, параллельными плоскости Π_0 [6].

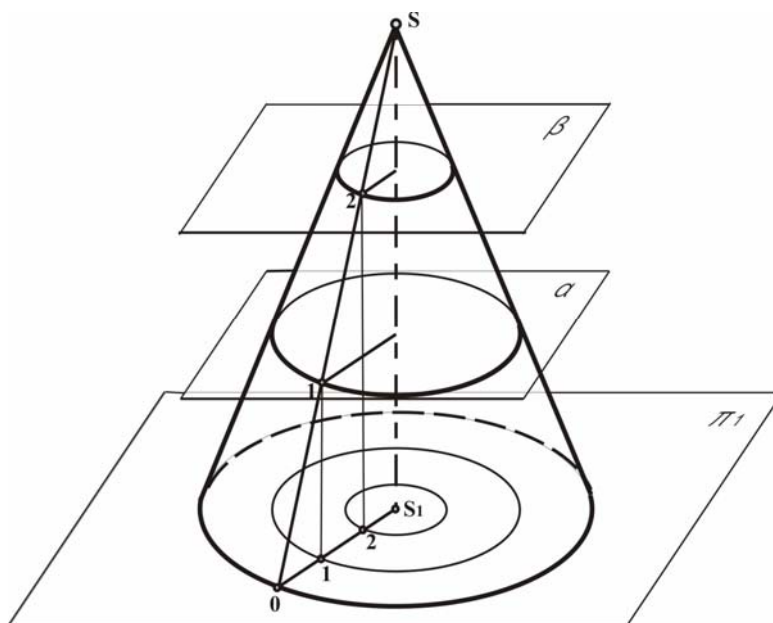


Рис.33. Построение прямого кругового конуса в проекциях с числовыми отметками

Из геометрических поверхностей наибольшее применение имеют конические поверхности и поверхности одинакового (постоянного) ската.

На рис. 33 изображен прямой круговой конус с вертикальной осью. Сечения боковой поверхности конуса горизонтальными плоскостями являются горизонталями поверхности. Спроецировав их на плоскость проекций, получим систему концентрических окружностей. Если расстояние между смежными секущими плоскостями равно единице длины, то радиус одной окружности будет отличаться от радиуса следующей на величину интервала образующей конической поверхности. Таким образом, градуированная проекция любой образующей может рассматриваться как масштаб уклона, а сама образующая – как линия ската поверхности. Прямая круговая коническая поверхность с вертикальной осью может быть задана масштабом уклонов и вершиной.

На рис. 34,а продемонстрирован обратный конус – числовые отметки убывают к вершине. Интервалы равны по всем образующим, следовательно, данная коническая поверхность имеет один и тот же уклон по всем направлениям. Наклонный конус показан на рис.34,б – уклоны разные, наименьший интервал будет иметь наибольший уклон. На рис.34,в, изображен прямой конус, числовые отметки которого убывают в направлении от вершины. Горизонтالي конической поверхности представляют собой гомотетичные окружности. По интервалам судят об уклоне поверхности [7].

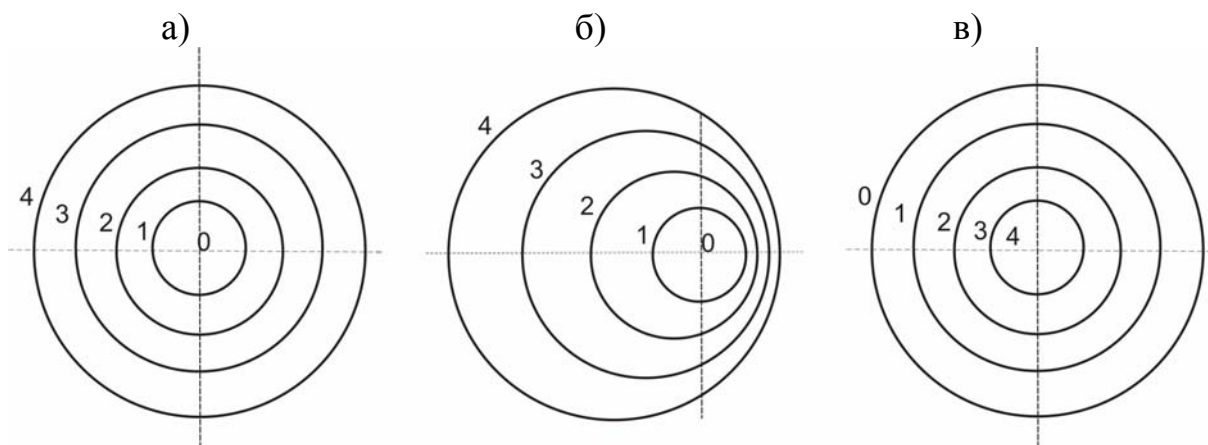


Рис.34. Модели конуса

Образующая, имеющая цепь наименьших интервалов, является линией наибольшего ската кривой поверхности.

В некоторых случаях в проекциях с числовыми отметками проведение горизонталей поверхностей требует специальных построений. Примером этого может служить проведение горизонталей поверхности одинакового ската, огибающих семейство прямых круговых конусов, вершины которых

расположены на некоторой пространственной кривой m (направляющей) (рис. 35).

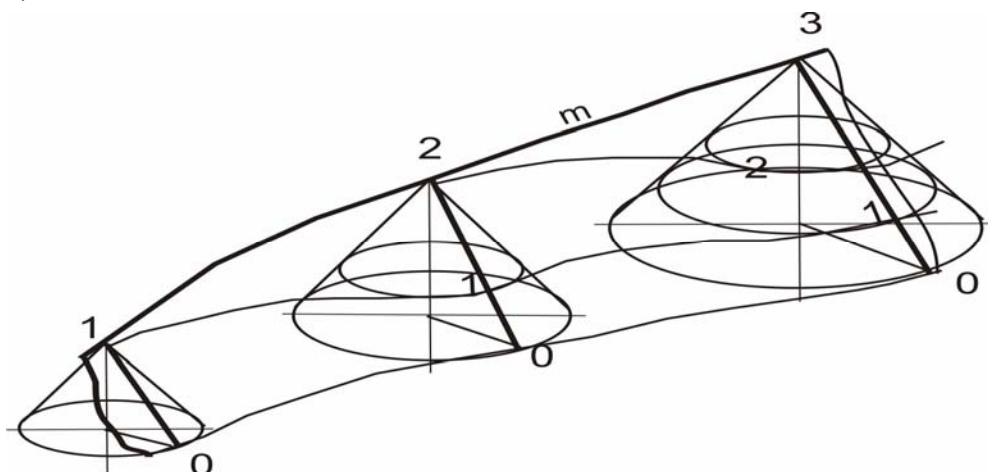


Рис.35. Поверхность одинакового ската

Ось каждого конуса семейства вертикальна. Огибающей такого семейства конусов является линейчатая поверхность, все прямолинейные образующие которой составляют с плоскостью Π_0 одинаковые углы, равные углу наклона к Π_0 образующих конусов.

Поверхностью одинакового ската является линейчатая поверхность, которая является касательной к серии конических поверхностей, имеющих одинаковый наклон.

При сооружении некоторых земляных сооружений (криволинейные и прямые дороги) применяются поверхности одинакового ската. Когда земляное сооружение возведено на поверхности земли оно называется *насыпью*, ниже поверхности – *выемкой*. Боковые поверхности всякой насыпи и выемки называются *откосами*, а линию пересечения откоса с поверхностью сооружения называется *бровкой*.

На рис. 36 показано построение горизонталей поверхности одинакового ската в проекциях с числовыми отметками. Здесь каждая горизонталь поверхности является огибающей семейства горизонталей конусов, причем все горизонтали данного семейства имеют одинаковую отметку. Так, горизонталь поверхности с отметкой 1 огибает семейство горизонталей конусов с той же отметкой.

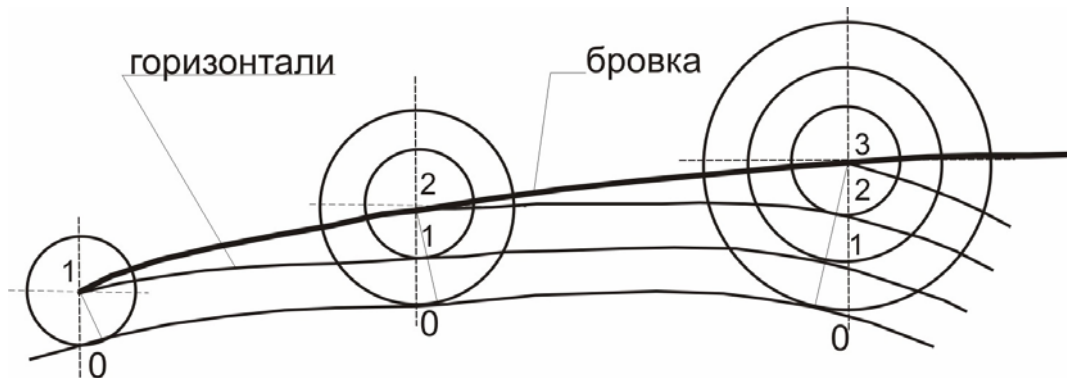


Рис.36. Модель поверхности одинакового ската

Чтобы построить поверхность одинакового ската, необходимо выполнить следующие действия:

1. Принять за вершины конических поверхностей целочисленные точки на проградированной линии.

2. Наклон образующих конических поверхностей должен быть одинаковым.

3. Соединить кривой линией горизонтали конусов, имеющие одинаковые числовые отметки. Кривая линия должна проходить касательно к окружностям (горизонталям) конусов.

4. Построенные кривые линии будут горизонталями поверхности одинакового ската.

Работа с моделью поверхности складывается из решения следующих задач:

1. Моделирование поверхности трехмерного пространства в проекциях с числовыми отметками.

2. Определение положения геометрической поверхности относительно проекционного аппарата по ее модели.

3. Градуирование поверхности.

4. Построение профиля топографической поверхности.

Градуированием поверхности называется процесс построения горизонталей поверхности с проставлением целочисленных отметок и отличающихся на единицу длины.

На рис. 37 изображена геометрическая модель пирамиды. Чтобы проградировать пирамиду, нужно проградировать каждую грань, для этого строятся масштабы уклона плоскости.

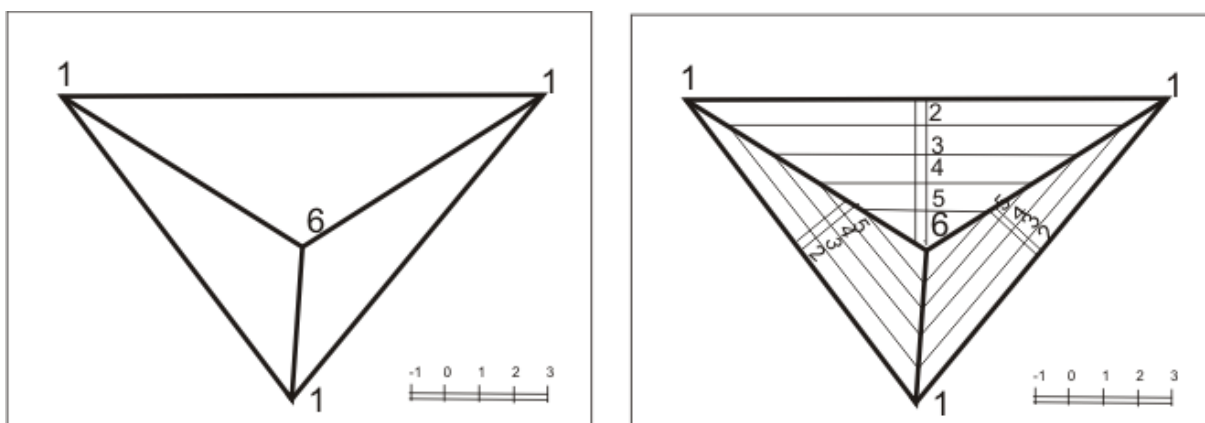


Рис. 37. Градуирование поверхности

2.4.3. Профиль топографической поверхности и земляных сооружений

Профилем называется фигура, полученная в результате рассечения поверхности вертикальной (проецирующей) плоскостью. Горизонтальная проекция такой плоскости проецируется в линию, называемую направлением профилирования. Профиль может быть построен в проекционной связи (наложенный профиль) и отдельно (вынесенный профиль).

Когда топографическая поверхность задана горизонталями, способ построения профиля одинаков независимо от вида поверхности.

Чтобы построить наложенный профиль топографической поверхности (рис. 38), нужно на свободном месте чертежа в проекционной связи задать вспомогательную плоскость масштабом уклона. Затем все точки пересечения вспомогательной плоскости с горизонталями топографической поверхности (а она пройдет по заданной прямой) перенести на однозначные горизонтали вспомогательной плоскости. Плавной кривой соединить точки.

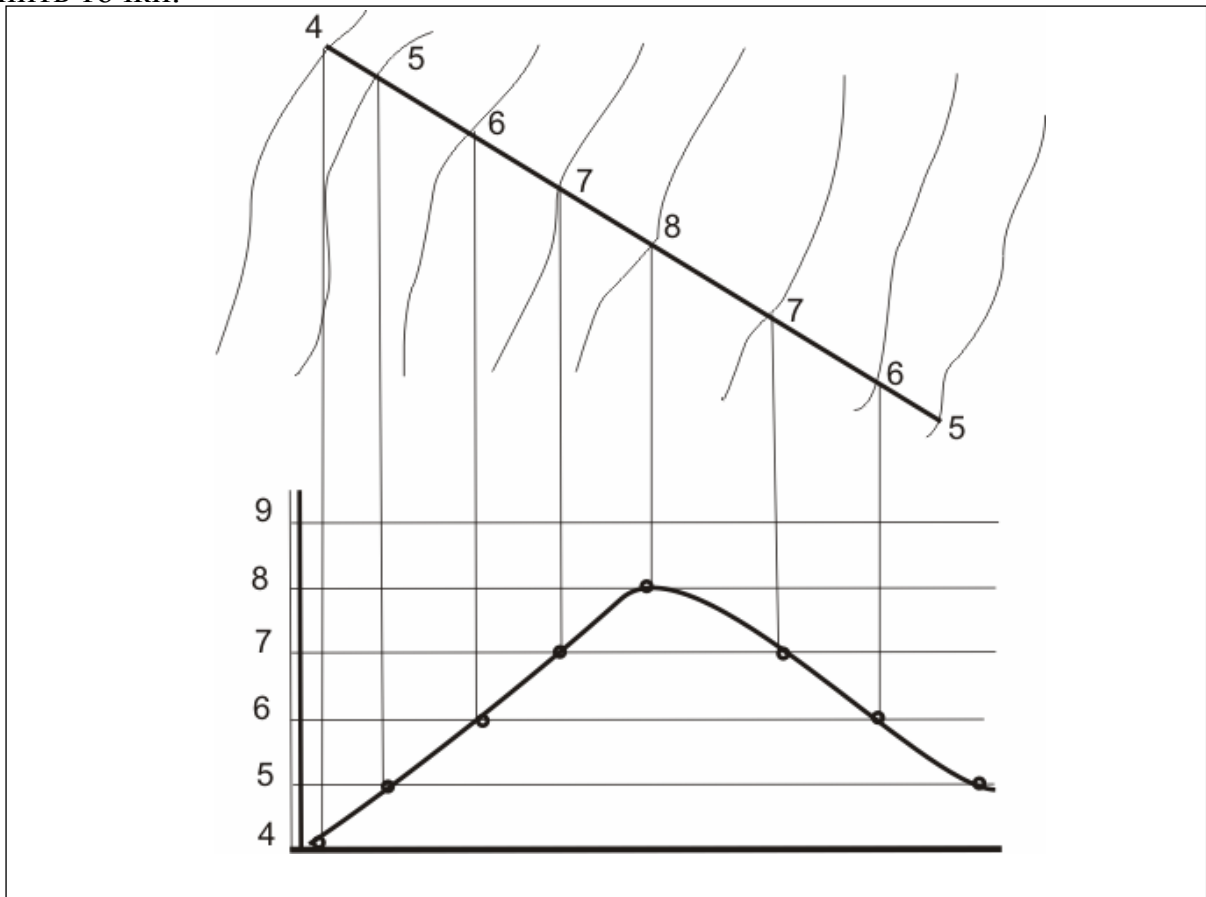


Рис. 38. Построение профиля (наложенный) в проекционной связи

Для построения профиля вне проекционной связи на свободном месте чертежа задают базу профиля. Базой профиля может быть горизонталь с наибольшей или с наименьшей числовой отметкой. Затем строят фронт-

тальную плоскость, обычно ее изображают масштабом уклона в соответствии с масштабом чертежа. На базу профиля откладывают расстояние между соседними горизонталями. Восстанавливая перпендикуляр до необходимых горизонталей, получают точки, которые принадлежат сечению. Соединим полученные точки плавной кривой. Профиль построен (рис.3).

Получить большую выразительность чертежа можно, прибегнув к различным масштабам. Если протяженность по горизонтали топографической поверхности значительна, а по вертикали изменения числовых отметок небольшие, то вертикальный масштаб при построении профиля обычно принимается больше горизонтального.

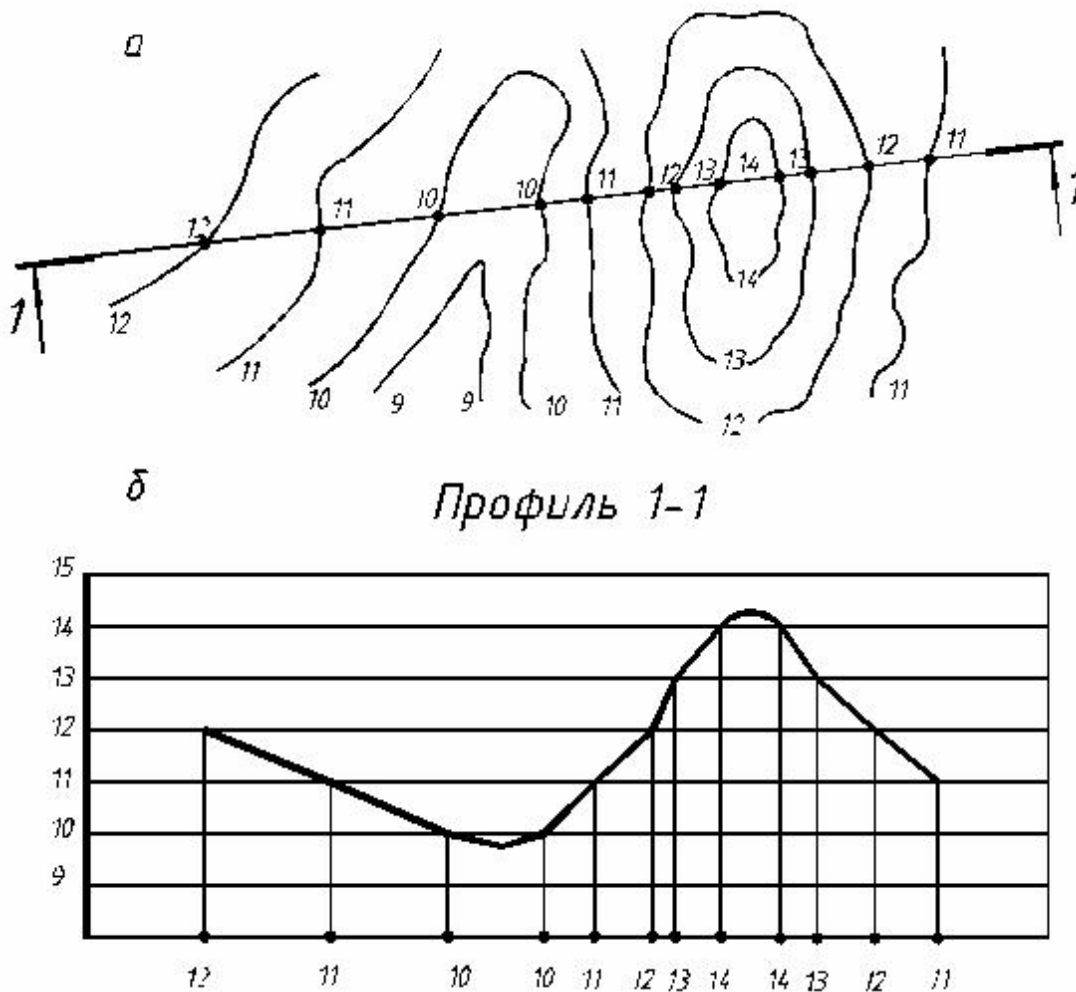


Рис. 39. Построение профиля на свободном месте чертежа

Профиль может быть *продольным* (вдоль оси сооружения), *поперечным* (поперек сооружения) и по заданному направлению. На рис.40 построен продольный профиль земляного сооружения – аппарели. Аппарель – это пологий спуск для въезда (выезда) различной техники, который широко применяется при постройке земляных сооружений. Для построения

профиля аппарели (или пандуса) в проекционной связи, на свободном месте чертежа, параллельно направлению линии профилирования С-С проводят нулевую горизонталь. В соответствии с числовым масштабом чертежа проводим другие горизонтали сооружения, восстанавливаем перпендикуляры от точек 0, 1, 2, 3 до пересечения с однозначными горизонталями профиля. Горизонтальная часть сооружения покрыта бетоном, изображаем его графически в соответствии со стандартом ГОСТ 21.204-93, наклонная часть профиля является неукрепленной, изображаем ее бергштрихами. Изображение продольного и поперечного профиля автомобильных дорог строится и оформляется в соответствии с ГОСТ Р 21.1701-97.

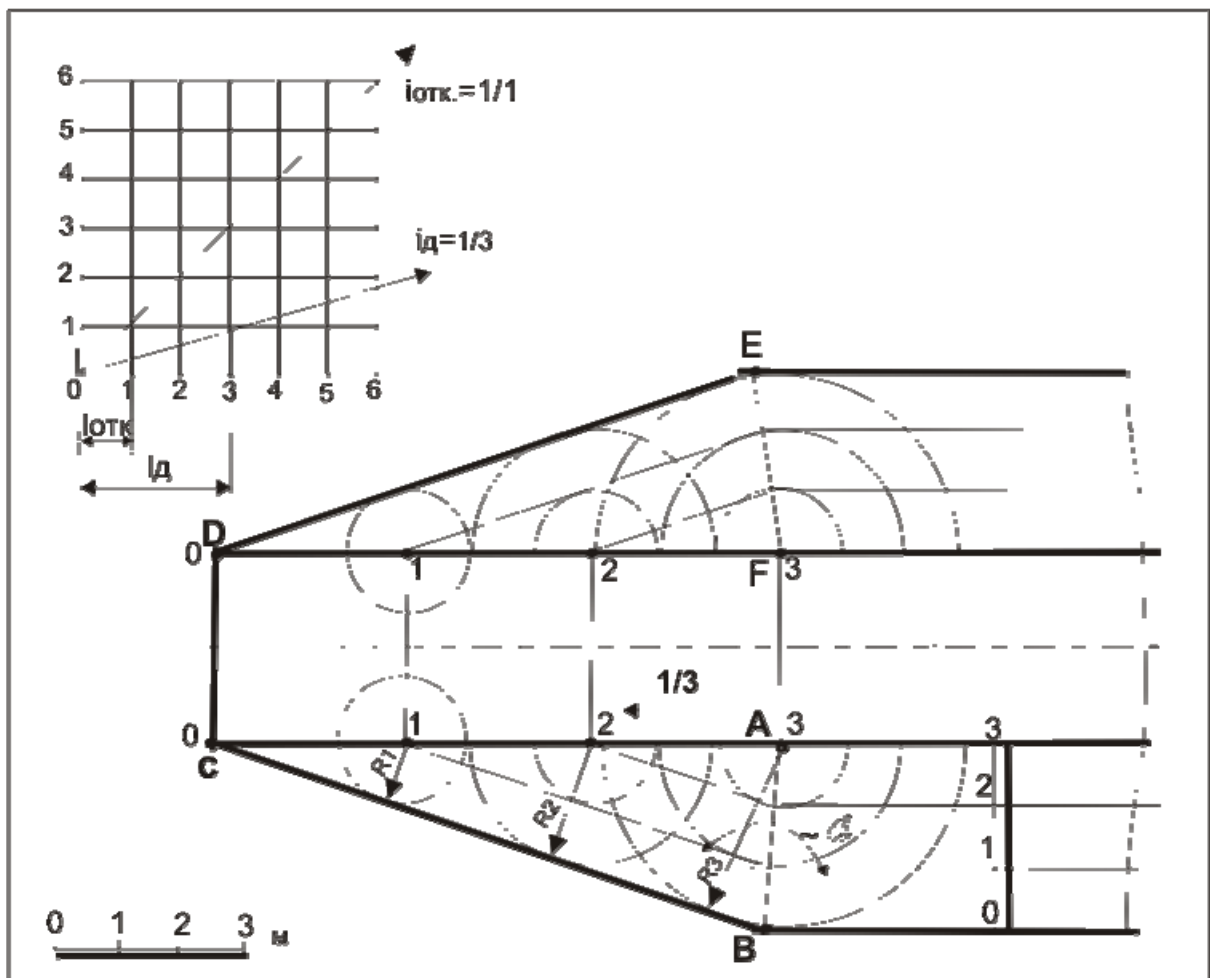


Рис. 40. Построение продольного профиля сооружения
 Поперечный профиль дороги изображен на рис. 41.

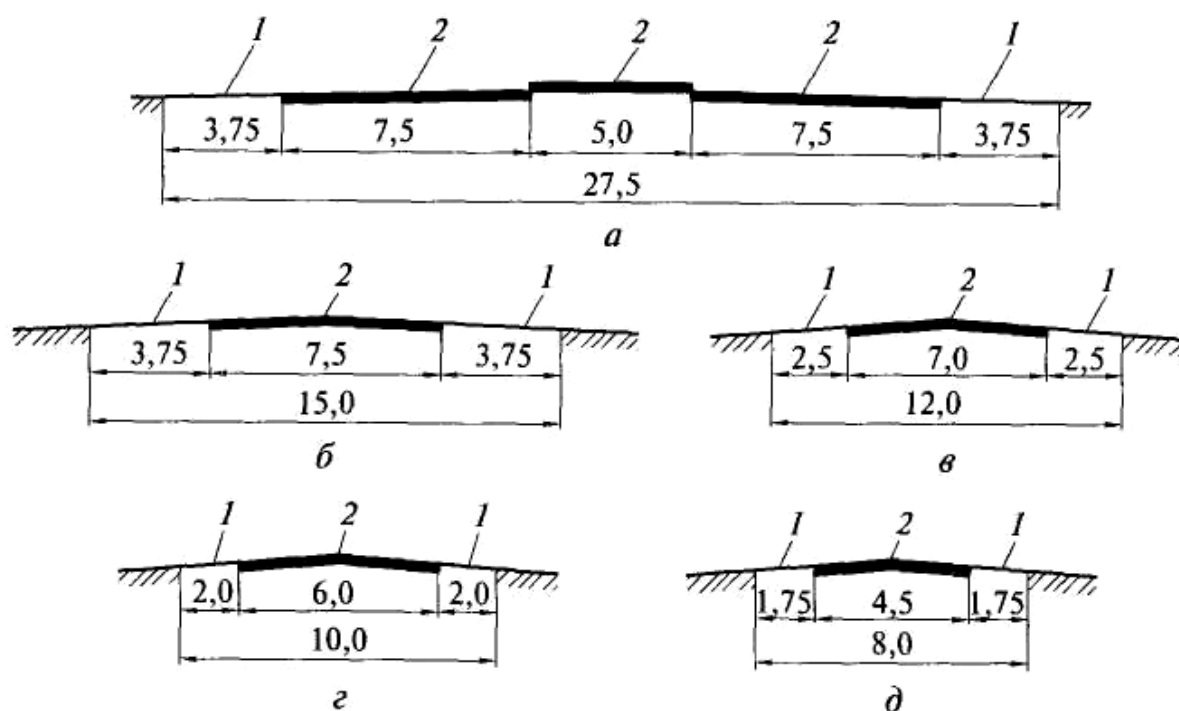


Рис. 41. Типовые поперечные профили автомобильных дорог общей сети

Вопросы для самопроверки

1. Как изобразить поверхность в проекциях с числовыми отметками?
2. Каковы особенности модели конической поверхности в проекциях с числовыми отметками?
3. Каковы особенности модели пирамидальной поверхности в проекциях с числовыми отметками?
4. Каковы особенности модели геодезической поверхности в проекциях с числовыми отметками?
5. Как построить поверхность одинакового ската?
6. Что называется профилем?
7. Какие виды профилей вы знаете?

3. РЕШЕНИЕ ПОЗИЦИОННЫХ ЗАДАЧ

Позиционные задачи приходится решать обычно тогда, когда необходимо определить взаимную принадлежность геометрических элементов друг другу или выявить третий элемент, возникающий как следствие взаимного расположения двух других элементов, без использования чисел.

В зависимости от числа элементов, между которыми устанавливаются позиционные характеристики, все позиционные задачи делятся на две группы задач, в которых:

- 1) выясняется взаимная принадлежность двух элементов друг другу;
- 2) выявляется третий элемент как результат расположения двух данных элементов. В этой группе можно выделить еще две подгруппы: задачи на пересечение и объединение элементов.

Приемы решения задач первой группы рассматривались, когда решались проблемы моделирования геометрических элементов.

Для решения задач на объединение не требуется знания специальных приёмов. Но когда на модели дана задача на пересечение, то для поиска общего элемента двух заданных геометрических элементов необходимо выполнить специальные построения. Основными задачами этой группы являются задачи по определению точки пересечения прямой с плоскостью или поверхностью. Все остальные задачи на пересечение можно представить как многократное решение этих задач или вариант, возникший на основе их обобщения. Поэтому для успешного освоения курса начертательной геометрии необходимы прочные навыки в решении этих позиционных задач.

3.1. Пересечение прямой с плоскостью

Решение этой задачи определяется, с одной стороны, умением свободно обращаться с моделями геометрических элементов, с другой стороны, знанием специальных алгоритмов, обусловленных спецификой плоской модели.

Задача по определению общей точки прямой и плоскости встречается на практике в самых различных вариантах. Она входит как составной элемент во многие другие задачи.

В трехмерном пространстве, когда дана плоскость и прямая, то их общая точка возникает сама собой. Иное дело, когда нам дана плоская модель этих объектов (рис. 42). Даны плоскость общего положения (α), модель репера плоскости – масштаб уклона и прямая (АВ) общего

положения, не принадлежащая плоскости. Найти точку пересечения прямой с плоскостью.

Общая точка K прямой (AB) и плоскости α здесь присутствует, но не выявлена. Чтобы ее найти, нужно учесть плоский характер модели, а именно то обстоятельство, что точка на плоскости определяется как результат пересечения линий.

Одной такой линией будет заданная прямая (AB) , другой – вспомогательная (MN) . Последняя возникает в результате пересечения двух плоскостей: заданной α и вспомогательной λ , которая проведена через прямую (AB) . Но если в ортогональных проекциях, в качестве вспомогательной плоскости рекомендовалось пользоваться проецирующей, то в проекциях с числовыми отметками через прямую следует проводить плоскость общего положения. Горизонтально проецирующая плоскость не может привести к цели, потому что на чертеже проекции прямых (AB) и (MN) совпадут в одну прямую. Направление горизонтали AC (A_5C_5) выбрано с таким расчетом, чтобы в пределах чертежа получить нужную для построения точку N (N_5). Вторая точка M (M_8) определена пересечением горизонталей с отметкой 8. Точка K , в которой $A_5 B_8$ пересекается с $M_8 N_5$, является проекцией точки пересечения прямой AB с плоскостью α . Отметка этой точки может быть определена проведением через нее горизонтали плоскости [3].

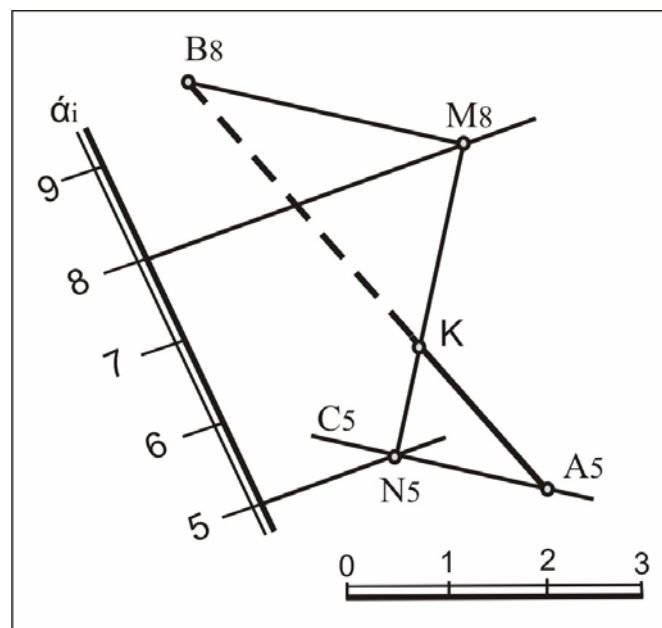


Рис.42. Определение точки пересечения прямой с плоскостью

Таким образом, на плоской модели точка пересечения прямой с плоскостью определяется благодаря следующим операциям:

1. Через прямую (AB) провести плоскость общего положения λ .

2. Построить линию пересечения данной и вспомогательной плоскостей (прямую MN).

3. Определить искомую точку K как точку пересечения двух прямых – данной АВ и построенной MN.

Вышеприведенная задача была решена с помощью плоскости общего положения, но если ввести дополнительную вертикальную плоскость проекций и построить дополнительные проекции прямой и плоскости, то такое решение называется *способом профилей*. Рассмотрим решение таким способом.

Задача 1. Плоскость (α) – общего положения задана масштабом уклона и прямая (АВ) общего положения, не принадлежащая плоскости (рис. 43). Найти точку пересечения прямой с плоскостью.

Алгоритм решения

Точка пересечения прямой с плоскостью определяется следующими операциями:

1. Вводим в чертеж дополнительную плоскость проекций, ось $X_{1,2}$ совпадает с заданной прямой АВ.

2. Заключаем прямую (АВ) в горизонтально-проецирующую плоскость λ .

3. Заложение и превышение известно, строим натуральную величину фигур сечения вспомогательной плоскости и заданной(4-9).

4. Находим точку пересечения плоскостей (К).

5. Определяем ее числовую отметку($K_{6,5}$).

6. Отмечаем полученную точку на заданном чертеже.

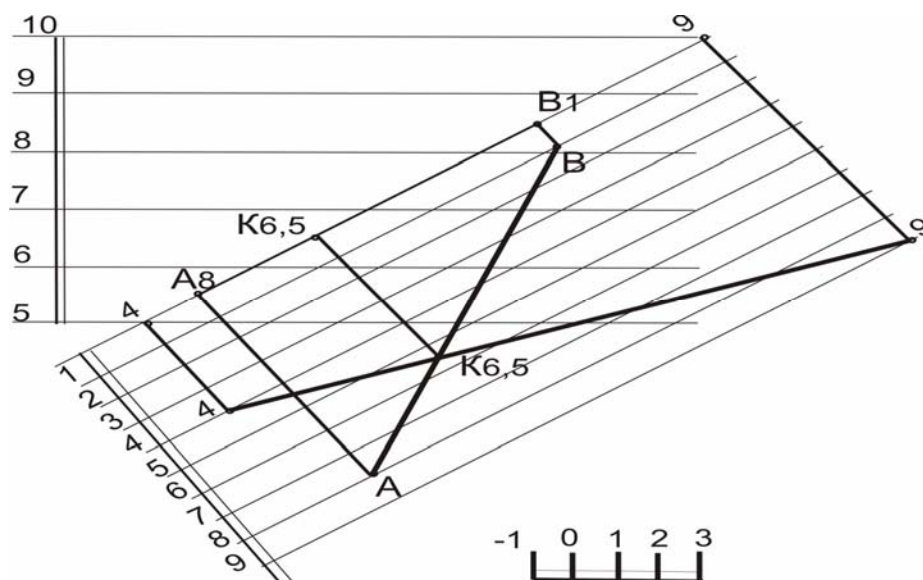


Рис.43. Определение точки пересечения прямой с плоскостью способом профилей

3.2. Пересечение двух плоскостей

В проекциях с числовыми отметками модель плоскости удобнее задавать масштабом уклона, и большинство решений задач с моделями плоскостей, заданными другими способами (прямой и точкой не лежащей на этой прямой, параллельными прямыми, плоской фигурой и т.д.), прежде всего сводится к преобразованию другого способа задания плоскости к построению масштаба уклона плоскости, так как он вполне определяет положение плоскости в трехмерном пространстве

Задача 1. Даны две плоскости α и β , заданные масштабами уклонов. Построить линию пересечения этих плоскостей (рис. 44). Для построения линии пересечения двух плоскостей α и β определяют точки пересечения двух пар их горизонталей с любыми одинаковыми отметками каждой пары. На рис. 38 обе плоскости заданы масштабами уклонов, перпендикулярно которым проведены горизонталей (с отметкой 4 и 6). В точке М пересекаются горизонталей с отметкой 4, а в точке N – с отметкой 6. Прямая (MN) является искомой [4]. Правильность решения подтверждается тем, что все горизонталей плоскостей α и β пересекаются на линии пересечения 6-4.

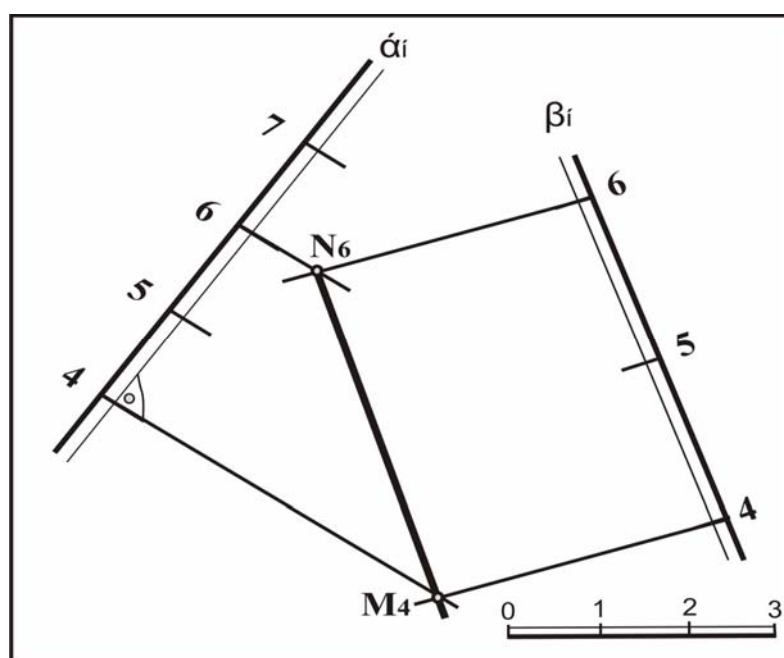


Рис. 44. Определение линии пересечения плоскостей

Таким образом, чтобы построить линию пересечения плоскостей, необходимо выполнить следующие действия:

1. Найти две пары горизонталей с одинаковыми числовыми отметками.

2. Определить точки их пересечения, через которые пройдет общая линия заданных плоскостей.

На практике чаще приходится иметь дело с плоскостями, которые определяют откосы различных земляных сооружений.

Задача 2. Построить аппарат со следующими данными: высота горизонтальной площадки – 3 м (от нулевой плоскости, принятой за условный уровень), уклон полотна аппарата $i_d=1:3$, уклон боковых откосов $i_{отк}=1:1$ (рис.45).

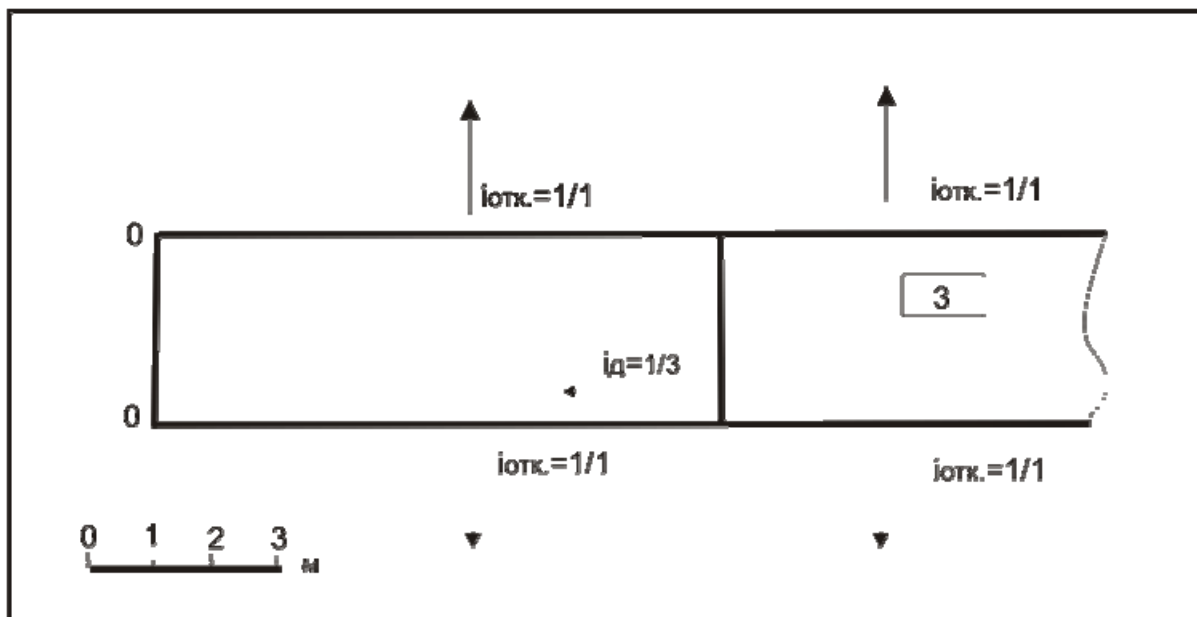


Рис. 45. Задание к задаче 2

Построение аппарата сводится к отысканию линий пересечения плоскостей и с плоскостью, принятой за условный уровень (рис.46).

Алгоритм решения:

1. Строим график масштабов уклона, для этого на свободном месте чертежа выполняем сетку, клетка будет иметь размеры, равные единице линейного масштаба (1 метр). От нуля, через точку пересечения горизонтальной и вертикальной линий, имеющих численные отметки – 1 проводим прямую. Эта прямая определит уклон и интервал боковых откосов аппарата. Далее через точку пересечения прямых (горизонтальной – 1 и вертикальной – 3) проведем уклон полотна, который определит интервал полотна равный трем метрам.

2. Чертим ось аппарата и от точки 0 откладываем три интервала соответствующего уклона $i_d=1:3$. Проводим горизонтали полотна 1-1, 2-2, 3-3 и отмечаем точки пересечения их с бровкой (бровка – это край дорожного полотна).

3. Из полученных точек как из вершин строим проекции конусов: в точке 1 конус будет иметь высоту 1 м и радиус окружности основания 2 м, в точке 2 – высота 2 м, радиус 4 м и т.д.

4. Проведя касательные из проекций С и D к окружностям R_1, R_2, R_3 , получим линии пересечения откосов аппарели с плоскостью нулевого уровня.

5. Для получения линии пересечения горизонтальной площадки необходимо построить масштаб уклона плоскости откосов, интервалы которого равны 1 м. Чертим горизонтали 0, 1, 2, высота бровки равна 3 м.

6. В результате пересечения одинаковых горизонталей откосов аппарели и горизонтальной площадки образуется отрезок АВ и EF. Эти отрезки являются биссектрисой угла α .

Таким образом, линией пересечения откосов аппарели и горизонтальной площадки будут **биссектрисы АВ и EF**.

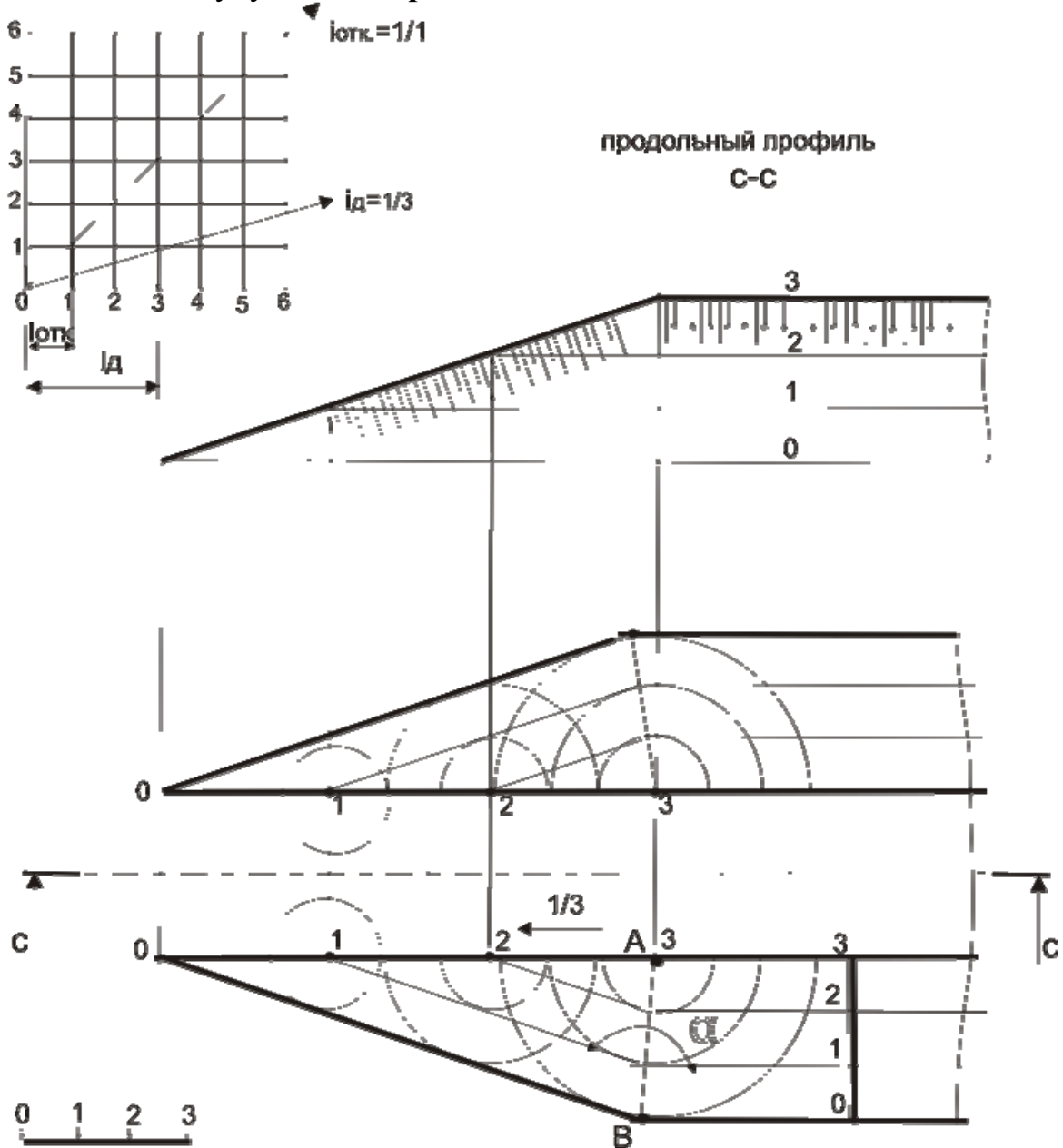


Рис.46. Построение аппарели

3.3. Пересечение плоскости с поверхностью

Задачи на определение общей линии плоскости и поверхности можно условно разделить на две группы.

В первую группу входят задачи на определение линии пересечения плоскости с геометрической поверхностью (пирамида, конус, призма и т.д.).

Ко второй группе относятся задачи на пересечение плоскости с топографической поверхностью (планом). Эти задачи наиболее часто применяются в проекциях с числовыми отметками.

При пересечении поверхности плоскостью получается плоская фигура, которую называют сечением. Сечение поверхности плоскостью в общем случае представляет собой кривую линию или ломаную, если пересекаются многогранники. Сведения о форме плоского сечения и условиях его образования вам известны из курса начертательной геометрии. Алгоритм решения не отличается от решения подобных задач на эпюре Монжа.

Задача 1. На рис. 47 представлено условие задачи первой группы: даны коническая поверхность и плоскость, заданная масштабом уклона, требуется построить линию пересечения этих геометрических объектов. Для решения задачи необходимо проставить недостающие числовые отметки плоскости и провести ее горизонтали. Коническая поверхность изображена каждой второй горизонталью. Построить недостающие горизонтали прямого кругового конуса. Подготовив таким образом чертеж, следуем алгоритму решения задачи.

1. Заключить горизонтали плоскости в горизонтально-проецирующие плоскости.

2. Определить точки пересечения однозначных горизонталей плоскости и поверхности.

3. Соединить точки кривой линией.

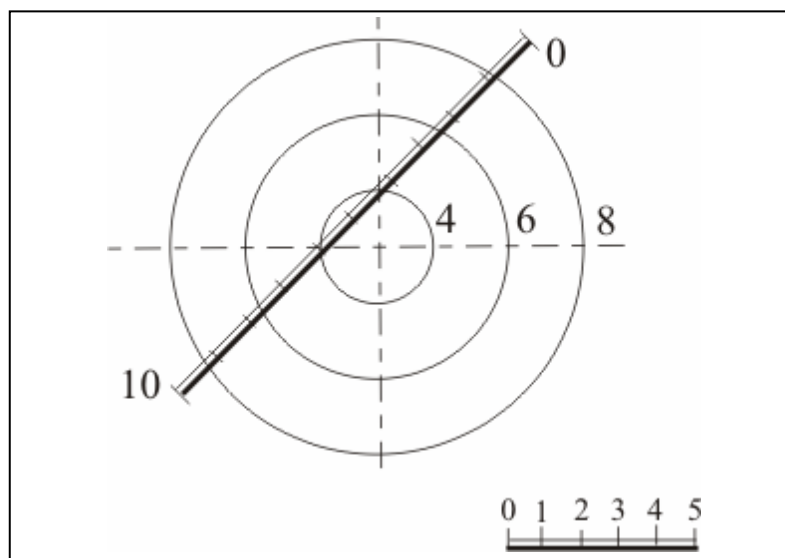


Рис.47. Условие задачи на пересечения плоскости с геометрической поверхностью

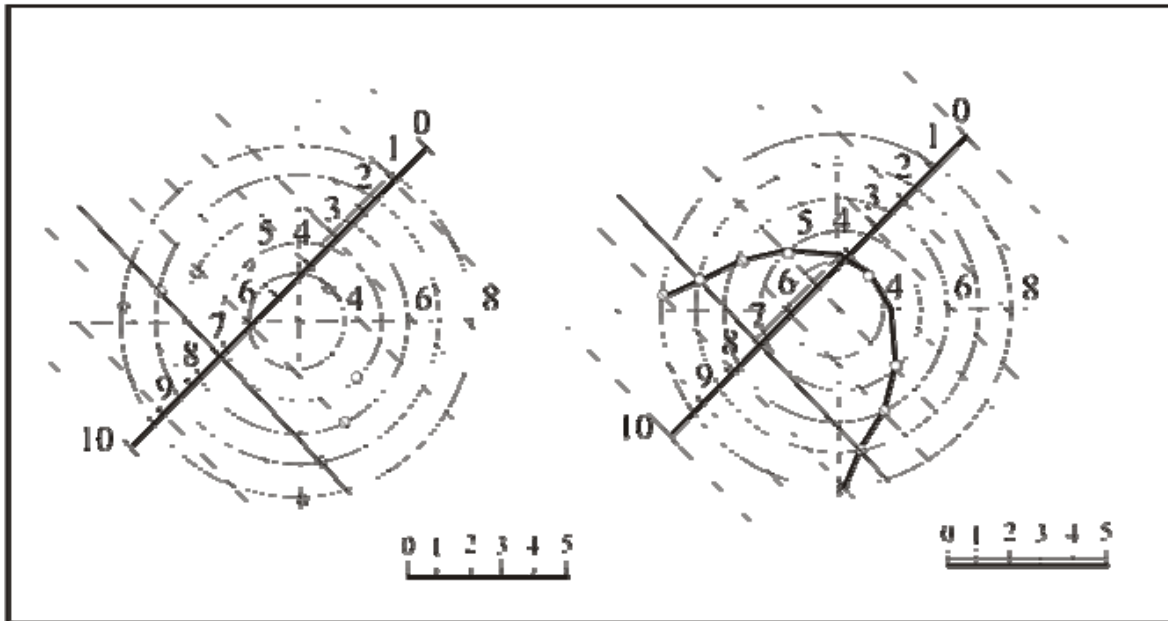


Рис.48. Решение задачи на пересечение плоскости с поверхностью

Задача 2. Даны плоскость, промоделированная масштабom уклона и план топографической поверхности (рис.49) [8]. Построить линию пересечения плоскости и топографической поверхности. Решение данной задачи аналогично построению линии пересечения двух плоскостей.

Для решения данной задачи необходимо выполнить следующие операции:

1. Провести горизонталы 11, 12, 13 ... плоскости перпендикулярно к масштабу уклона.
2. Определить точки пересечения однозначных горизонталей плоскости и топографической поверхности.
3. Соединив последовательно кривой линией полученные точки, определим искомую линию пересечения.

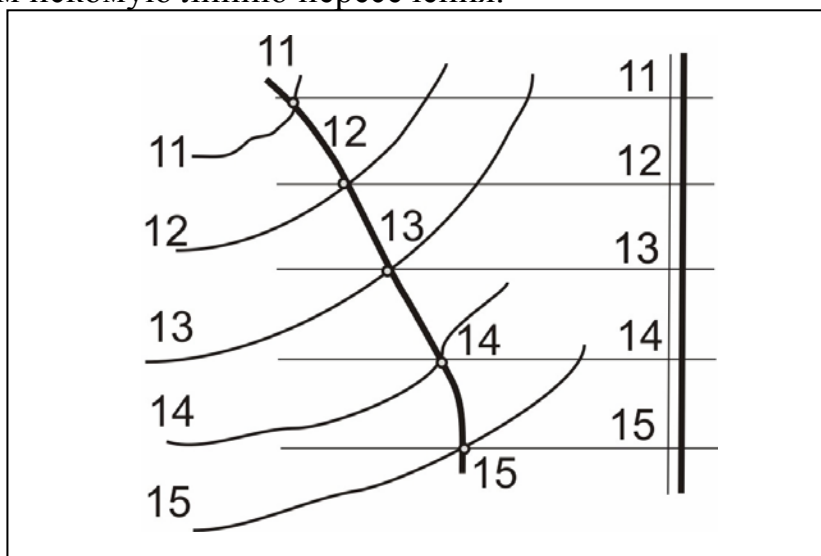


Рис. 49. Определение линии пересечения плоскости с топографической поверхностью

3.4. Пересечение прямой линии с поверхностью

Задача 1. Дана прямая АВ и топографическая поверхность, заданная горизонталями. Найти точку пересечения прямой с топографической поверхностью. Рассмотрим два способа решения данной задачи. Первый способ – способ горизонталей (рис.50) [8].

Алгоритм решения

Точка пересечения прямой с топографической поверхностью определяется следующими операциями:

1. Заключить прямую линию во вспомогательную плоскость общего положения;
2. Проградуировать прямую;
3. Через числовые отметки провести горизонтали в произвольном направлении;
4. Отметить точки пересечения однозначных горизонталей плоскости и поверхности;
5. Соединить плавной кривой построенные точки;
6. Пересечь вспомогательную линию с заданной прямой(АВ), полученная точка (К) является искомой.

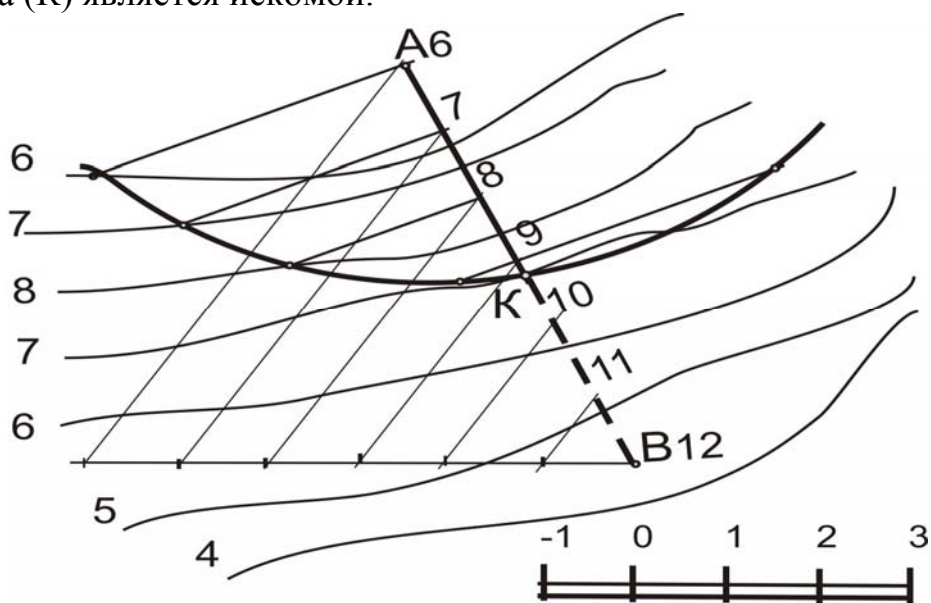


Рис. 50. Определение точки пересечения прямой с топографической поверхностью

Рассмотрим второй способ решения данной задачи – способ профилей (рис.51) [8].

Точка пересечения прямой с плоскостью определяется благодаря следующим операциям:

1. Заключаем прямую линию в горизонтально проецирующую плоскость;
2. Строим профиль заданной прямой и топографической поверхности;
3. В совмещенном положении на профиле определяем точки пересечения заданной прямой с топографической поверхностью.

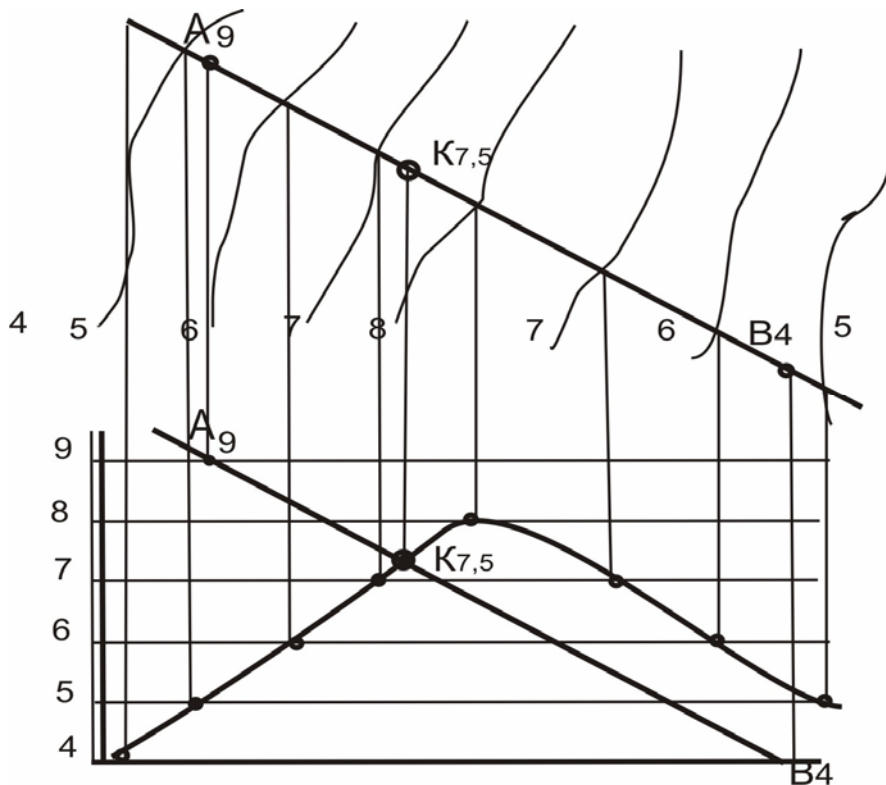


Рис.51. Определение точки пересечения прямой с топографической поверхностью способом профилей

На основе алгоритмов решения позиционных задач выполняются задачи, имеющие практический характер, такие, как построение откосов строительных площадок, построение линий пересечения дорожного полотна и строительной площадки, построение насыпей и выемок этих объектов и многих других.

3.5. Построение откосов площадки по заданному уклону

Строительная площадка выполняется в виде **насыпи**, если ее уровень выше уровня поверхности, и в виде **выемки**, если ниже.

Плоскости и поверхности, ограничивающие строительную площадку со всех сторон и соединяющие ее с поверхностью местности, называются **откосами**. Углы наклона (уклоны) откосов к горизонтальной плоскости

выбираются в зависимости от типа грунта и задаются при проектировании строительных площадок.

В соответствии с ГОСТ 21.204-93 "Условные графические обозначения и изображения элементов генеральных планов и сооружений транспорта" применяется условное обозначение откосов штриховкой (рис.52).

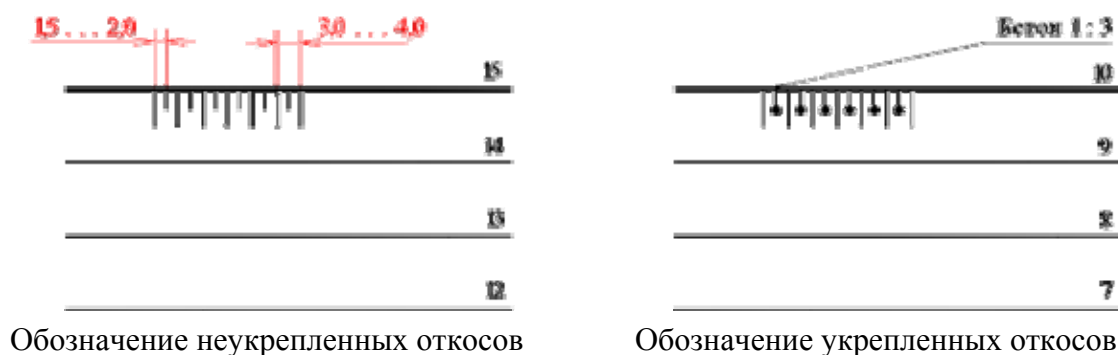


Рис. 52. Условное обозначение откосов

При значительной протяженности откосов их штриховку показывают участками.

При необходимости на горизонтальной полке-выноске может быть указан материал и уклон откоса.

Задача. Дана площадка, построить откосы по заданным уклонам (рис.53) [9].

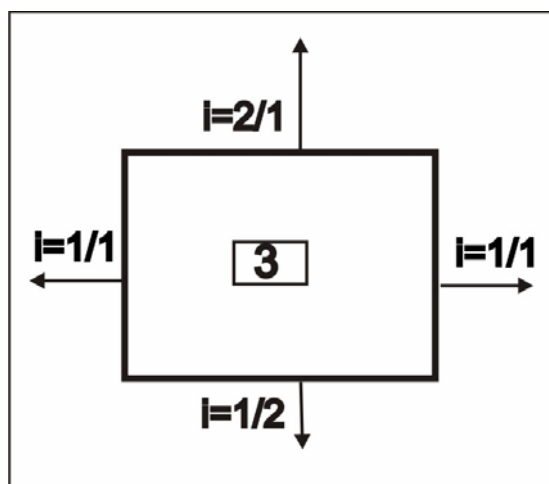


Рис. 53. Условие задачи

Алгоритм решения:

1. Определяем интервал каждого откоса, для этого построим график масштабов уклонов (рис.54,а);
2. Строим масштаб уклона плоскости, для каждого откоса;
3. Проводим горизонтали;

4. Находим линию пересечения плоскостей. Следует помнить, что точки пересечения плоскостей откосов лежат на одной прямой.

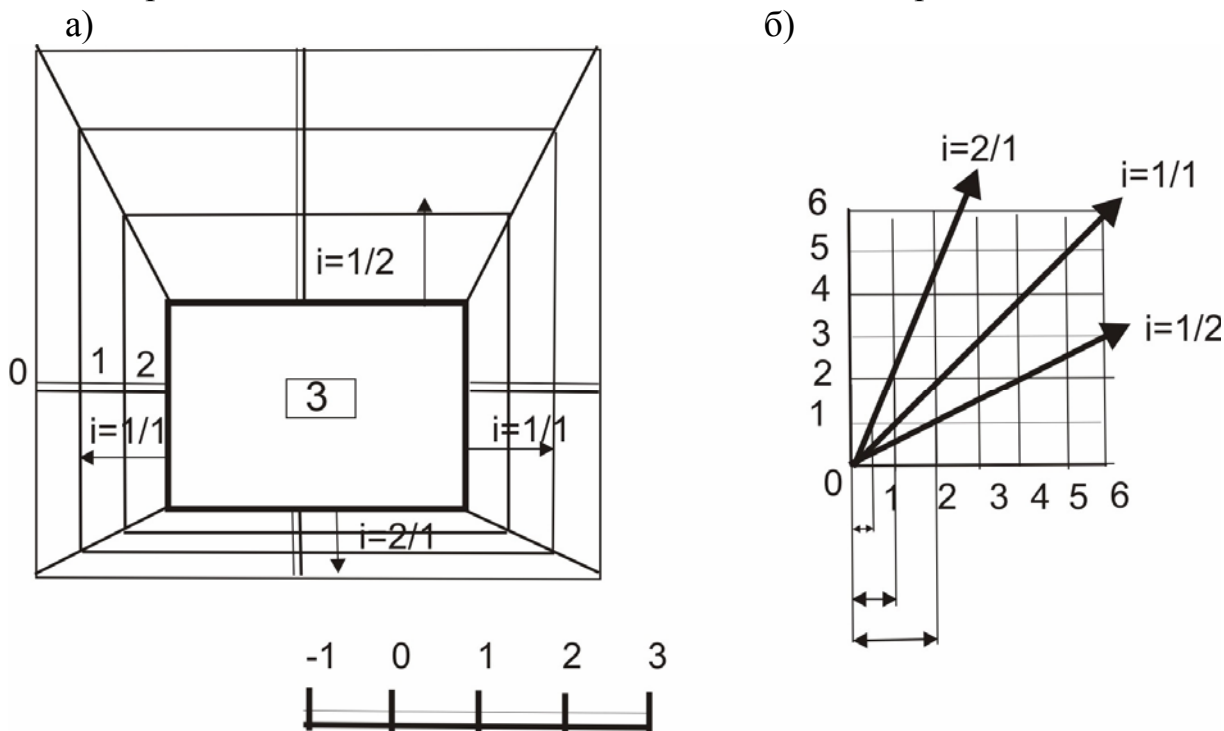


Рис. 54. Построение откосов горизонтальной площадки

Для определения интервалов, необходимо построить график масштаба уклонов (рис. 54,б). Для этого выполняют следующие действия:

1. Построить сетку (сторона клетки равна единице масштаба);
2. На полученной сетке откладываем по вертикали от 0 одну единицу, если уклон равен $\frac{1}{2}$, и две единицы по горизонтали;
3. Проводим линию через точку пересечения вертикальной и горизонтальной линий. Вертикальные линии разделят наклонную линию на равные интервалы. В данном случае интервал равен 2 масштабным единицам. Таким образом, находим интервалы для остальных откосов.

3.6. Построение откосов строительной площадки, имеющей закругления

Задача. Дана горизонтальная площадка, имеющая закругление, откос которого ограничен прямой круговой конической поверхностью с вертикальной осью. Построить откосы, уклон откосов равен $1/1$ (рис. 55) [9].

Алгоритм решения:

1. Строим масштаб уклона плоскости;

2. Проводим горизонтали, отметив точки пересечения однозначных горизонталей.

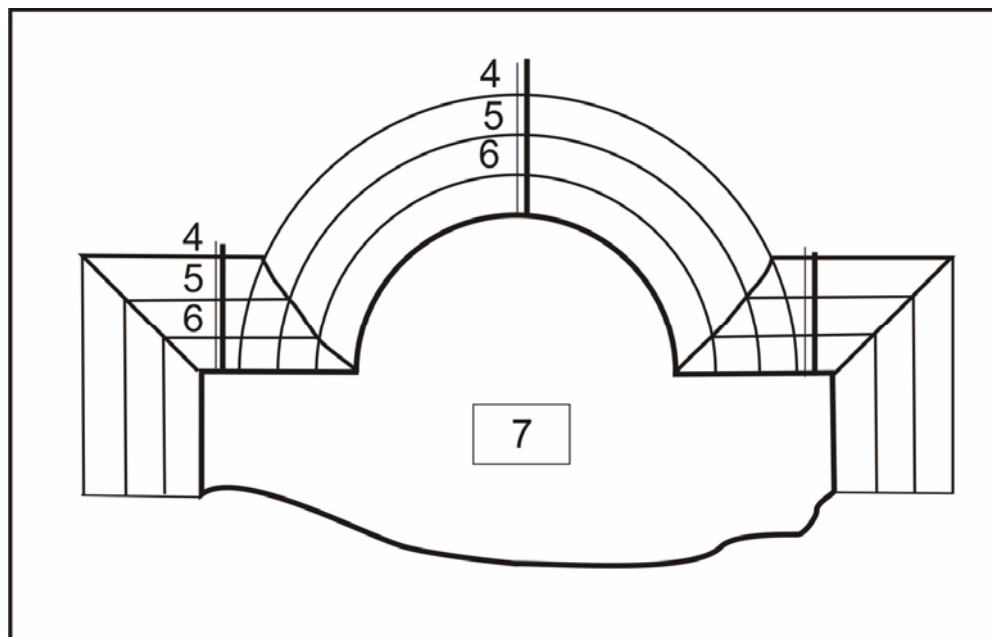


Рис.55. Построение откосов горизонтальной площадки

При пересечении откосов, имеющих равные уклоны, линия пересечения откосов – *парабола*.

Если уклон плоского откоса меньше уклона конического, то линией пересечения будет *эллипс*.

Если уклон плоского откоса больше уклона конического, то в сечении окажется *гипербола* [7].

3.7. Построение линии пересечения дорожного полотна и площадки

Задача. Дана горизонтальная площадка (числовая отметка равна 3) и прямая дорога с уклоном $1/5$, уклон откосов площадки и дороги равен $1/1$. Построить линию пересечения дорожного полотна и горизонтальной площадки (рис. 56) [9].

Алгоритм решения:

1. Построить масштаб уклона горизонтальной площадки;
2. Проградуировать дороги в соответствии с заданным уклоном;
3. Построить поверхность постоянного ската. Для этого, вычерчиваем горизонталь конической поверхности;

4. Соединить однозначные горизонтали поверхностей постоянного ската и горизонтальной площадки прямой линией.

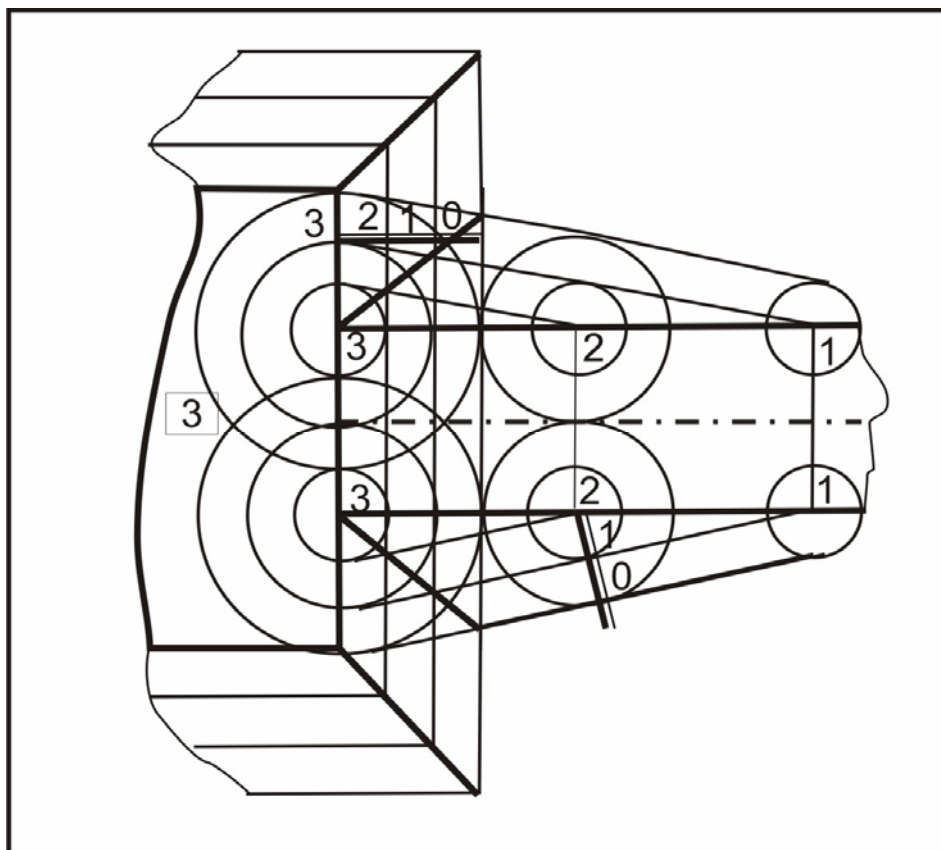


Рис. 56. Построение линии пересечения дорожного полотна и площадки

3.8. Построение насыпи дорожного полотна

Задача Дана криволинейная, с одновременным подъемом дороги, с уклоном $1/5$, уклоны откосов дороги равны $1/0,5$. Построить насыпь, образованную поверхностью постоянного ската (рис.57) [8].

Алгоритм решения:

1. Градуируем кривую осевую линию (бровку полотна дороги) в соответствии с заданным уклоном, проводя вспомогательные прямые линии из центра окружности осевой линии дорожного полотна;

2. Из полученных числовых отметок, радиусом, равным интервалу, строим окружность (горизонталь конической поверхности). Радиус каждой последующей окружности увеличивается на заданный интервал;

3. Из наименьшей числовой отметки проводим плавную кривую, касательную к однозначным горизонталям конической поверхности (окружностям). Это будет горизонталь плоскости откоса с наименьшей

отметкой, другие горизонтали откоса будут параллельны построенной горизонтали и проводятся из точек с числовыми отметками по мере их возрастания.

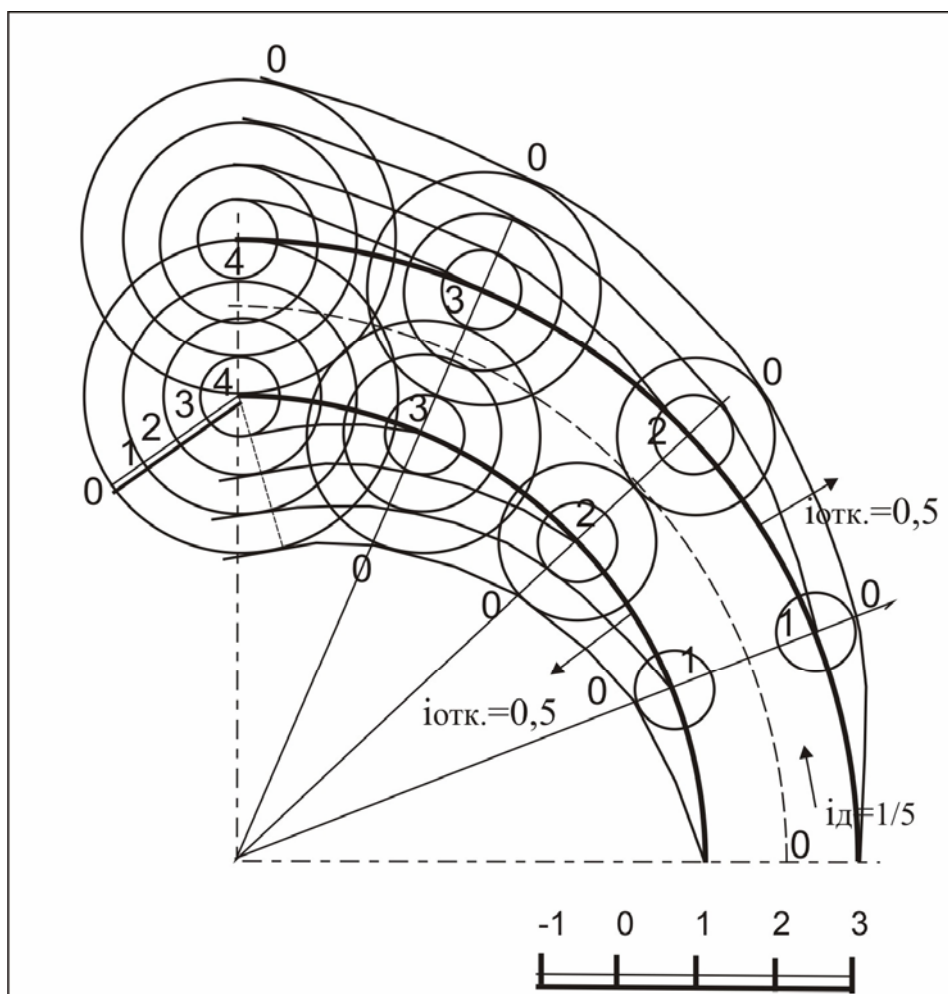


Рис. 57. Построение насыпи криволинейной дороги


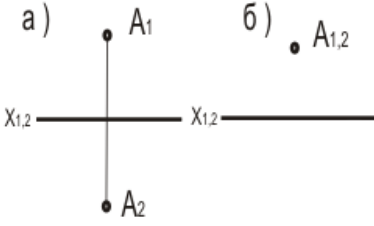
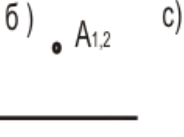



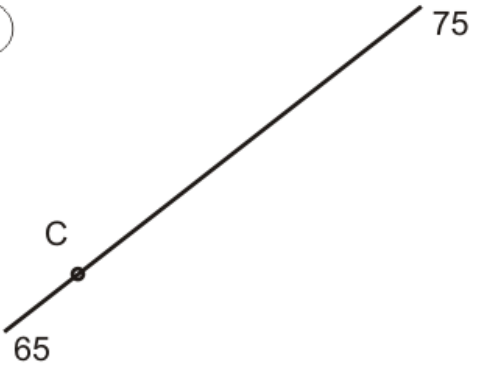
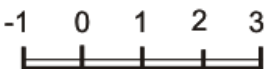
4. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА 1

Расчетно-графическая работа 1 по теме «Проекции с числовыми отметками» состоит из трех учебных модулей:

1. Модель точки и прямой в проекциях с числовыми отметками.
2. Модель плоскости и поверхности в проекциях с числовыми отметками.
3. Решение позиционных задач.

Каждый учебный модуль содержит задачи, типовое решение которых отражено в содержании одноименных тем данного учебного пособия.

Учебный модуль 1
 Модель точки, прямой в проекциях с числовыми отметками

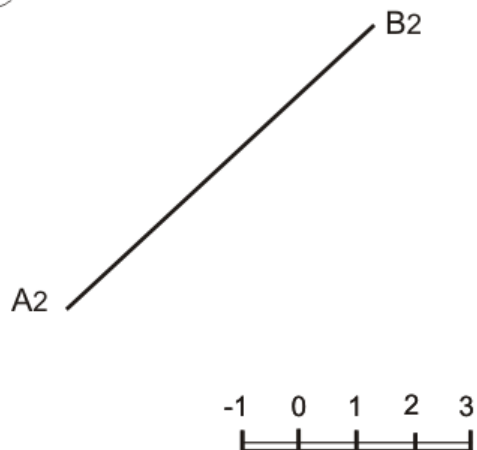
<p style="text-align: center;">1</p> <p style="text-align: center;">Модель точки, прямой в проекциях с числовыми отметками.</p> <p>1. Укажите модель точки в проекциях с числовыми отметками.</p> <p>2. Определить положение точки относительно проекционного аппарата</p> <p>3. Определить положение прямой относительно проекционного аппарата</p> <p>4. Проградировать прямую.</p> <p>5. Определить числовую отметку точки принадлежащей прямой</p>	<p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">○ A₆=B₅₆</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div>
<p style="text-align: center;">1</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>a)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>б)</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>в)</p>  </div> </div>	<p style="text-align: center;">4</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div>
<p style="text-align: center;">2</p> <p>Определить положение точки относительно проекционного аппарата</p> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">○ A₆</p>	<p style="text-align: center;">5</p> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div>

2

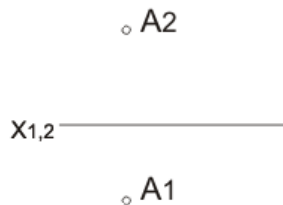
Модель точки, прямой в проекциях с числовыми отметками.

1. Укажите модель точки в проекциях с числовыми отметками.
2. Определить положение точки относительно проекционного аппарата
3. Определить положение прямой относительно проекционного аппарата
4. Проградуировать прямую.
5. Определить числовую отметку точки принадлежащей прямой

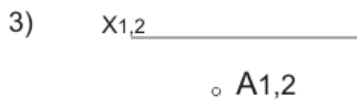
3



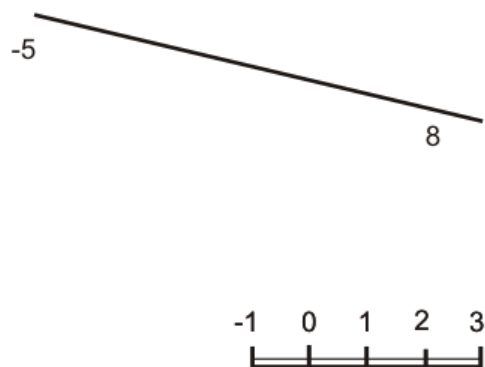
1) 1)



2) A12



4

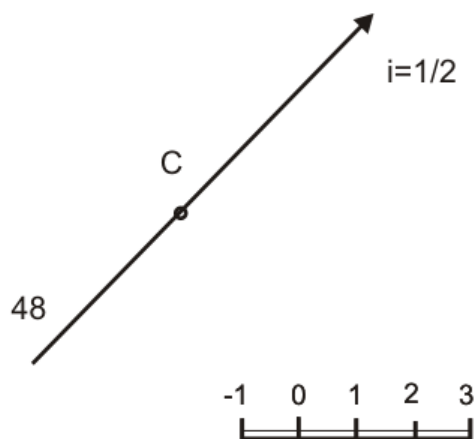


2

Определить положение точки относительно проекционного аппарата

A-6

5

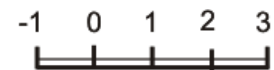
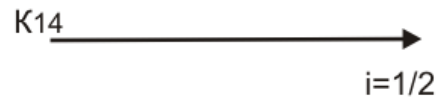


3

Модель точки, прямой в проекциях с числовыми отметками.

1. Укажите модель точки в проекциях с числовыми отметками.
2. Определить положение точки относительно проекционного аппарата
3. Определить положение прямой относительно проекционного аппарата
4. Проградировать прямую.
5. Определить числовую отметку точки принадлежащей прямой

3



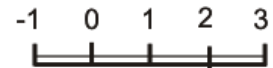
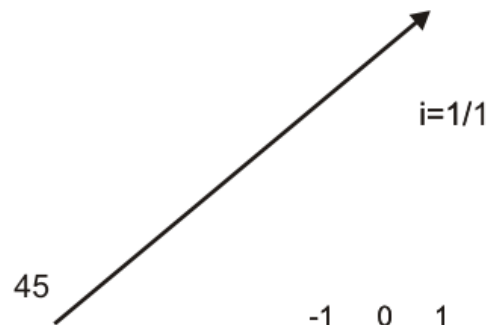
1

1) \circ A22

2) \circ A2
X_{1,2} _____
 \circ A1

3) X_{1,2} _____
 \circ A_{1,2}

4

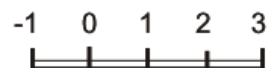
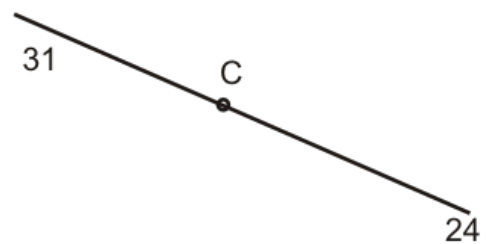


2

Определить положение точки относительно проекционного аппарата

\circ A₀

5

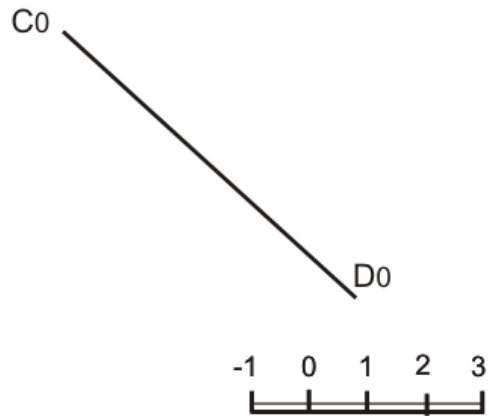


4

Модель точки, прямой в проекциях с числовыми отметками.

1. Укажите модель точки в проекциях с числовыми отметками.
2. Определить положение точки относительно проекционного аппарата
3. Определить положение прямой относительно проекционного аппарата
4. Проградировать прямую.
5. Определить числовую отметку точки принадлежащей прямой

3



1

1)

◦ A1

X_{1,2} _____

◦ A2

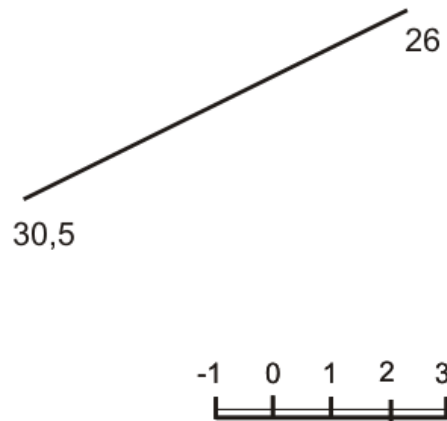
2)

X_{1,2} _____ A_{1,2}

3)

◦ A120

4

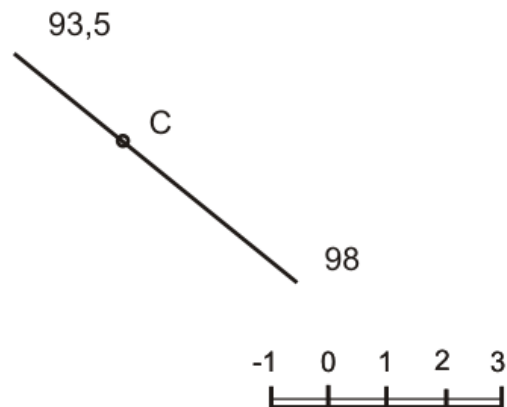


2

Определить положение точки относительно проекционного аппарата

◦ A 10

5

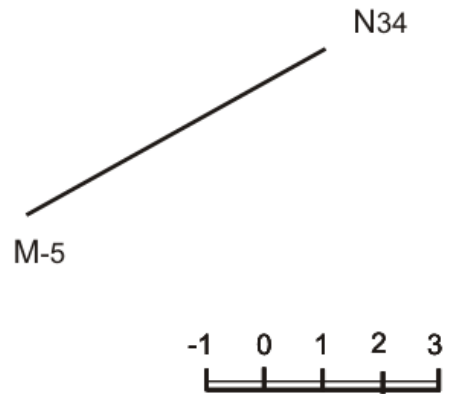


5

Модель точки, прямой в проекциях с числовыми отметками.

1. Укажите модель точки в проекциях с числовыми отметками.
2. Определить положение точки относительно проекционного аппарата
3. Определить положение прямой относительно проекционного аппарата
4. Проградировать прямую.
5. Определить числовую отметку точки принадлежащей прямой

3



1

1) X_{1,2} _____

- A2
- A1

2)

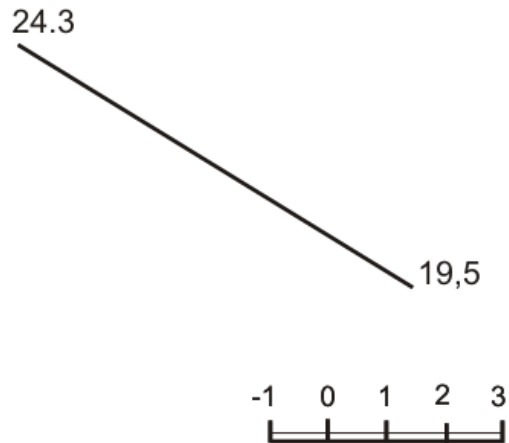
- A10

X_{1,2} _____

3)

- A1,2

4

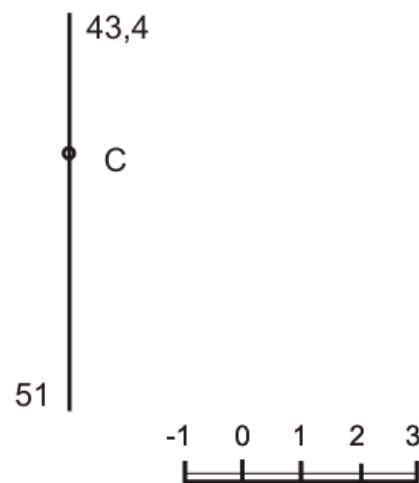


2

Определить положение точки относительно проекционного аппарата

A-120

5



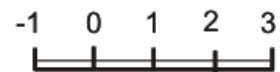
6

Модель точки, прямой в проекциях с числовыми отметками.

1. Укажите модель точки в проекциях с числовыми отметками.
2. Определить положение точки относительно проекционного аппарата
3. Определить положение прямой относительно проекционного аппарата
4. Проградировать прямую.
5. Определить числовую отметку точки принадлежащей прямой

3

E21=F67



1) 1)

X_{1,2} _____

• A_{1,2}

• A₁

2)

X_{1,2} _____

• A₂

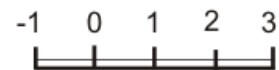
3)

• A₃₁

4

43

54



2

Определить положение точки относительно проекционного аппарата

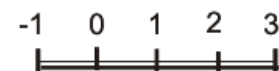
• A₀

5

34

C

24

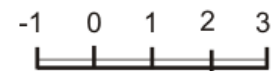


7

Модель точки, прямой в проекциях с числовыми отметками.

1. Укажите модель точки в проекциях с числовыми отметками.
2. Определить положение точки относительно проекционного аппарата
3. Определить положение прямой относительно проекционного аппарата
4. Проградуировать прямую.
5. Определить числовую отметку точки принадлежащей прямой

3



1

1) $X_{1,2}$ _____

• A2

• A1

2)

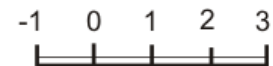
• A100

$X_{1,2}$ _____

3)

• A1,2

4

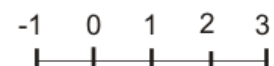


2

Определить положение точки относительно проекционного аппарата

• A-40

5

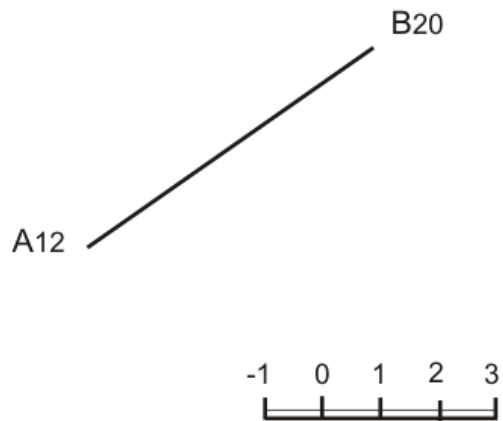


8

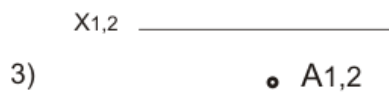
Модель точки, прямой в проекциях с числовыми отметками.

1. Укажите модель точки в проекциях с числовыми отметками.
2. Определить положение точки относительно проекционного аппарата
3. Определить положение прямой относительно проекционного аппарата
4. Проградировать прямую.
5. Определить числовую отметку точки принадлежащей прямой

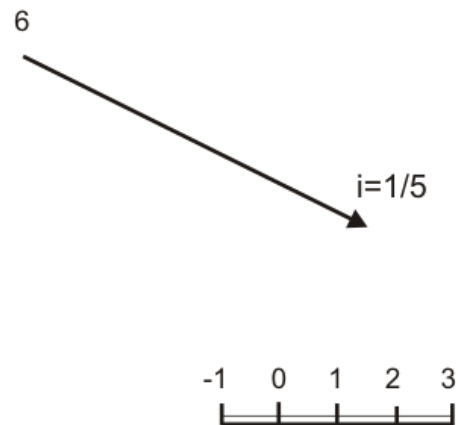
3



1



4

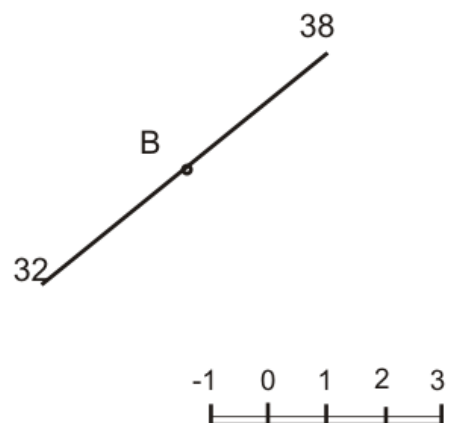


2

Определить положение точки относительно проекционного аппарата



5

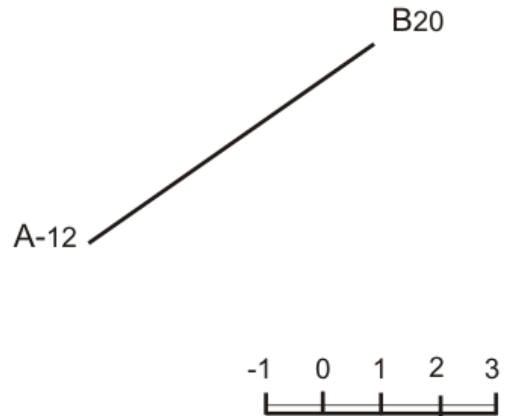


9

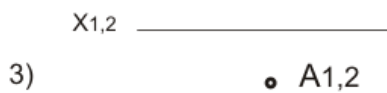
Модель точки, прямой в проекциях с числовыми отметками.

1. Укажите модель точки в проекциях с числовыми отметками.
2. Определить положение точки относительно проекционного аппарата
3. Определить положение прямой относительно проекционного аппарата
4. Проградуировать прямую.
5. Определить числовую отметку точки принадлежащей прямой

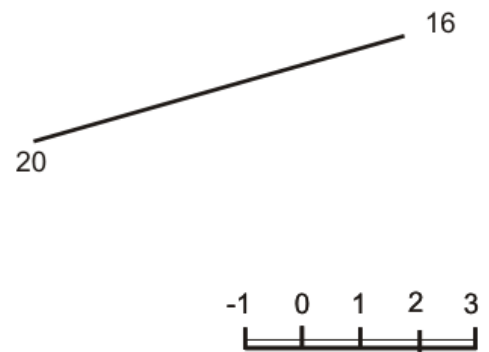
3



1



4

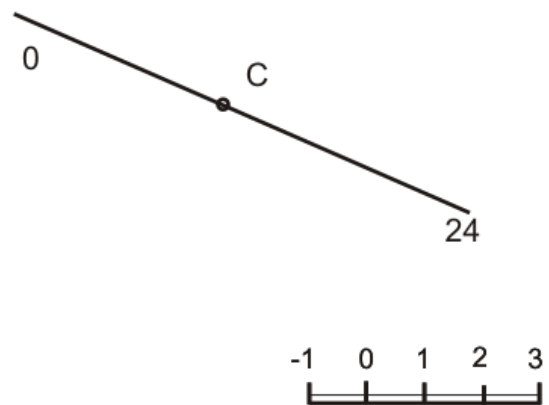


2

Определить положение точки относительно проекционного аппарата



5

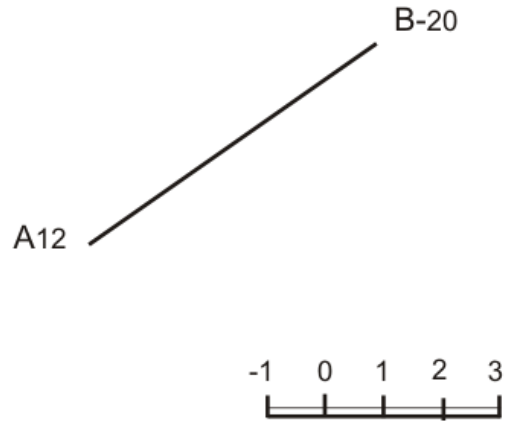


10

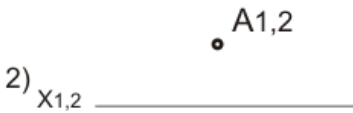
Модель точки, прямой в проекциях с числовыми отметками.

1. Укажите модель точки в проекциях с числовыми отметками.
2. Определить положение точки относительно проекционного аппарата
3. Определить положение прямой относительно проекционного аппарата
4. Проградировать прямую.
5. Определить числовую отметку точки принадлежащей прямой

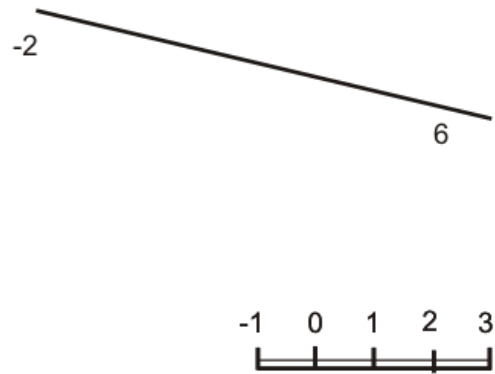
3



1



4

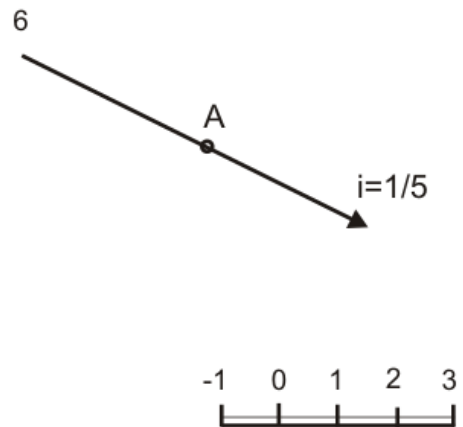


2

Определить положение точки относительно проекционного аппарата


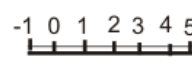
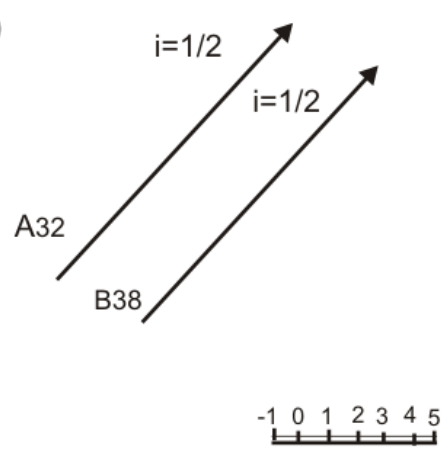
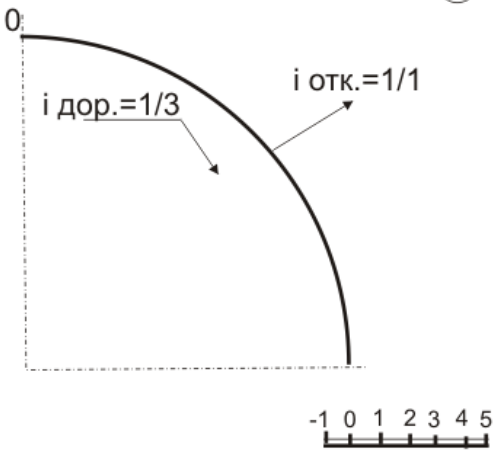



5



Учебный модуль 2

Модель прямой, поверхности в проекциях с числовыми отметками

<div style="text-align: center; border: 1px solid black; width: 40px; margin: 0 auto; padding: 5px;">1</div> <p>Модель плоскости, поверхности в проекциях с числовыми отметками</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определить модель репера плоскости. Построить горизонтали заданной плоскости. 2. Определить модель репера плоскости. Построить масштаб уклона плоскости. 3. Изобразить прямой или обратный конус, если дана вершина и уклон образующей. 4. Построить поверхность постоянного ската. 5. Изобразить горизонталями указанную топографическую поверхность 	<div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;">(3)</div> <p style="text-align: center;">прямой</p> <div style="text-align: center; margin: 20px 0;">  </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: right;"> $i=1/1$ </div> </div>
<div style="margin-bottom: 10px;">(1)</div> <div style="text-align: center;">  </div>	<div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;">(4)</div> <div style="text-align: center;">  </div>
<div style="margin-bottom: 10px;">(2)</div> <div style="text-align: center;">  </div>	<div style="text-align: right; margin-bottom: 10px;">(5)</div> <p style="text-align: center;">щеки</p>

2

Модель плоскости, поверхности в проекциях с числовыми отметками

1. Определить модель репера плоскости. Построить горизонтали заданной плоскости.
2. Определить модель репера плоскости. Построить масштаб уклона плоскости.
3. Изобразить прямой или обратный конус, если дана вершина и уклон образующей.
4. Построить поверхность постоянного ската.
5. Изобразить горизонталями указанную топографическую поверхность

обратный

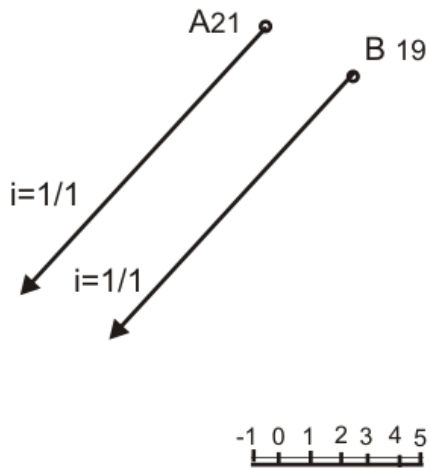
3

0

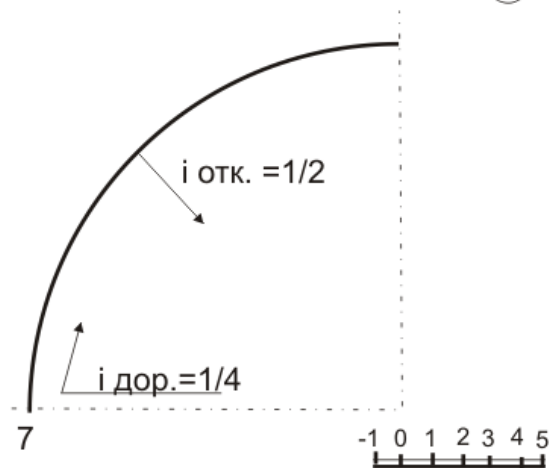
-1 0 1 2 3 4 5

$i=1/2$

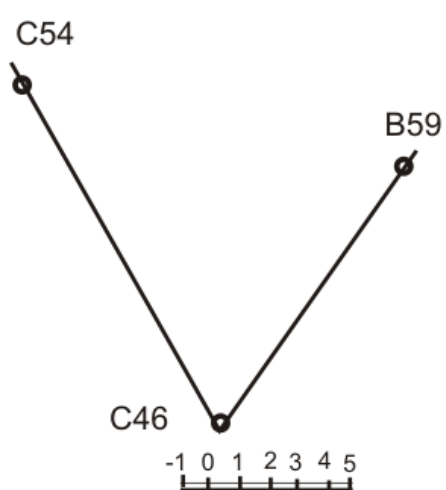
1



4

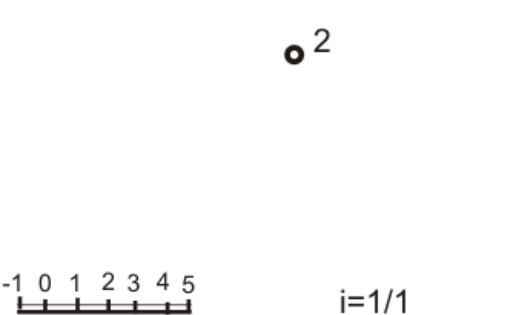
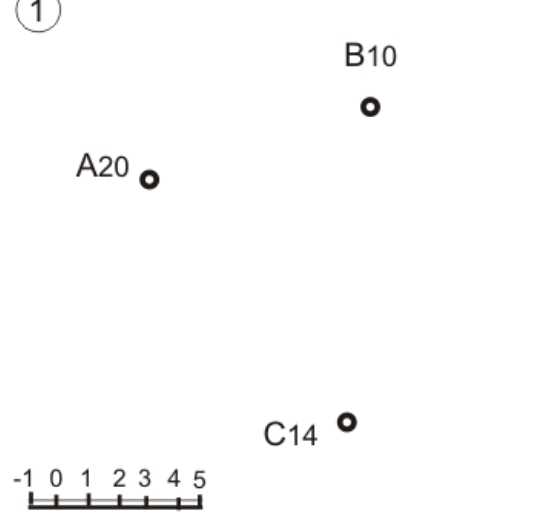
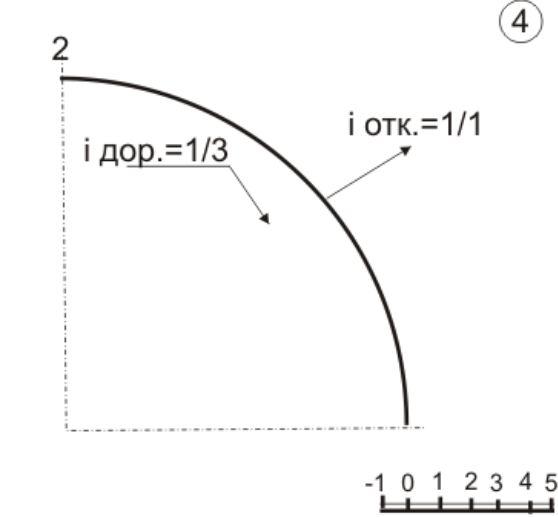
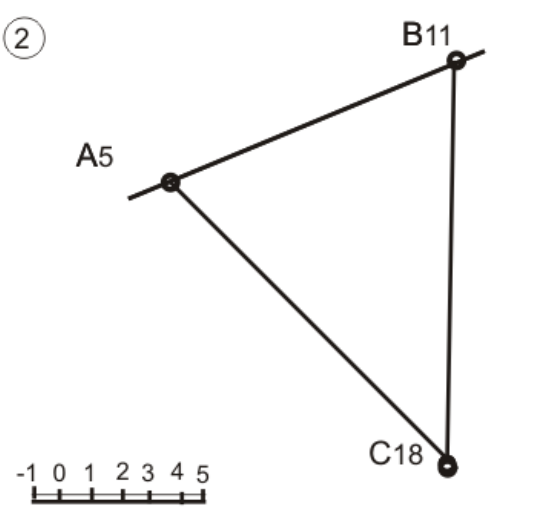


2



дно

5

<p style="text-align: center;">3</p> <p>Модель плоскости, поверхности в проекциях с числовыми отметками</p> <p>1. Определить модель репера плоскости. Построить горизонтали заданной плоскости.</p> <p>2. Определить модель репера плоскости. Построить масштаб уклона плоскости.</p> <p>3. Изобразить прямой или обратный конус, если дана вершина и уклон образующей.</p> <p>4. Построить поверхность постоянного ската.</p> <p>5. Изобразить горизонталями указанную топографическую поверхность</p>	<p style="text-align: right;">прямой ③</p> <p style="text-align: center;">● 2</p> <p style="text-align: center;">-1 0 1 2 3 4 5 i=1/1</p> 
<p style="text-align: left;">①</p> <p style="text-align: center;">A20 ●</p> <p style="text-align: center;">B10 ●</p> <p style="text-align: center;">C14 ●</p> <p style="text-align: center;">-1 0 1 2 3 4 5</p> 	<p style="text-align: right;">④</p> <p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">i дор.=1/3</p> <p style="text-align: center;">i отк.=1/1</p> <p style="text-align: center;">-1 0 1 2 3 4 5</p> 
<p style="text-align: left;">②</p> <p style="text-align: center;">A5 ●</p> <p style="text-align: center;">B11 ●</p> <p style="text-align: center;">C18 ●</p> <p style="text-align: center;">-1 0 1 2 3 4 5</p> 	<p style="text-align: left;">котловина ⑤</p>

<p style="text-align: center;">4</p> <p>Модель плоскости, поверхности в проекциях с числовыми отметками</p> <p>1. Определить модель репера плоскости. Построить горизонтали заданной плоскости.</p> <p>2. Определить модель репера плоскости. Построить масштаб уклона плоскости.</p> <p>3. Изобразить прямой или обратный конус, если дана вершина и уклон образующей.</p> <p>4. Построить поверхность постоянного ската.</p> <p>5. Изобразить горизонталями указанную топографическую поверхность</p>	<p>обратный ③</p> <p style="text-align: right;">● 3</p> <p style="text-align: center;">-1 0 1 2 3 4 5 $i=1/3$</p>
<p>①</p> <p style="text-align: right;">B69 ●</p> <p style="text-align: center;">A65 ●</p> <p style="text-align: right;">C59 ●</p> <p style="text-align: center;">-1 0 1 2 3 4 5</p>	<p style="text-align: right;">④</p> <p style="text-align: center;">i отк. = 1/2</p> <p style="text-align: center;">i дор. = 1/4</p> <p style="text-align: center;">6</p> <p style="text-align: right;">-1 0 1 2 3 4 5</p>
<p>②</p> <p style="text-align: right;">B39 ●</p> <p style="text-align: center;">A43 ●</p> <p style="text-align: right;">C40 ●</p> <p style="text-align: center;">-1 0 1 2 3 4 5</p>	<p>вершина ⑤</p>

<p style="text-align: center;">5</p> <p>Модель плоскости, поверхности в проекциях с числовыми отметками</p> <p>1. Определить модель репера плоскости. Построить горизонтали заданной плоскости. 2. Определить модель репера плоскости. Построить масштаб уклона плоскости. 3. Изобразить прямой или обратный конус, если дана вершина и уклон образующей. 4. Построить поверхность постоянного ската. 5. Изобразить горизонталями указанную топографическую поверхность</p>	<p>прямой ③</p> <p style="text-align: center;">● 4</p> <p style="text-align: center;">-1 0 1 2 3 4 5 $i=1/2$</p>
<p>①</p> <p style="text-align: center;">A17 ●</p> <p style="text-align: right;">B10 ●</p> <p style="text-align: right;">C7 ●</p> <p style="text-align: center;">-1 0 1 2 3 4 5</p>	<p style="text-align: right;">④</p> <p style="text-align: center;">3</p> <p style="text-align: center;">$i_{дор.}=1/3$</p> <p style="text-align: center;">$i_{отк.}=1/1$</p> <p style="text-align: center;">-1 0 1 2 3 4 5</p>
<p>②</p> <p style="text-align: center;">A65 ●</p> <p style="text-align: right;">B69 ●</p> <p style="text-align: right;">C59 ●</p> <p style="text-align: center;">-1 0 1 2 3 4 5</p>	<p>щеки ⑤</p>

6

Модель плоскости, поверхности в проекциях с числовыми отметками

1. Определить модель репера плоскости. Построить горизонтали заданной плоскости.
2. Определить модель репера плоскости. Построить масштаб уклона плоскости.
3. Изобразить прямой или обратный конус, если дана вершина и уклон образующей.
4. Построить поверхность постоянного ската.
5. Изобразить горизонталями указанную топографическую поверхность

обратный

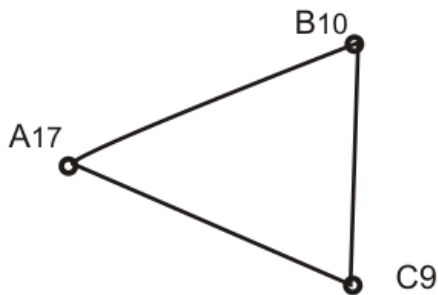
3

5

-1 0 1 2 3 4 5

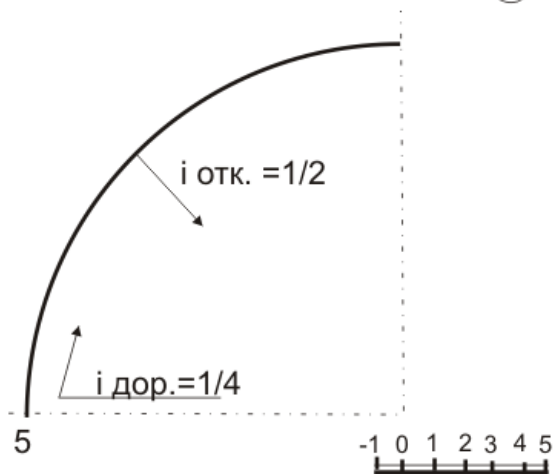
$i=1/1$

1



-1 0 1 2 3 4 5

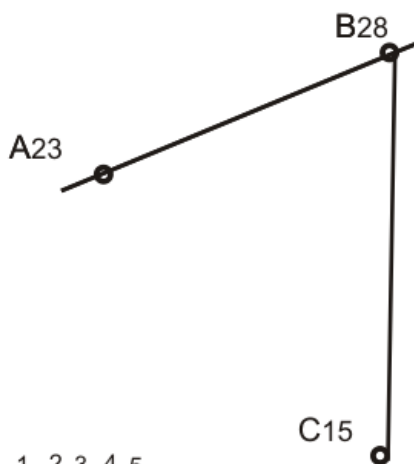
4



5

-1 0 1 2 3 4 5

2



-1 0 1 2 3 4 5

котловина

5

7

Модель плоскости, поверхности в проекциях с числовыми отметками

1. Определить модель репера плоскости. Построить горизонтали заданной плоскости.
2. Определить модель репера плоскости. Построить масштаб уклона плоскости.
3. Изобразить прямой или обратный конус, если дана вершина и уклон образующей.
4. Построить поверхность постоянного ската.
5. Изобразить горизонталями указанную топографическую поверхность

прямой

3

6

-1 0 1 2 3 4 5

$i=1/3$

1

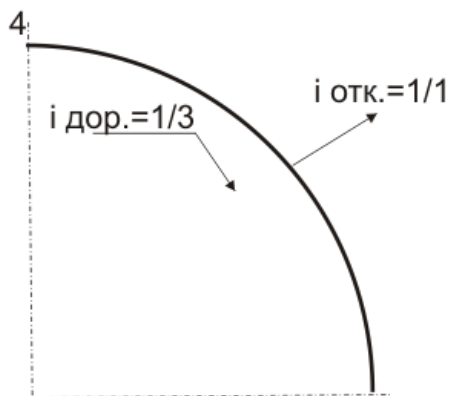
A66

B54

C72

-1 0 1 2 3 4 5

4



-1 0 1 2 3 4 5

2

A17

B10

C19

-1 0 1 2 3 4 5

вершина

5

8

Модель плоскости, поверхности в проекциях с числовыми отметками

1. Определить модель репера плоскости. Построить горизонтали заданной плоскости.
2. Определить модель репера плоскости. Построить масштаб уклона плоскости.
3. Изобразить прямой или обратный конус, если дана вершина и уклон образующей.
4. Построить поверхность постоянного ската.
5. Изобразить горизонталями указанную топографическую поверхность

обратный

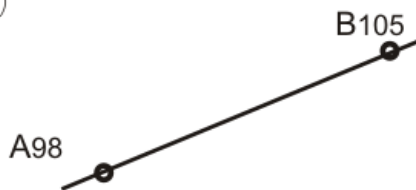
③

● 7

-1 0 1 2 3 4 5

 $i=1/2$

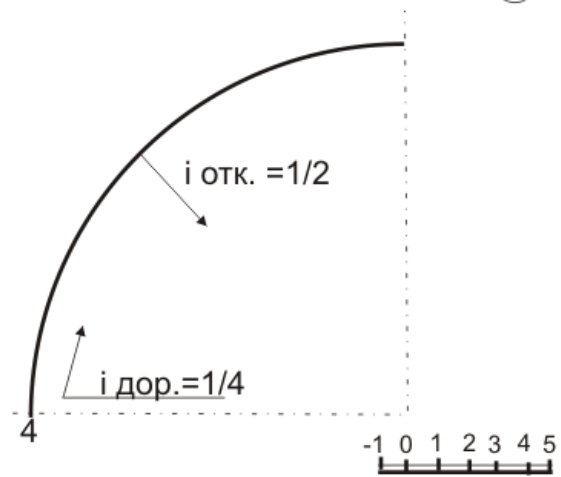
①



-1 0 1 2 3 4 5

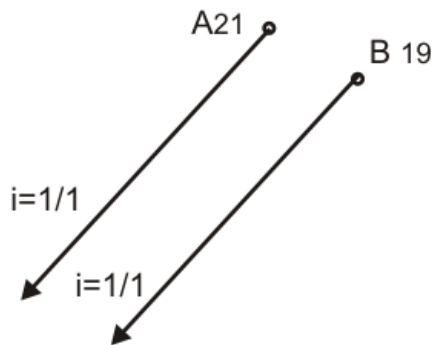
C95 ●

④



-1 0 1 2 3 4 5

②



-1 0 1 2 3 4 5

дно

⑤

9

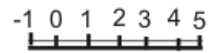
Модель плоскости, поверхности в проекциях с числовыми отметками

1. Определить модель репера плоскости. Построить горизонтали заданной плоскости.
2. Определить модель репера плоскости. Построить масштаб уклона плоскости.
3. Изобразить прямой или обратный конус, если дана вершина и уклон образующей.
4. Построить поверхность постоянного ската.
5. Изобразить горизонталями указанную топографическую поверхность

прямой

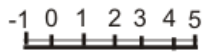
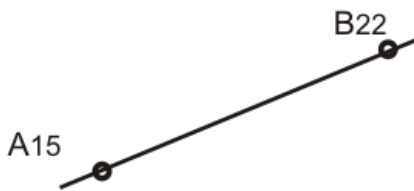
3

8



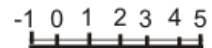
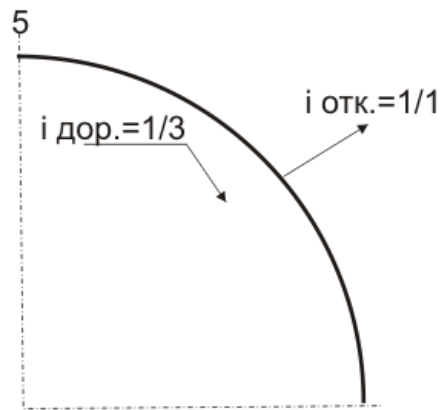
$i=1/1$

1

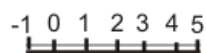
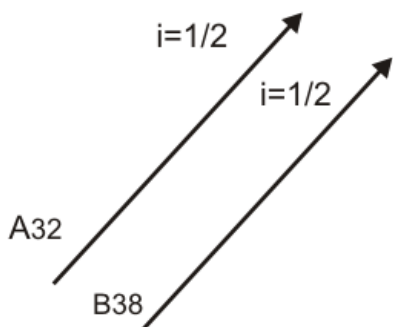


C8

4



2



котловина

5

10

Модель плоскости, поверхности в проекциях с числовыми отметками

1. Определить модель репера плоскости. Построить горизонтали заданной плоскости.
2. Определить модель репера плоскости. Построить масштаб уклона плоскости.
3. Изобразить прямой или обратный конус, если дана вершина и уклон образующей.
4. Построить поверхность постоянного ската.
5. Изобразить горизонталями указанную топографическую поверхность

обратный

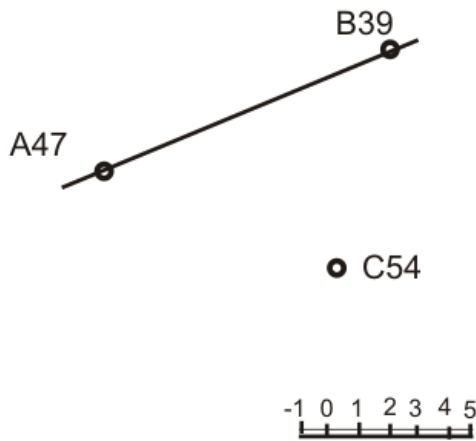
3

10

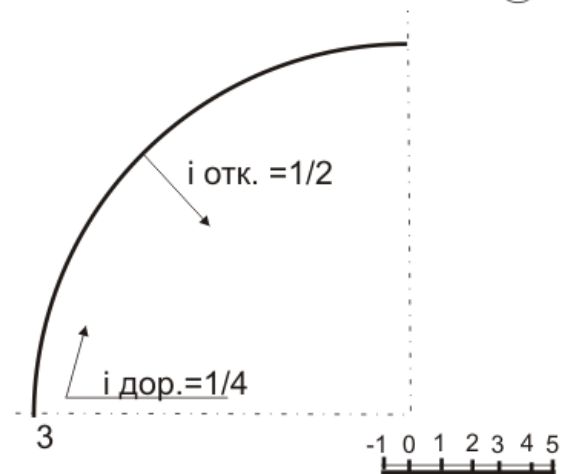
-1 0 1 2 3 4 5

$i=1/2$

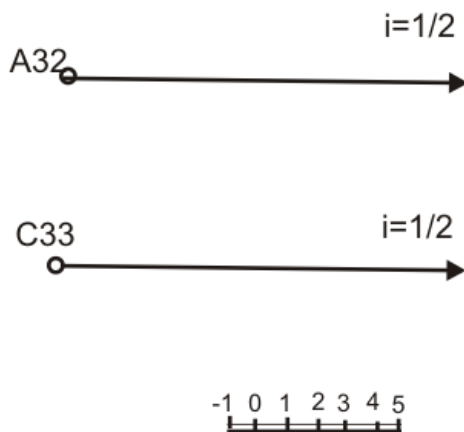
1



4



2



вершина

5

Учебный модуль 3

Позиционные задачи в проекциях с числовыми отметками

Для решения позиционных задач требуется выполнение дополнительных построений.

Чтобы определить общие элементы двух геометрических объектов нужно:

1. Масштаб уклона плоскости дополнить целочисленными отметками, так как масштаб уклона плоскости – это проградированная линия ската с нанесенными целочисленными отметками.

2. Модель конической поверхности дополнить недостающими горизонталями.

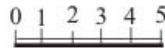
3. Модель топографической поверхности дополнить недостающими горизонталями.

1

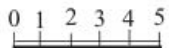
Решение позиционных задач

1. Выполнить пересечение прямой и плоскости.
2. Выполнить пересечение плоскости и geometr. поверхности.
3. Выполнить пересечение плоскостей.
4. Выполнить пересечение плоскости и топограф. поверхности.
5. Выполнить пересечение поверхностей.

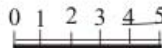
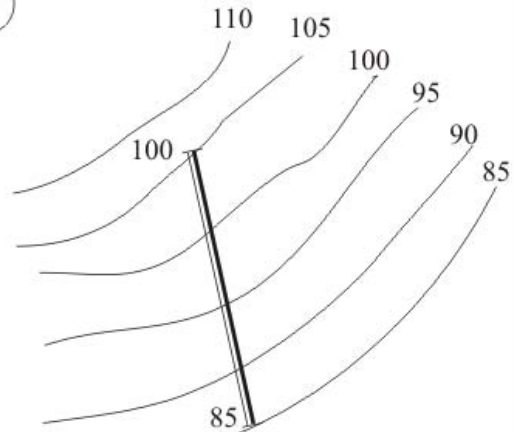
3



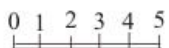
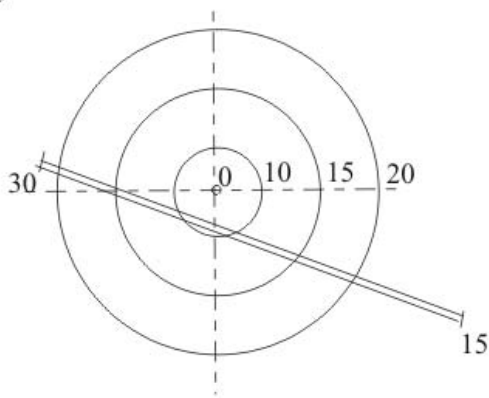
1



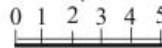
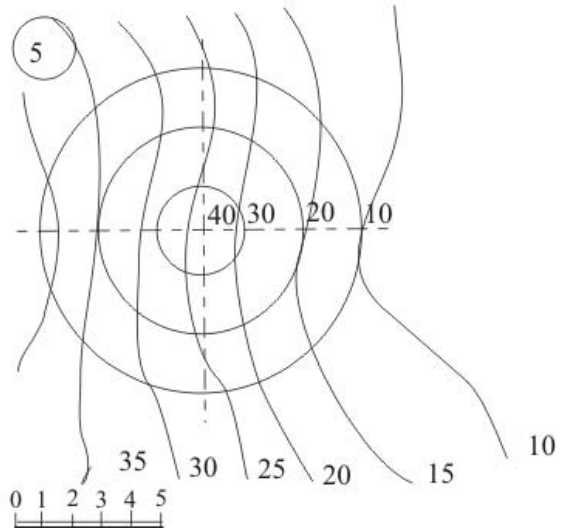
4



2



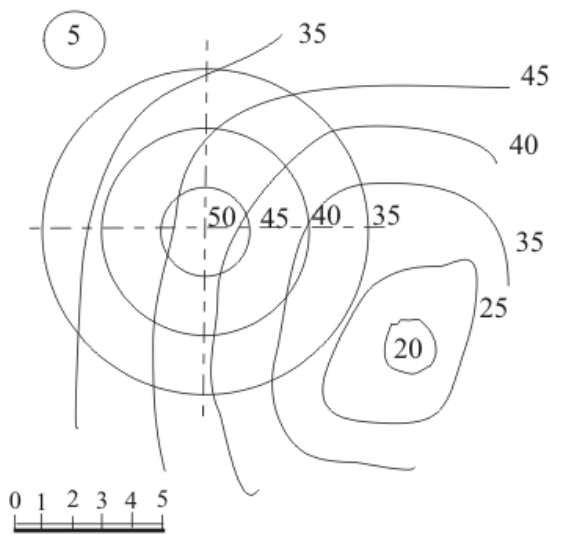
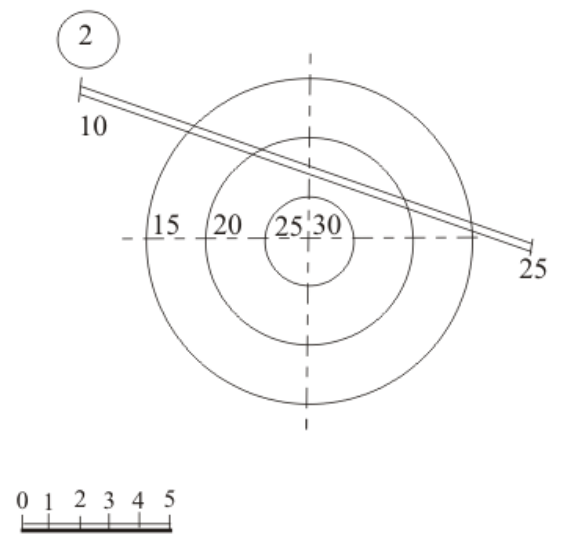
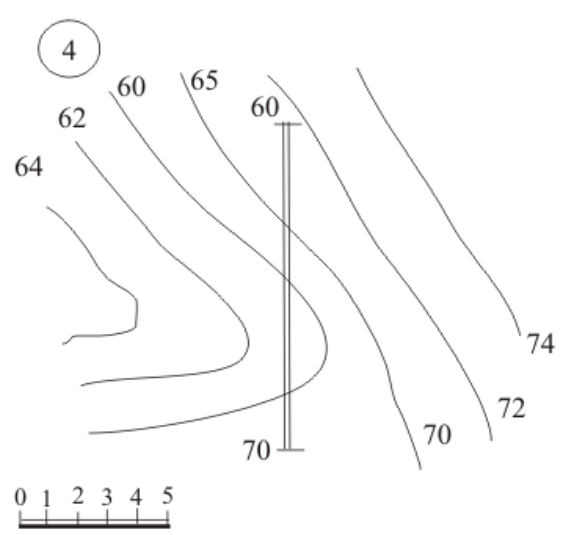
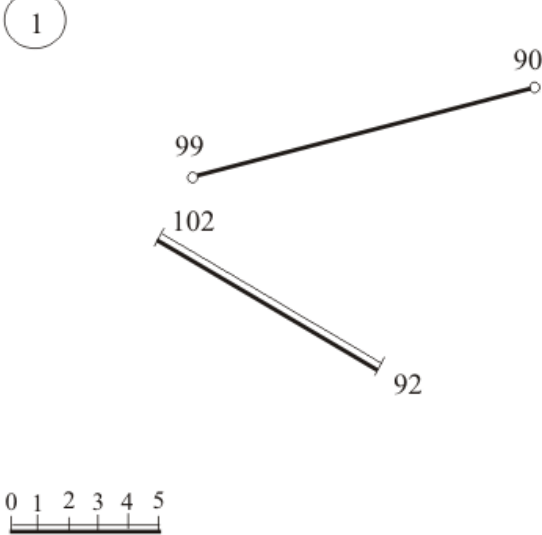
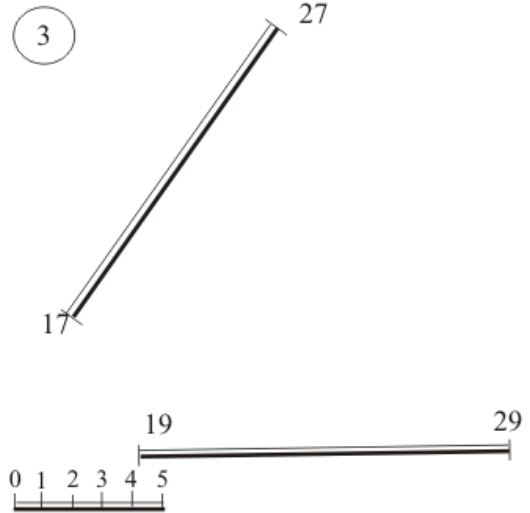
5



2

Решение позиционных задач

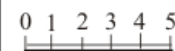
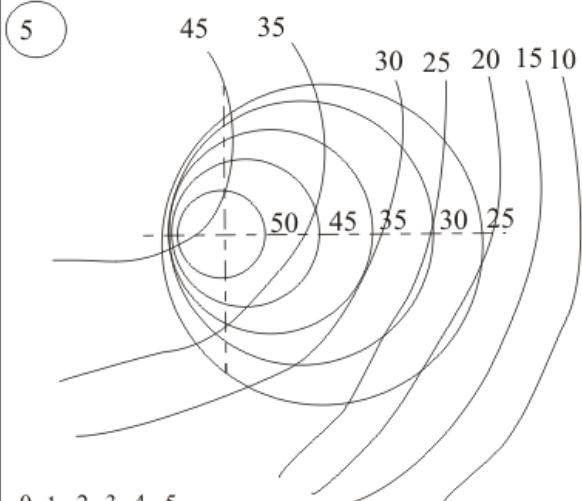
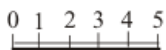
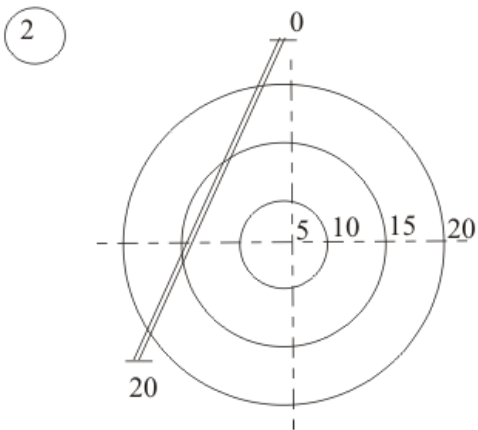
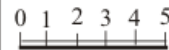
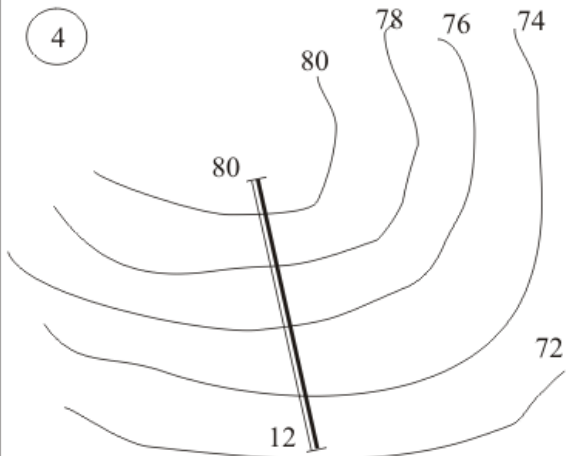
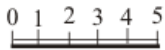
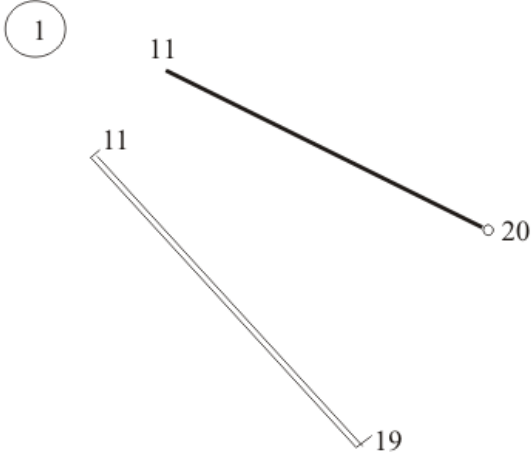
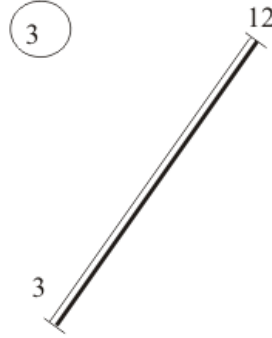
1. Выполнить пересечение прямой и плоскости.
2. Выполнить пересечение плоскости и геометр. поверхности.
3. Выполнить пересечение плоскостей.
4. Выполнить пересечение плоскости и топограф. поверхности.
5. Выполнить пересечение поверхностей.



3

Решение позиционных задач

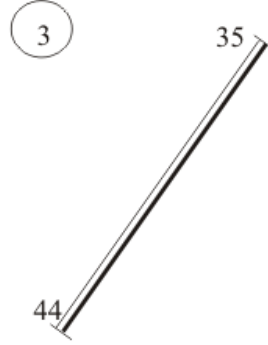
1. Выполнить пересечение прямой и плоскости.
2. Выполнить пересечение плоскости и геометр. поверхности.
3. Выполнить пересечение плоскостей.
4. Выполнить пересечение плоскости и топограф. поверхности.
5. Выполнить пересечение поверхностей.



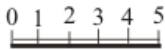
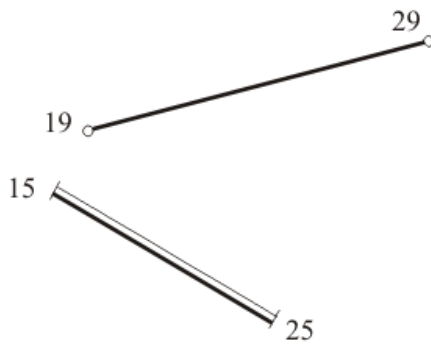
4

Решение позиционных задач

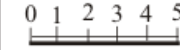
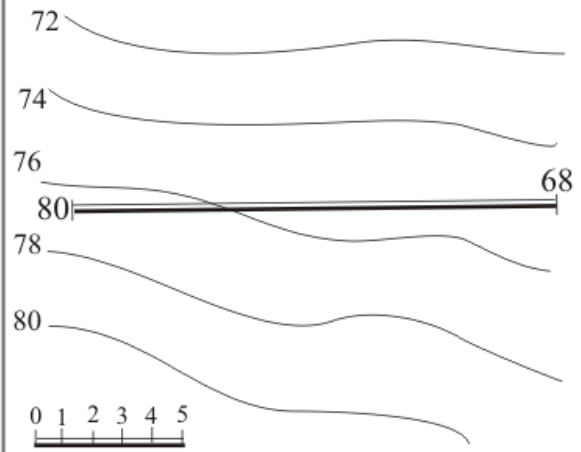
1. Выполнить пересечение прямой и плоскости.
2. Выполнить пересечение плоскости и геометр. поверхности.
3. Выполнить пересечение плоскостей.
4. Выполнить пересечение плоскости и топограф. поверхности.
5. Выполнить пересечение поверхностей.



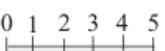
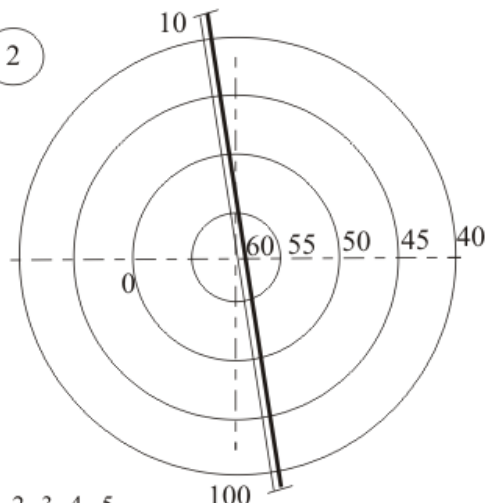
1



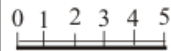
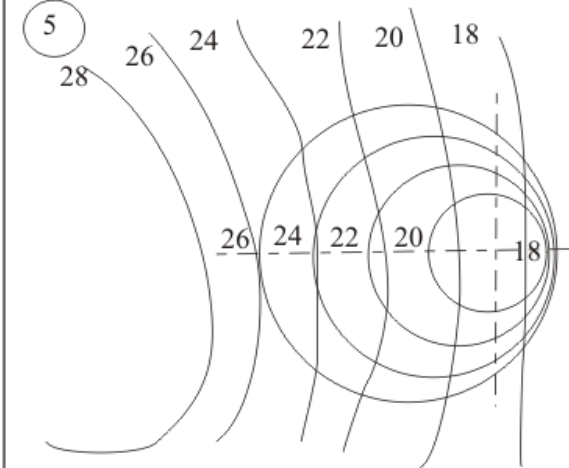
4



2



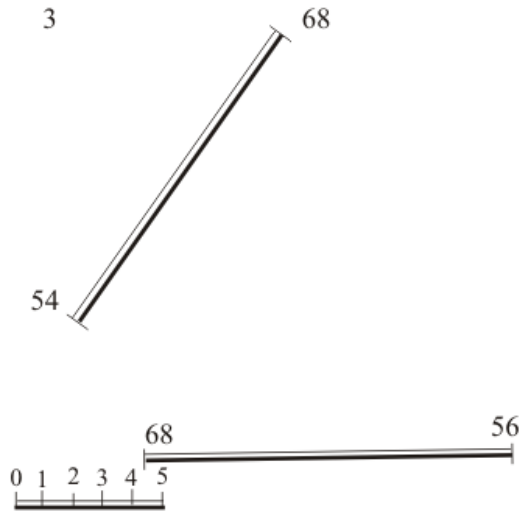
5



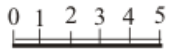
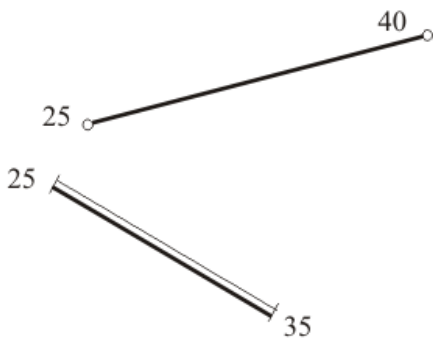
5

Решение позиционных задач

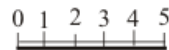
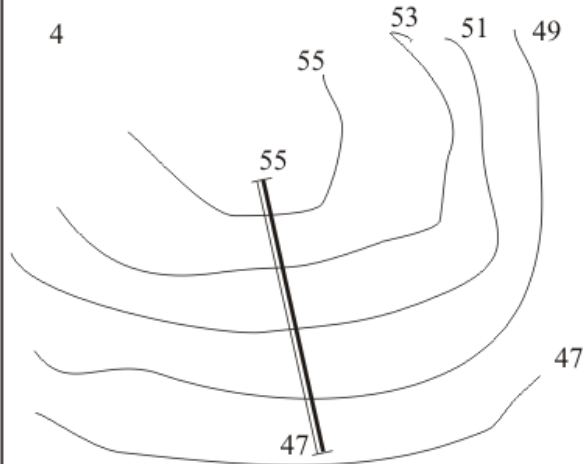
1. Выполнить пересечение прямой и плоскости.
2. Выполнить пересечение плоскости и геометр. поверхности.
3. Выполнить пересечение плоскостей.
4. Выполнить пересечение плоскости и топограф. поверхности.
5. Выполнить пересечение поверхностей.



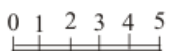
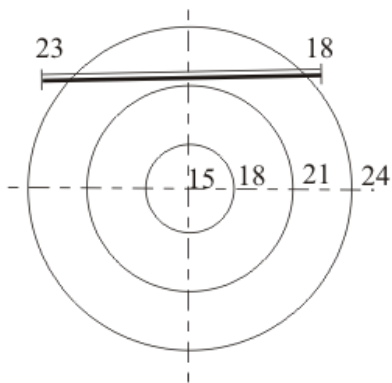
1



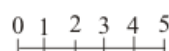
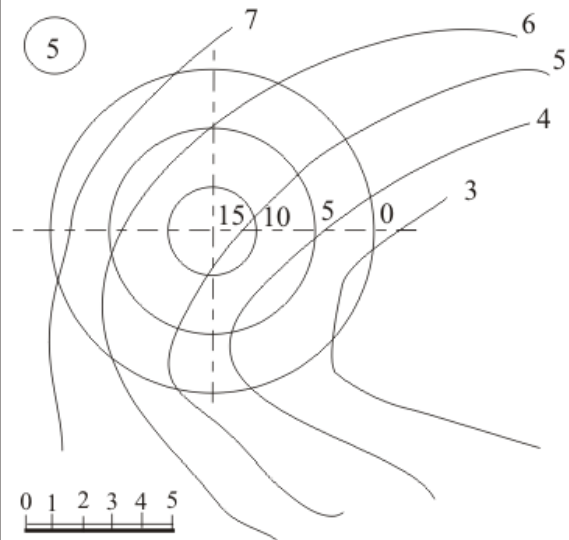
4



2



5

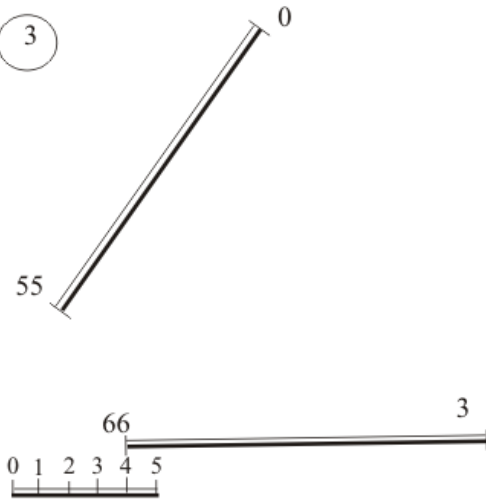


6

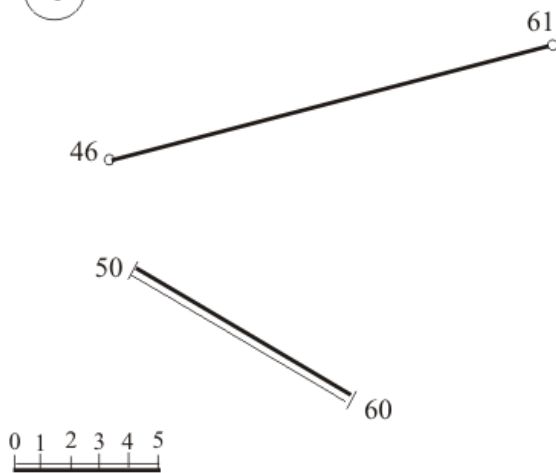
Решение позиционных задач

1. Выполнить пересечение прямой и плоскости.
2. Выполнить пересечение плоскости и геометр. поверхности.
3. Выполнить пересечение плоскостей.
4. Выполнить пересечение плоскости и топограф. поверхности.
5. Выполнить пересечение поверхностей.

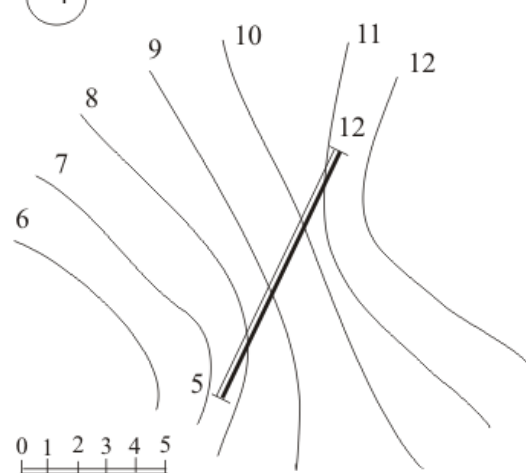
3



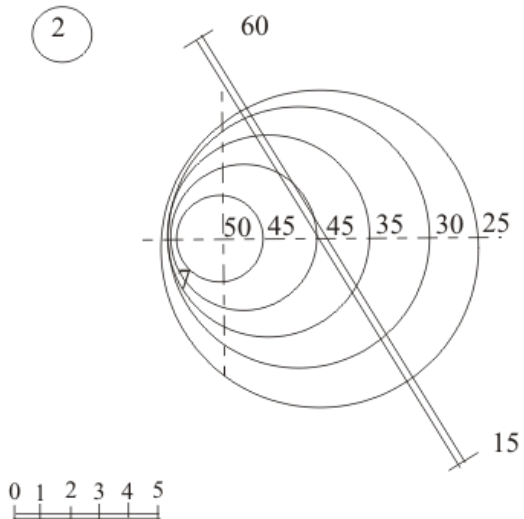
1



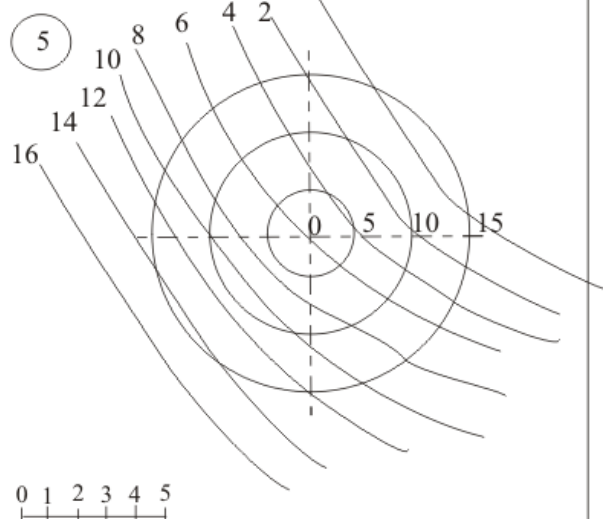
4



2



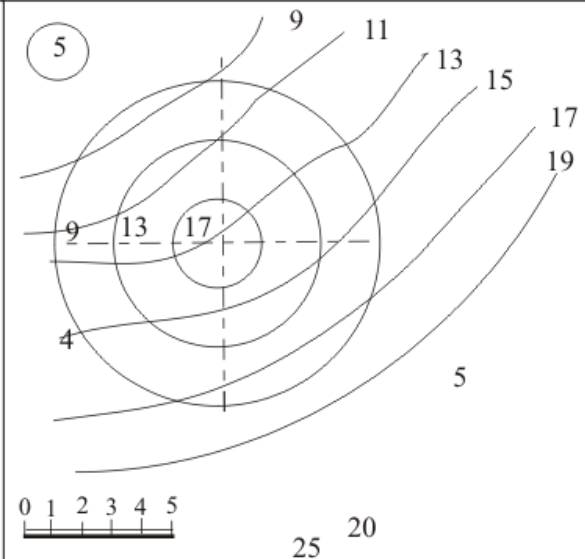
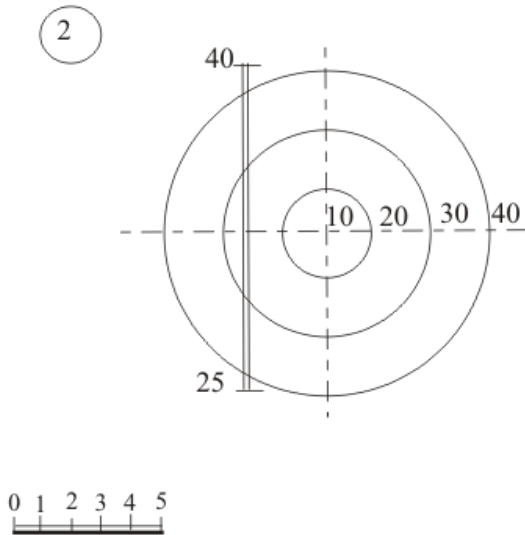
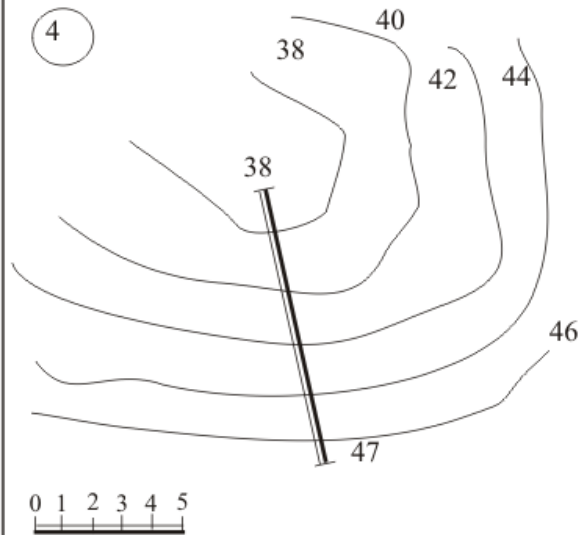
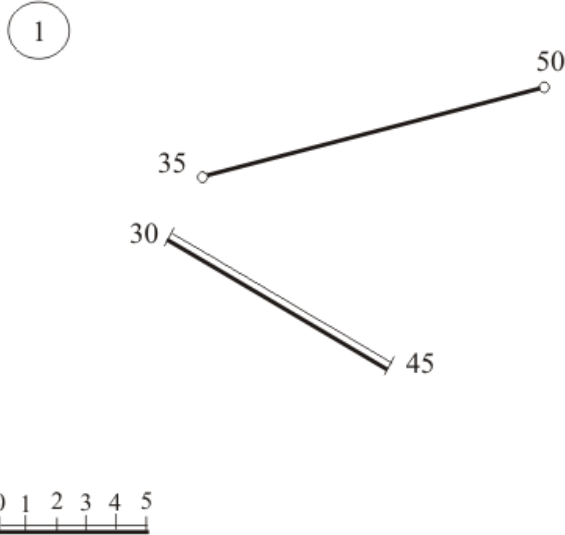
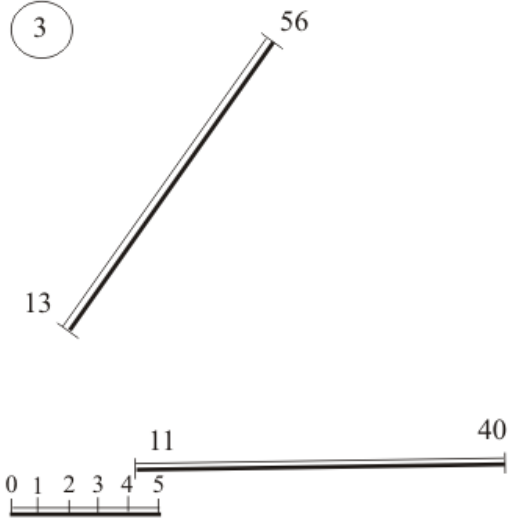
5



7

Решение позиционных задач

1. Выполнить пересечение прямой и плоскости.
2. Выполнить пересечение плоскости и geometr. поверхности.
3. Выполнить пересечение плоскостей.
4. Выполнить пересечение плоскости и топограф. поверхности.
5. Выполнить пересечение поверхностей.

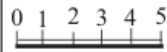
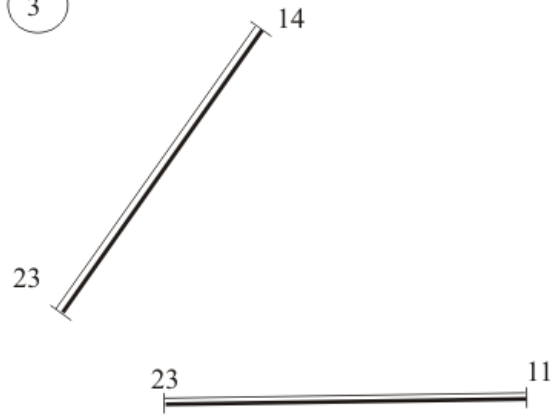


8

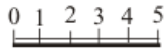
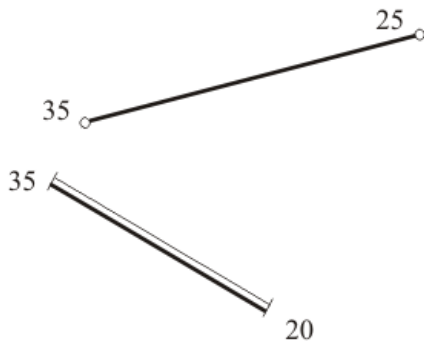
Решение позиционных задач

1. Выполнить пересечение прямой и плоскости.
2. Выполнить пересечение плоскости и геометр. поверхности.
3. Выполнить пересечение плоскостей.
4. Выполнить пересечение плоскости и топограф. поверхности.
5. Выполнить пересечение поверхностей.

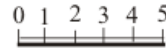
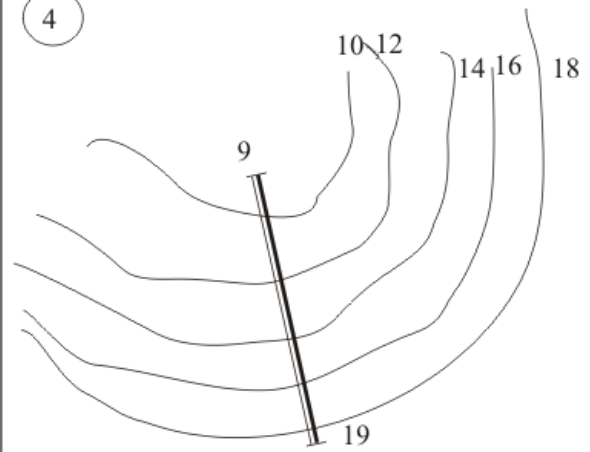
3



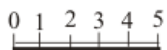
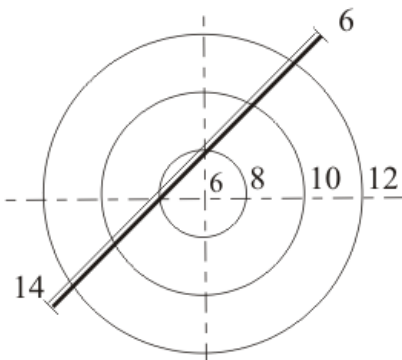
1



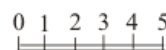
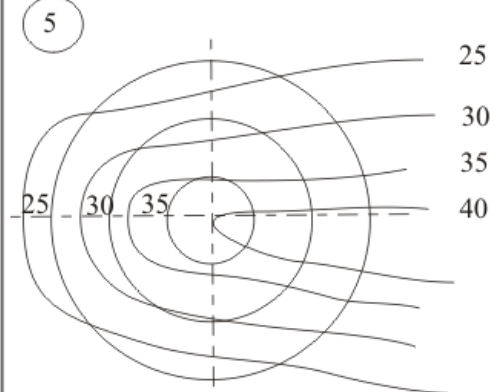
4



2



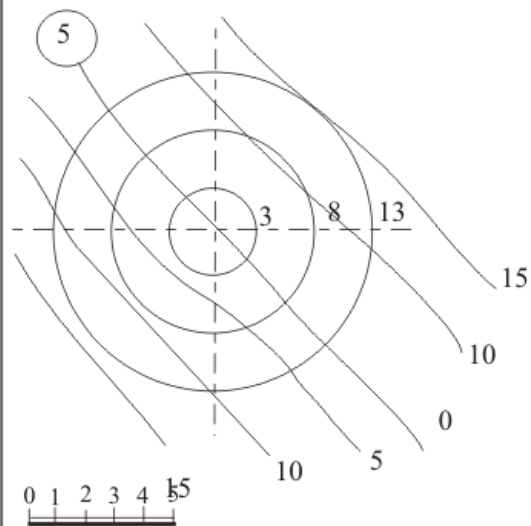
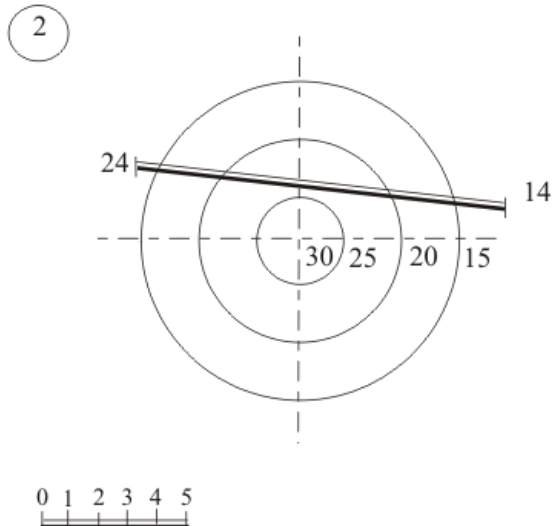
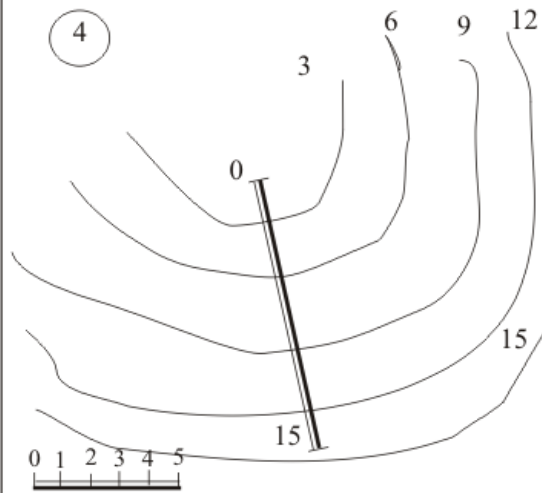
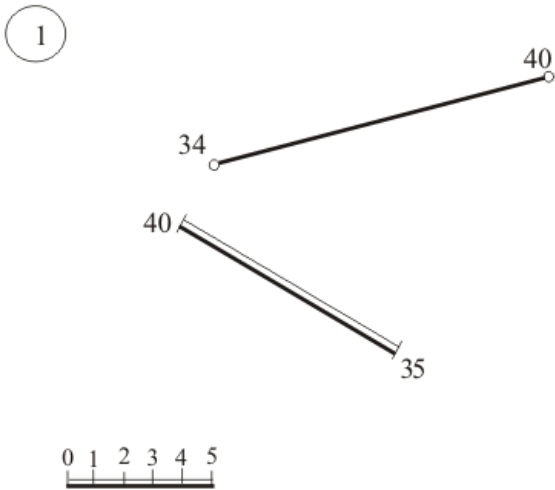
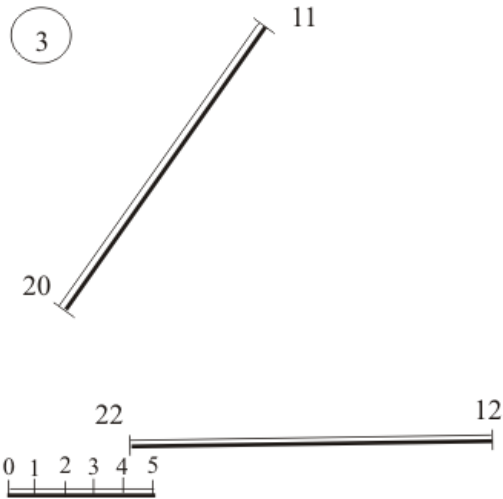
5



9

Решение позиционных задач

1. Выполнить пересечение прямой и плоскости.
2. Выполнить пересечение плоскости и geometr. поверхности.
3. Выполнить пересечение плоскостей.
4. Выполнить пересечение плоскости и топограф. поверхности.
5. Выполнить пересечение поверхностей.

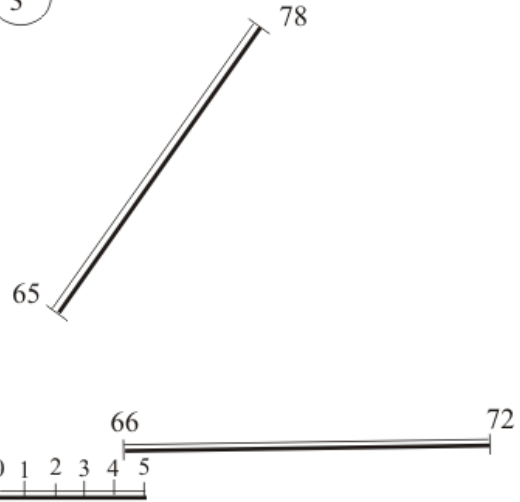


10

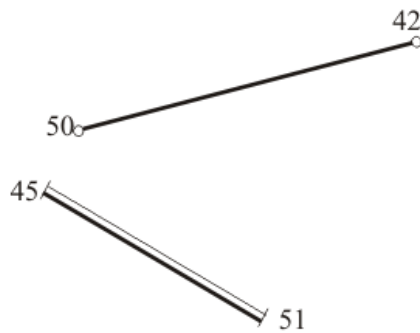
Решение позиционных задач

1. Выполнить пересечение прямой и плоскости.
2. Выполнить пересечение плоскости и геометр. поверхности.
3. Выполнить пересечение плоскостей.
4. Выполнить пересечение плоскости и топограф. поверхности.
5. Выполнить пересечение поверхностей.

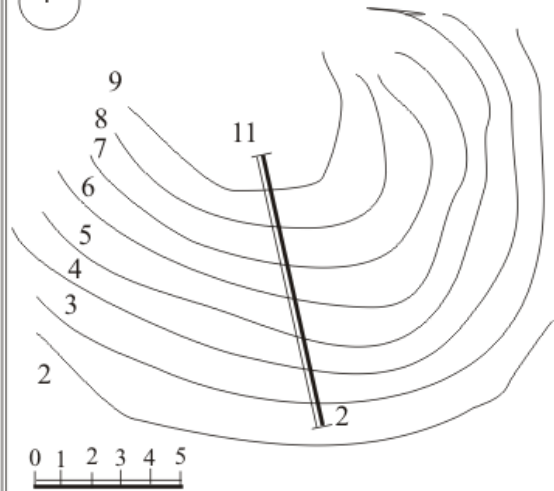
3



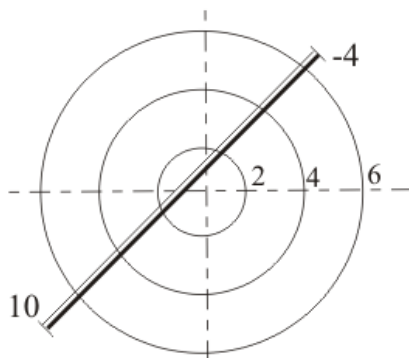
1



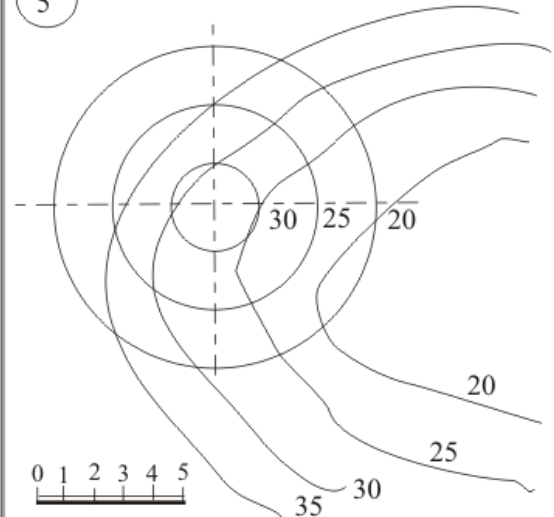
4



2



5



5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Земляные работы широко распространены в строительстве — промышленном, гражданском и гидротехническом. Применяются они при планировке строительных площадок, при отрывке котлованов для сооружений, при отрывке траншей для подземных трубопроводов, при сооружении земляных плотин, дамб, выемок и насыпей, в железнодорожном и автомобильном строительстве и при строительстве каналов.

Широко распространены земляные работы и при добыче в карьерах таких строительных материалов, как песок, глина, гравий, известняк, камень, которые используются преимущественно в промышленности по изготовлению строительных деталей и кирпича и при приготовлении бетонной смеси.

Основными видами земляных работ являются следующие:

- рытье котлованов для промышленных, гражданских и гидротехнических зданий и сооружений, в которых размещаются подземные части их, преимущественно фундаменты (после устройства фундаментов котлованы засыпаются землей);
- устройство железнодорожных и автомобильных выемок;
- устройство траншей для всех видов подземных коммуникаций — кабелей и трубопроводов воды, канализации, нефти и газа;
- устройство каналов, начиная с малогабаритных осушительных и оросительных и кончая магистральными большой протяженности.
- устройство насыпей различного назначения — железнодорожного и автомобильного полотна, земляных плотин, дамб и перемычек;
- планировка строительных площадок;
- вскрышные работы в карьерах строительных материалов и полезных ископаемых при добыче их открытым способом

Производство земляных работ обходится довольно дорого. Так, в крупном промышленном строительстве стоимость земляных работ достигает 15% от стоимости всех строительно-монтажных работ. Удельный вес стоимости земляных работ в железнодорожном, автомобильном и гидротехническом строительстве еще больше.

Трудоемкость земляных работ по всем видам работ в промышленном строительстве достигает 20%, а в железнодорожном, автомобильном и гидротехническом строительстве она еще выше.

Так как в общем комплексе строительных работ земляные работы занимают весьма значительное место, дальнейшему совершенствованию их должно уделяться особое внимание [1].

На основе проекций с числовыми отметками решаются разнообразные задачи по организации и благоустройству участка, отведенного под строительство здания в соответствии с проектом.

Распространенной задачей является определение границ земляных работ при организации строительной площадки, что выражается в определении линий срезки и подсыпки, организации их откосов согласно намеченному проектному решению [2].

Для определения границ земляных работ необходимо уметь решать следующие задачи:

1. Пересечение прямой с плоскостью;
2. Пересечение прямой с топографической поверхностью;
3. Построение профиля;
4. Пересечение плоскостей;
5. Пересечение плоскости с топографической поверхностью.

Рассмотрим решение задач из инженерной практики.

5.1. Построение границы земляных работ строительной площадки

Задача. Дана горизонтальная площадка, имеющая числовую отметку 12, и план топографической поверхности. Топографическая поверхность представляет собой плоский косогор, следовательно, строительная площадка будет лежать частично в выемке, частично в насыпи. Уклоны откосов равны 1:1, уклоны выемок равны 1: 0,5. Построить границы земляных работ (рис.58) [8].

Алгоритм решения:

1. Определить границу нулевых работ – это 12-я горизонталь. Там, где числовая отметка топографической поверхности совпадет с числовой отметкой земляного сооружения, земляные работы не производятся.

2. Выполнить кювет со стороны выемки. Кювет – это выемка трапециевидной формы вдоль бровки земляного сооружения для стока воды. Обычно ширина кювета равна 2 м. Для того чтобы дождевые и грунтовые воды не заливали строительную площадку и дорогу, по границе нулевых работ предусматривают кювет.

3. Построить масштабы уклонов плоскостей откосов выемки. В том месте, где рельеф поверхности выше, чем горизонтальная площадка выполняется выемка – выбирается грунт. Интервал равен 0,5 масштабной единицы.

4. Построить масштабы уклонов плоскостей откосов насыпи. Для формирования насыпи грунт подсыпается до уровня горизонтальной площадки. Интервал насыпи равен 1 масштабной единице,

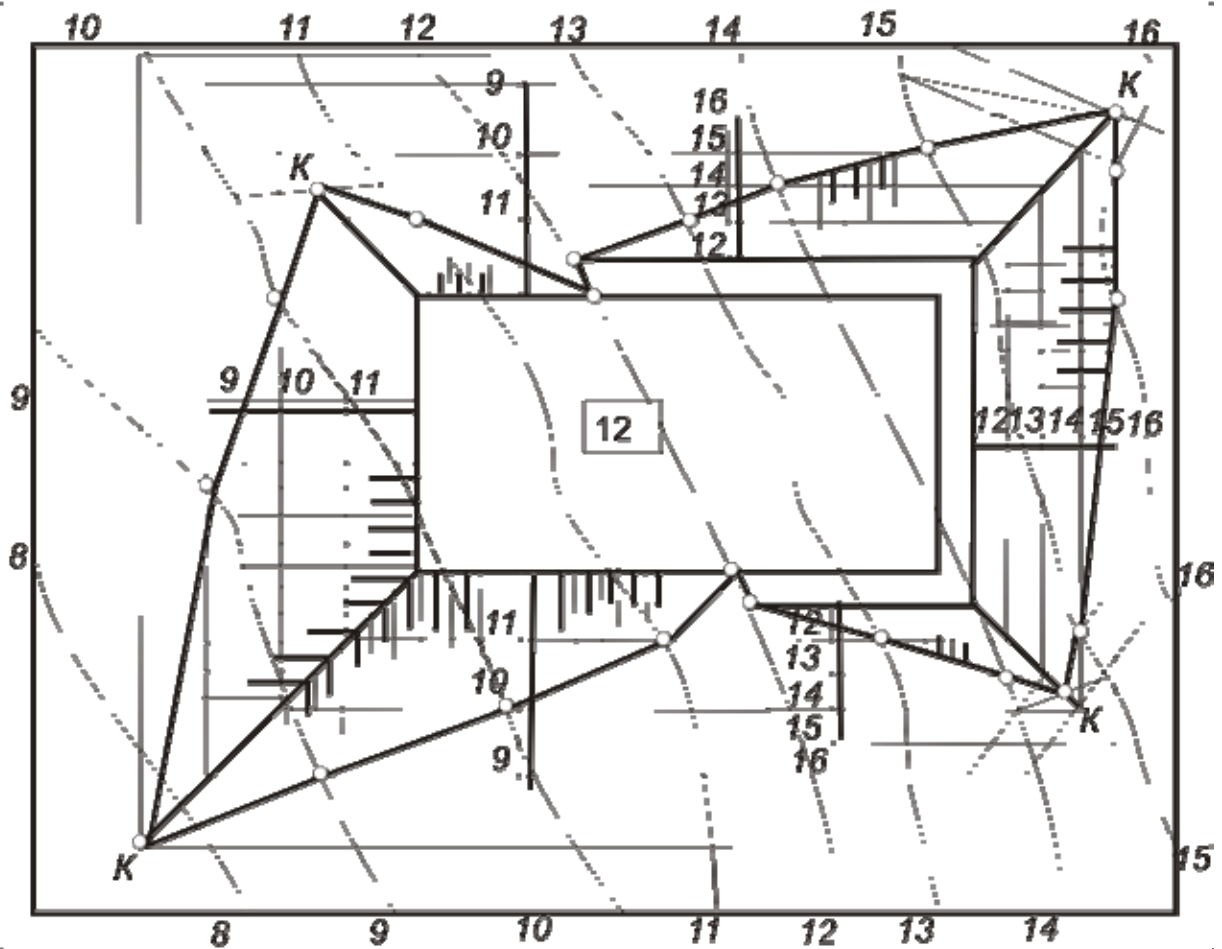


Рис. 58. Определение границ земляных работ

5. Построить горизонтالي плоскостей откосов насыпей и выемок. В той части, где будет выемка, нанести полосу для устройства кювета, ширина кювета в этом задании будет равна 0.5 метра.

6. Построить линию пересечения плоскостей земляных сооружений. Определяем точки пересечения однозначных горизонталей откосов площадки и топографической поверхности. Для определения точек пересечения ребер откосов с топографической поверхностью (рис. 30, точка К) выполняют позиционную задачу на нахождение точки пересечения прямой линии с топографической поверхностью.

7. Плавной линией соединяют полученные точки.

8. Наносят штриховку в области выемки и насыпи, бергштрихи проводят перпендикулярно к горизонталям, от большей горизонтали к меньшей.

5.2. Построение границы земляных работ прямолинейного дорожного полотна

Задача. Даны участок топографической поверхности, прямолинейная, с одновременным подъемом дороги, с уклоном $1/5$, уклоны откосов дороги равны $1/1$. Построить насыпь и выемку, образованную поверхностью постоянного ската и определить границу земляных работ (рис.59) [5].

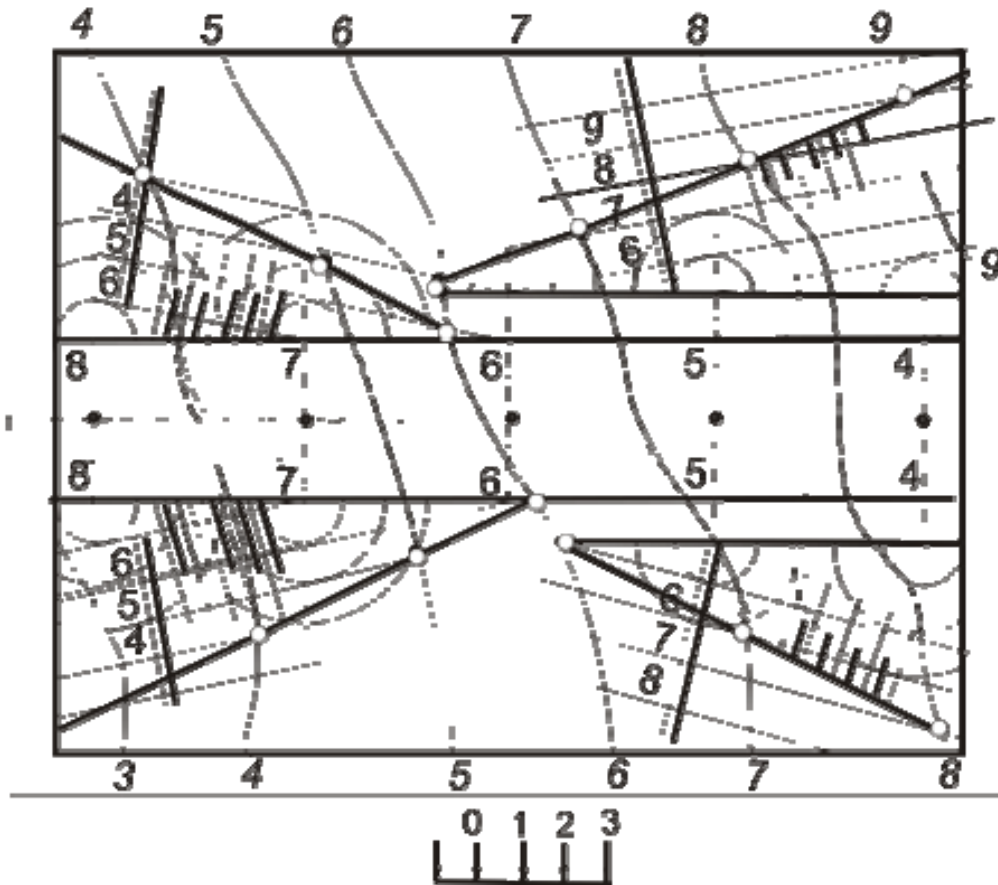


Рис. 59. Построение границы земляных работ прямолинейного дорожного полотна

Алгоритм решения:

1. Градуируем дорожное полотно в соответствии с заданным уклоном.
2. Определяем границу нулевых работ.
3. Определяем местонахождение насыпи и выемки.
4. Со стороны выемки строим кювет для грунтовых вод. На рис. 59 кювет равен 1 масштабной единице.

5. Проводим масштаб уклона, для этого достаточно провести хотя бы одну горизонталь. Так как уклон равен $1/1$, то радиус окружности (основания кругового конуса) равен 1 масштабной единице. Радиусы оснований будут изменяться на величину интервала уклона откоса. Масштаб уклона будет перпендикулярен горизонталям.

6. Точки пересечения горизонталей откосов с однозначными горизонталями топографической поверхности соединяем плавной кривой.

7. Полученная линия будет границей земляных работ. Граница выемки пройдет по точкам пересечения однозначных горизонталей откосов горизонтали определяющей границу нулевых работ (на рис. 47 это 6 горизонталь).

8. Наносим штриховку.

5.3. Построение границы земляных работ криволинейного дорожного полотна

Задача. Даны участок топографической поверхности, криволинейная, с одновременным спуском дорога. Уклон дороги задан на чертеже, уклон выемки равен 1:1. Построить границу земляных работ дорожного полотна (рис.60).

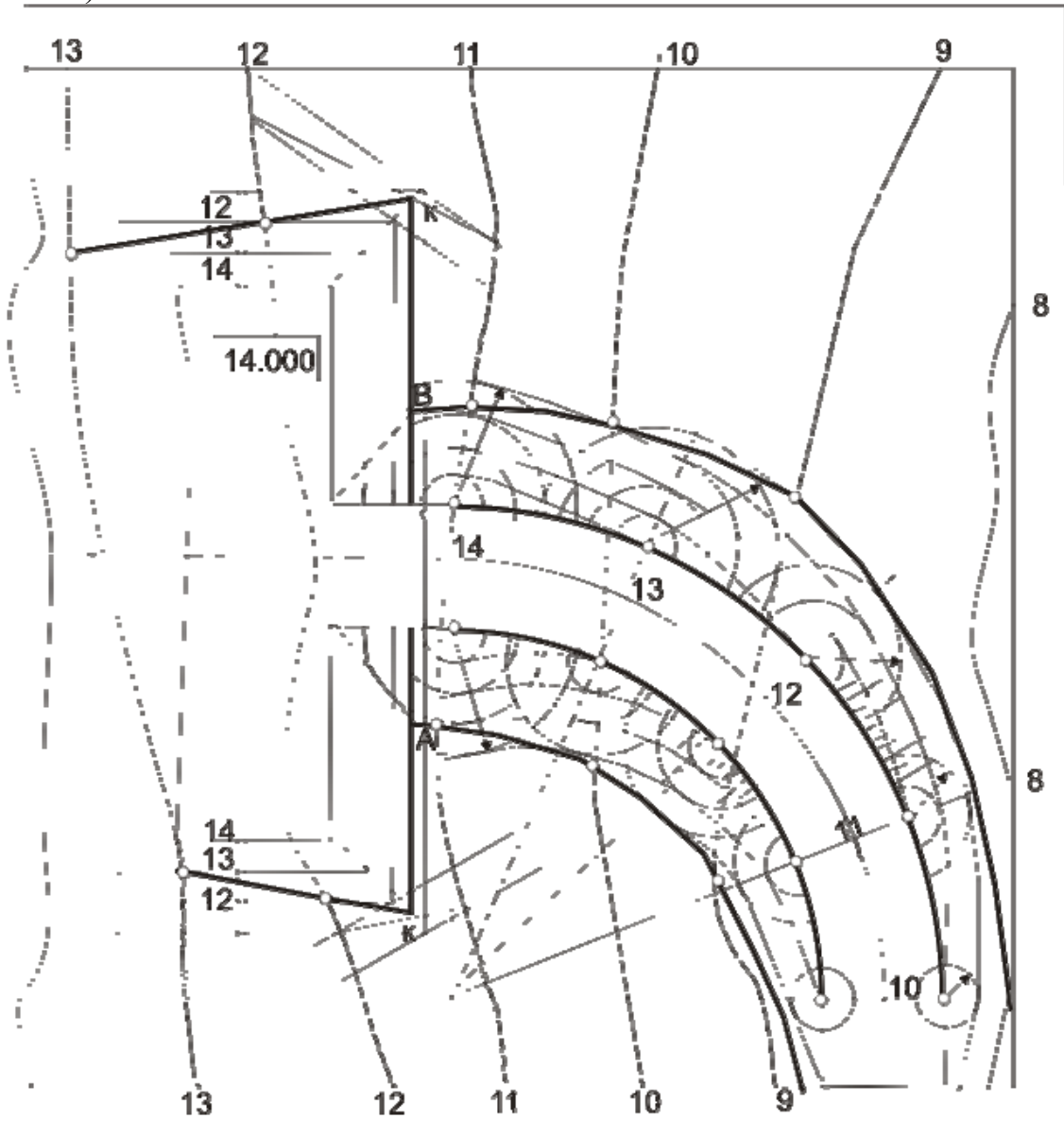


Рис. 60

Алгоритм решения:

1. Откосы дорожного полотна будут поверхностями постоянного уклона и являются насыпью топографической поверхности. Для построения поверхности постоянного уклона применяется серия прямых конусов.

2. Проставляем числовые отметки вдоль оси дороги и проводим горизонтали дорожного полотна. Пересечения горизонталей с бровкой дороги – вершины прямых конусов. Строим из каждой вершины окружности радиусом, равным одной единице, которые будут горизонталями конусов.

3. Проводим касательные к одноименным горизонталям конусов, в результате эти касательные и будут поверхностью постоянного уклона, которая огибает серию конусов.

4. Находим точки пересечения горизонталей поверхности постоянного уклона с однозначными горизонталями топографической поверхности.

5. Соединяем эти точки плавной кривой линией. Если граница земляных работ построена верно, то кривая линия плавно, без существенных искажений соединится с линией пересечения откосов площадки в точках А и В.

6. Наносим штриховку насыпи от бровки дороги.

6. РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА 2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ

Для выполнения расчетно-графической работы «Определение границ земляных работ» по предложенному варианту вам потребуется следующие чертежные принадлежности и инструменты:

Миллиметровая бумага формата А2 (594×420), матовая, желательного розового или зеленого цвета. Миллиметровая бумага глянцевая, интенсивных холодных цветов (синего, фиолетового) утомляет глаза при выполнении чертежных работ.

Чертежная бумага формата А2 (594×420), должна быть хорошего качества – белой, гладкой и хорошо проклеенной, чтобы при черчении карандашом могла выдержать стирание начерченного резинкой, не нарушая фактуры бумаги.

Карандаши различной твердости грифеля: твердые – Т, средней твердости – ТМ, мягкие – М, 2М. Более мягкими карандашами пользоваться нецелесообразно, так как линия получается рыхлой и чертеж загрязняется. Карандаш должен быть хорошо отточен и во время работы рекомендуется кончик грифеля затачивать, используя наждачную бумагу № 0 или 00.

Чертежная доска или иная гладкая ровная поверхность прямоугольной формы (стол, доска). На чертежную доску бумага прикрепляется кнопками, на другую, не деревянную поверхность, бумагу можно прикрепить, используя малярный скотч.

Линейка длиной не менее 500, два угольника 30°, 60°, 90° и 45°, 45°, 90°, рейсшина. Рейсшина – это чертежная линейка Т-образной формы, которая служит для проведения горизонтальных параллельных линий. Рейсшина существенно облегчает проведение чертежных работ. Все инструменты должны быть сделаны из дерева. Пластмассовые и стальные инструменты пачкают чертежи, хотя и обладают меньшей погрешностью в измерении.

Лекало – фигурная линейка различной формы, ее используют для вычерчивания кривых линий, которые нельзя провести при помощи циркуля. Работая лекалом, подбирают участок кривой линии, совпадающий с кривой линией лекала. Необходимо чтобы совпадали не менее трех точек, а соединять нужно только две точки. Затем подбирают следующий участок и т.д.

Циркуль-измеритель состоит из двух ножек с иголками. Ножки циркуля должны быть одинаковой длины и при легком уколе в сложенном виде должны давать на бумаге одну точку. Циркуль-измеритель нужен для отложения необходимого размера отрезка линии. Студенты часто

игнорируют данный инструмент, и размер отрезка откладывают непосредственно с линейки. В результате такого измерения образуется погрешность, что в дальнейшем сказывается на качестве чертежа.

Круговой циркуль служит для проведения окружностей. В одну из ножек вставляется грифель. Грифель необходимо затачивать так же, как и карандаши. Ножки циркуля должны быть одинаковой длины. Если для проведения окружностей больших диаметров не хватает раствора циркуля, в ножку с иголкой можно вставить надставку, которая имеется в готовальне. Для проведения окружностей маленького диаметра, нужно согнуть ножку кругового циркуля или использовать пружинный кронциркуль. При работе с циркулем его следует держать большим и указательным пальцем за головку, не помогая другими пальцами, в противном случае произойдет смещения раствора циркуля, и окружность будет выполнена неправильно.

Акварельные краски или цветная тушь – для проведения покраски чертежа.

Кисти для раскрашивания чертежа. Хорошая кисть имеет тонкий острый кончик при намачивании водой. Желательно чтобы волос был натуральный (белка, колонок, пони). Размер кисти зависит от закрашиваемой поверхности, чем она больше, тем большего размера должна быть кисть и наоборот.

Последовательность выполнения расчетно-графической работы «Определение границ земляных работ»:

Первый этап – на миллиметровой бумаге А2 (594×420), выполнить «черновик» работы:

1. Выполнить вспомогательную сетку.
2. Вычертить план топографической поверхности.
3. Вычертить земляные сооружения (строительная площадка и дорога).
4. Построить график масштабов уклона.
5. Определить границу нулевых работ.
6. Построить масштабы уклонов плоскостей откосов строительной площадки.
7. Построить горизонталы плоскостей откосов насыпей и выемок. В той части, где будет выемка, нанести полосу для устройства кювета (ширина кювета равна 2 метрам).
8. Вычертить дорогу и построить поверхность постоянного уклона дороги.
9. Построить линии пересечения плоскостей земляных сооружений.
10. Определить границу земляных работ.
11. Построить профиль заданной местности и земляного сооружения по направлению А-А.

Второй этап – перерисовать чертеж с «черновика» на чертежную бумагу А2 (594×420)

1. Выполнить покраску чертежа.
2. В соответствии со стандартами графически оформить чертеж.

Третий этап – выполнить расчетно-графическую работу, используя средства компьютерной графики ProSITE

Выполнение вспомогательной сетки

Предложенный вариант задания (пример задания приведен на рис.61) необходимо подготовить к работе. Для этого наносят карандашом вспомогательную сетку, клетки которой равны 20 мм. Вспомогательная сетка нужна для более точного переноса изображения, так как малейшая неточность затрудняет выполнение задания.

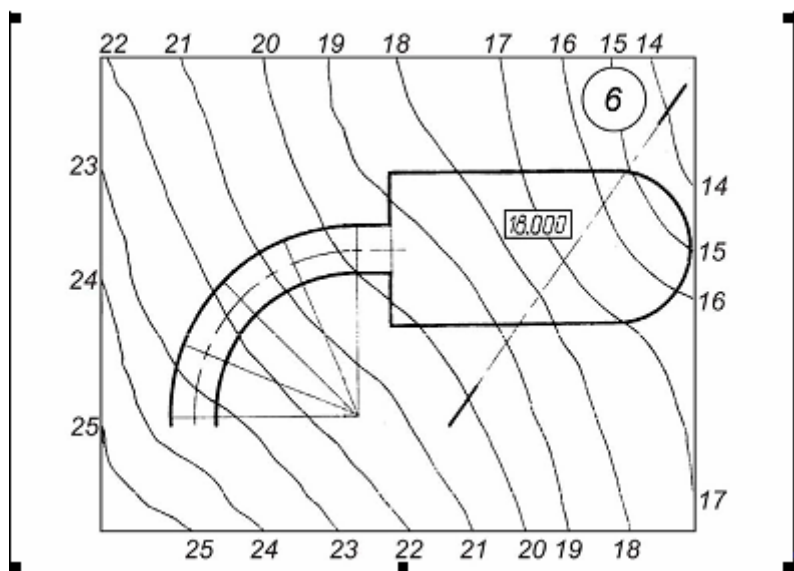


Рис. 61. Пример варианта задания

На миллиметровой бумаге формата А2 вычертить вспомогательную сетку, увеличив ее в три раза, размер клетки составит 60 мм. Затем, ориентируясь на расположение горизонталей в сетке, вычертить план земельного участка топографической поверхности. Числовые отметки каждой горизонтали проставить в рамке, которую вычерчивают на расстоянии 10 мм от края земельного участка.

После того как будет выполнен план, приступают к размещению земляных сооружений – строительной площадки и дороги. Размеры земляных сооружений берут непосредственно с варианта задания и

увеличивают их тоже в три раза. Дорогу продлевают до границы земельного участка.

Криволинейные элементы земляных сооружений начинают с проведения осевых линий, выполненных штрихпунктирной линией, для этого определяют радиус и местонахождение центра радиуса этих элементов. Дорогу градуируют в зависимости от заданного уклона.

Так как значений уклона в этой работе три – уклон насыпи, выемки и уклон дороги, то для определения интервалов необходимо построить график масштабов уклона.

Построение графика масштабов уклона

График масштабов уклона на чертеже размещают справа от границы земельного участка. В данной работе уклон откосов выемки равен $i_b = 1:1$, уклон откосов насыпей $i_n = 1:2$, уклон дороги $i_d = 1:5$

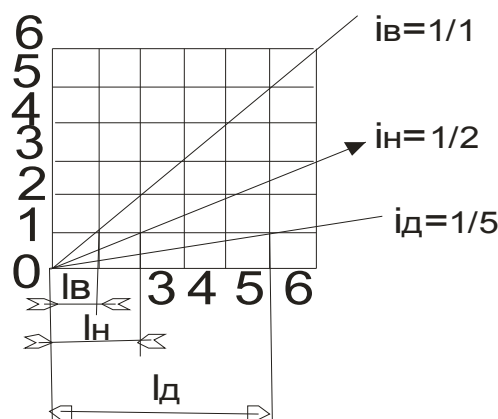


Рис.62. График масштаба уклонов

Вычерчиваем сетку в соответствии с заданным масштабом. Масштаб топографической поверхности и земляных сооружений равен 1:200, следовательно, 1 метр равен 5 мм, а клетка сетки равна 5 мм.

Для определения уклона выемки по вертикальной линии откладываем 1 единицу линейного масштаба, по горизонтальной линии соответственно 1, соединяем начало координат (0) и точку, образованную пересечением вертикальной и горизонтальной линий (клетки) прямой линией, которую выводим за пределы сетки, и рисуем стрелку. Указываем уклон выемки $i_b=1/1$. В результате определится интервал, необходимый для построения выемок I_b . Аналогичным образом строим уклоны и интервалы насыпи и градуировки дорожного полотна.

Примечание. Интервал криволинейной дороги изображен графически на варианте задания. Дальнейший прямолинейный участок дороги градуируют в соответствии с интервалом дороги $i_d=1/5$ графика масштабов уклонов.

Определение границ нулевых работ

Проведение земляных работ требует минимизации материальных затрат. Там где числовая отметка топографической поверхности совпадет с числовой отметкой земляного сооружения, земляные работы не производятся, это точка пересечения топографической горизонтали с границей строительной площадки, имеющей ту же числовую отметку, что и сама строительная площадка.

Для того чтобы дождевые и грунтовые воды не заливали строительную площадку, дорогу, со стороны выемки выполняют кювет. Обычно ширина кювета равна 2 метрам, на чертеже это расстояние равно 10 мм. Вычерчивается схематически в виде дополнительной линии. Важно помнить, что бровка кювета имеет ту же числовую отметку, что и бровка строительной площадки и дороги со стороны выемки.

Построение масштабов уклонов плоскости строительной площадки

С каждой стороны строительной площадки вычерчивают масштаб уклона плоскости. Если на одной стороне имеется насыпь и выемка, то строят масштаб уклона и для выемки, и для насыпи в соответствии с заданным уклоном. Необходимо проставлять все числовые отметки, в противном случае из-за обилия вспомогательных линий на чертеже можно в дальнейшем «запутаться» в них, что приведет к неточности и ошибкам решения многочисленных позиционных задач.

Затем проводят горизонталь строительной площадки, находят линии пересечения плоскостей откосов. Со стороны криволинейного элемента строительной площадки линия пересечения будет выполнена кривой второго порядка (гипербола, парабола, часть дуги эллипса) в зависимости от варианта задания.

Построение поверхности постоянного уклона дороги

После того, как будут выполнены откосы строительной площадки, приступают к вычерчиванию дороги. Для этого определяют местоположение дороги относительно строительной площадки, выполняя замеры (положение, радиус криволинейной дороги, ширину) с варианта задания. Сначала проводят осевую линию (штрихпунктирную), затем отмечают ширину дороги и градуируют ее. Числовые отметки проставляются вдоль осевой линии. Строят поверхность постоянного уклона (см подразд.5.2, 5.3).

Определение границ земляных работ

Подробно решение этой задачи было рассмотрено выше. Необходимо проконсультироваться с преподавателем на предмет возможных ошибок. Затем приступить к вычерчиванию профиля, по направлению А-А варианта задания.

Построение профиля топографической поверхности и земляных сооружений

Построение профиля топографической поверхности и земляного сооружения складывается из двух этапов.

Первый этап – выполнение профиля топографической поверхности ограниченной указанной линией (рис.63). Внизу основного чертежа выполняются горизонтальные линии (горизонтали), расстояние между ними должно соответствовать масштабу чертежа и высоте сечения. Слева строится масштаб уклона и наносятся числовые отметки горизонталей, участвовавших в профильном сечении. Следует представить профиль, как мысленное рассечение топографической поверхности горизонтально проецирующей плоскостью, а профиль как плоское сечение этой поверхности. Разметочным циркулем измеряется расстояние между соседними горизонталями и откладывается на нижней линии горизонтали. Затем восстанавливается перпендикуляр до нужной горизонтали и наносится числовая отметка. Данную операцию выполняют для каждой горизонтали. После того как будут найдены точки пересечения перпендикуляра с горизонталями, эти точки соединяют прямыми линиями. Профиль топографической поверхности построен.

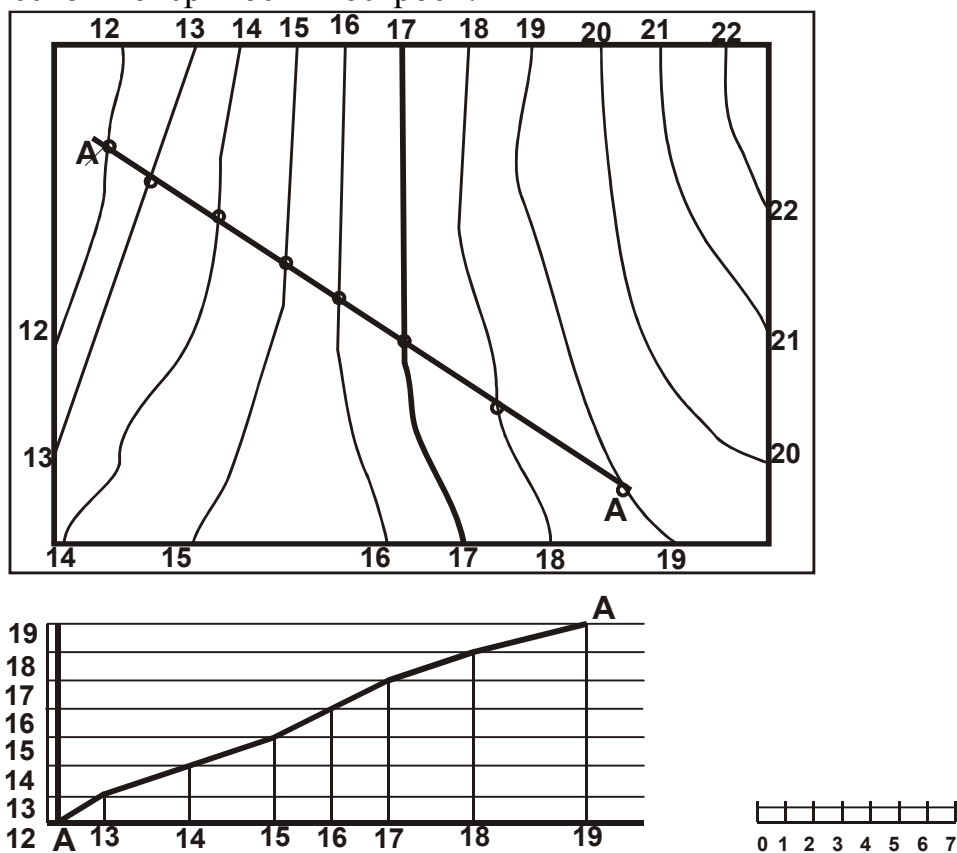


Рис.63. Первый этап построения профиля

Второй этап – введение в профиль топографической поверхности профиля земляного сооружения (рис. 64). От начала профиля (точка А) откладывается расстояние до начала откоса насыпи или выемки, восстанавливается перпендикуляр до линии профиля топографической поверхности. Откладывается само расстояние выемки или насыпи, восстанавливается перпендикуляр до горизонтали, имеющей такую же числовую отметку (на рис. это отметка 17), что и земляное сооружение. Измеряется и откладывается расстояние земляного сооружения по линии профиля. Со стороны выемки схематично выполняется кювет и от кювета откладывается расстояние выемки до пересечения с линией профиля топографической поверхности.

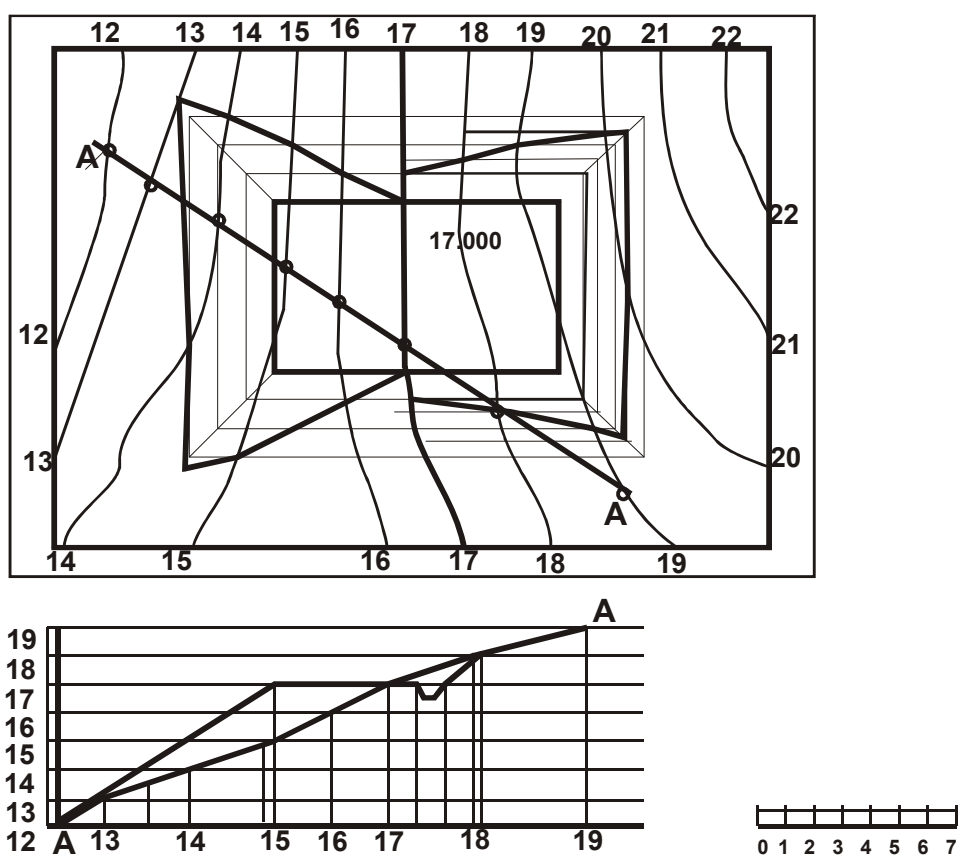


Рис. 64. Второй этап построения профиля

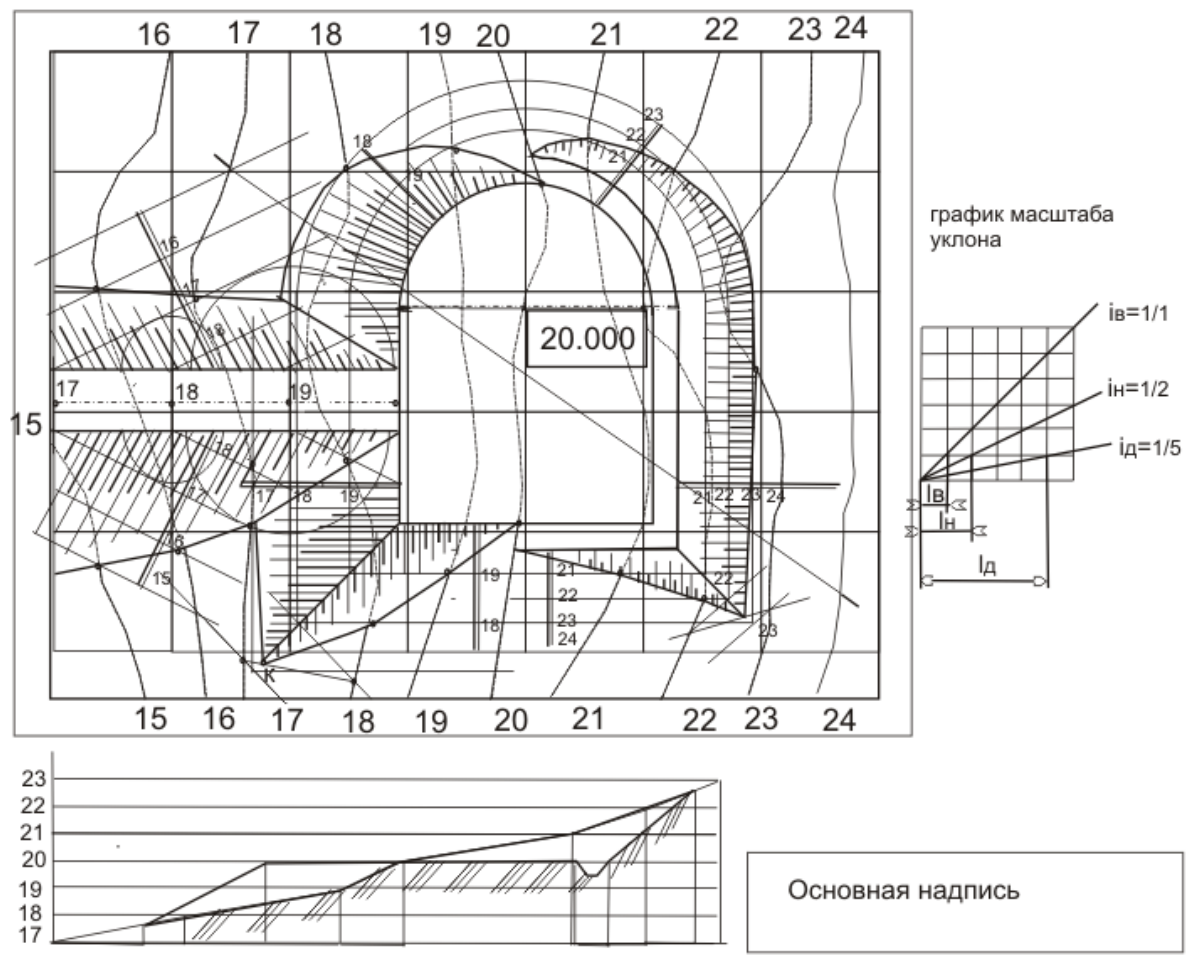


Рис.65. Пример выполнения расчетно-графической работы в бумажном варианте (без покраски)

Выполнив чертеж на миллиметровой бумаге, приступают к выполнению чертежа на формате А2 чертежной бумаги. Следует перенести весь чертеж с необходимыми линиями построения. Рекомендуется выполнение чертежа тонкими линиями карандашом твердости Т, ТМ. Избегайте применения ластика, так как это ведет к нарушению фактуры бумаги и в дальнейшем скажется на качестве покраски чертежа акварельными красками.

Выполнение покраски чертежа

Для выполнения покраски бумагу необходимо закрепить на чертежной доске или другой поверхности. Поверхность установить наклонно (угол наклона 30°), для того чтобы краска стекала равномерно вниз, без засыхания с краев. Краску следует развести в небольшом количестве воды в стаканчике или в другой емкости белого цвета, для точного определения цвета.

Откосам насыпи следует придать светло – желтый тон, откосам выемки – светло-коричневый тон, площадке и полотну дороги – светло-серый, местности – светло-зеленый цвет.

Следует начинать с раскрашивания топографической поверхности. Набирается достаточное количество подкрашенной воды на кисть и плавными горизонтальными движениями слева направо начинают покраску, следя за тем, чтобы граница окраски не пересыхала. Так капелька за капелькой раскрашивают всю топографическую поверхность. Наклонная поверхность чертежной доски позволяет плавно стекать краске по бумаге, не оставляя разводов. Излишки краски с кисти забирают с помощью ватного тампона. Необходимо помнить, что на дне стаканчика с разведенной краской может быть осадок пигмента, поэтому периодически размешивайте состав. Аналогичным образом раскрашивают другие элементы чертежа, включая профиль. Дайте высохнуть чертежу. Затем в соответствии со стандартами графически оформите чертеж.

Графическое оформление чертежа в соответствии со следующими требованиями:

- Горизонтали топографической поверхности до границы откосов проводят сплошными тонкими линиями, а в границах земляных работ между откосами и земляных сооружений – штриховыми линиями.
- Контур земляного сооружения и линии пересечения откосов с топографической поверхностью вычерчивают основной сплошной толстой линией.
- Бергштрихи (штриховка) на откосах выемок и насыпей проводят перпендикулярно горизонталям, чередуясь между собой короткими (толщиной 0,3-0,4 мм) и длинными (толщиной 0.1-0,2 мм) штрихами с интервалом 1.5 ...2,5 мм). Начинать штриховку следует от горизонталей с наибольшими отметками, причем длинные штрихи надо не доводить до горизонталей с наименьшей отметкой, примерно на 1/3 их длины. Короткие штрихи должны иметь длину, примерно равную половине длинных штрихов.
- Отметки горизонталей топографической поверхности должны быть проставлены между рамками, ограничивающими поверхность, причем внутренняя рамка имеет толщину 1 мм, а наружная 0.5 мм.
- Все линии вспомогательных построений должны быть показаны на чертеже.
- Выполнить основную надпись чертежа

**Пример выполнения расчетно-графической работы
в электронном варианте с использованием компьютерной программы
ProSITE**

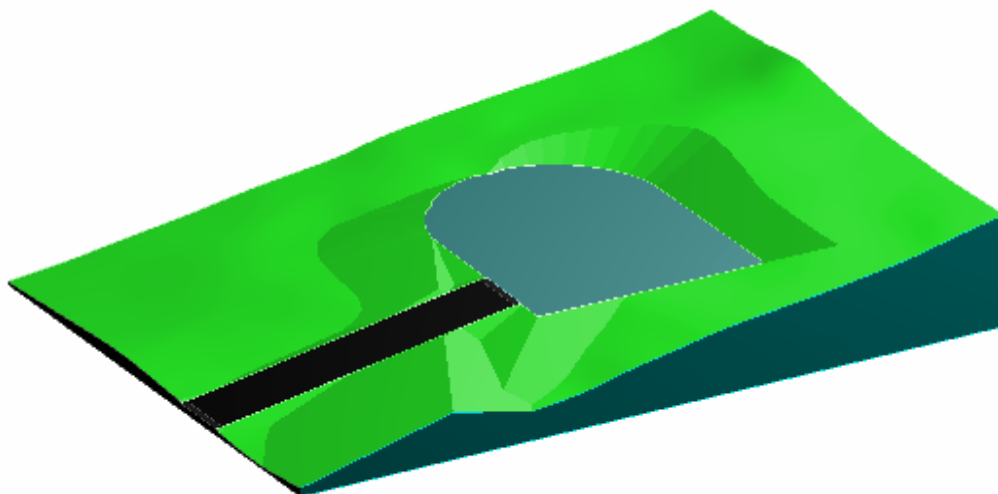


Рис. 66. Трехмерное изображение топографической поверхности с построенным земляным сооружением

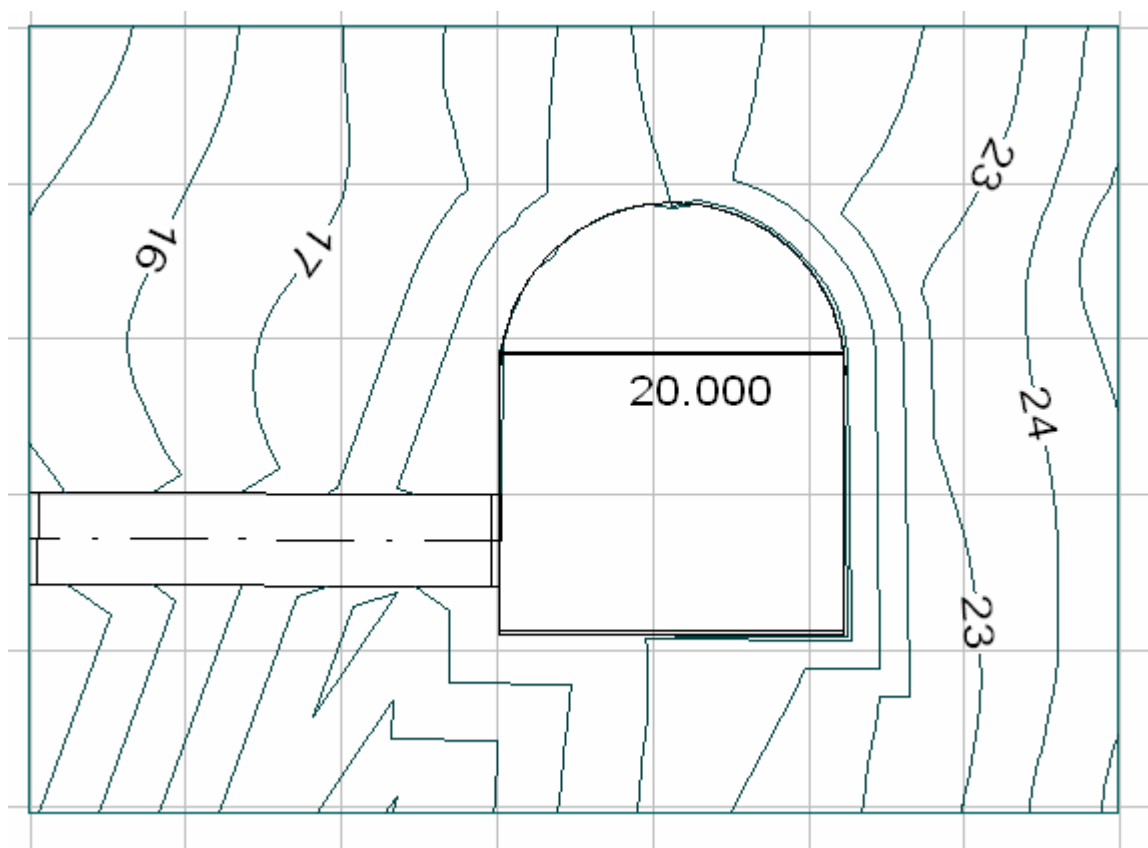


Рис. 67. План земляного сооружения

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В пособии представлены теоретические сведения и алгоритмы решения задачи из раздела по начертательной геометрии «проекции с числовыми отметками», дано краткое пояснение к темам применительно к программе строительных специальностей высших учебных заведений. В конце каждого раздела приведены вопросы для самопроверки. Подобная форма организации учебного материала и учебной деятельности хорошо себя зарекомендовала при изучении всех разделов начертательной геометрии и черчения, так как способствует лучшему пониманию материала, его осмыслению и запоминанию на основе структурно-логических связей.

В рамках данных методических указаний невозможно подробно рассмотреть и учесть все аспекты по выполнению и оформлению графических работ. Однако основным сведениям и требованиям, предъявляемым к выполнению заданий, уделено должное внимание.

Поэтому предлагаемые теоретические основы, практические рекомендации и библиографический список помогут студентам успешно выполнить контрольные и графические работы по разделу «Метод проекций с числовыми отметками» как самостоятельно, так и под руководством ведущих преподавателей.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Брилинг, Н.С. Строительное и топографическое черчение; Факультативный курс [Текст]: пособие для учителей / Н.С. Брилинг. – М.: Просвещение, 1980. – 192 с.
2. Брилинг, Н.С. Черчение; [Текст]: учебник для техникумов / Н.С. Брилинг. – М.: Стройиздат, 1982. – 471 с.
3. Брилинг, Н.С. Задания по черчению: [Текст]: учеб. пособие для техникумов / Н.С. Брилинг, Ю.П. Евсеев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1984. – 256 с.
4. Климухин, А.Г. Начертательная геометрия [Текст]: учебник для вузов – 2-е изд., перераб. и доп. / А.Г. Климухин. – М.: Стройиздат, 1978. – 334 с.
5. Крылов, Н.Н. Начертательная геометрия [Текст]: учебник для вузов / Н.Н. Крылов [и др.]. – М.: Высшая школа. 1977. – 227 с.
6. Крылов, А.П. Начертательная геометрия [Текст]: учебник для вузов / А.П. Крылов. – М.: Высшая школа, 1990. 240 с.
7. Короев, Ю.И. Сборник задач и заданий по начертательной геометрии [Текст]: учеб. пособие для вузов; Спец. « Архитектура» / Ю.И. Короев [и др.]; под ред. Ю.И. Короева. – М.; Архитектура-С, 2003. – 168 с.
8. Кузнецов, Н.С. Начертательная геометрия [Текст]: учебник для строительных вузов / Н.С. Кузнецов. – М.: Высшая школа, 1969. – 501 с.
9. Короев, Ю.И. Начертательная геометрия [Текст]: учебник для архит. спец. вузов / Ю.И. Короев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Ладья, 1999. – 422 с.
10. Лапшов, А.Ю. Проекция с числовыми отметками [Текст]: методические указания к самостоятельной работе студентов / А.Ю. Лапшов, Л.Л. Сидоровская, В.И. Чурбанов. – Ульяновск: УлГТУ, 2007. – 41с.
11. Якунин, В.И. Инновационная стратегия комплексной информации геометрической и графической подготовки в высшем техническом профессиональном образовании в ГОСах 3-го поколения / Якунин В.И. [и др.] // Научно-методические проблемы геометрического моделирования, компьютерной и инженерной графики в высшем профессиональном образовании: сб. ст. междунар. науч.-метод. конф. – Пенза: Поволжский Дом знаний, 2009. – С. 171.
12. www.propro.ru/graphbook/1_ng/ng/1010/013.htm Вольхин К.А. Лекции по Н.Г.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Тесты по начертательной геометрии,
раздел «Проекция с числовыми отметками»

1. Основные понятия и сущность способа

1. Какой метод проецирования осуществляется в проекциях с числовыми отметками?

- a) Центральное проецирование.
- b) Параллельное проецирование.
- c) Косоугольное проецирование.
- d) Ортогональное проецирование.

2. Сколько картинных плоскостей в проекциях с числовыми отметками?

- a) Одна картина.
- b) Две картины.
- c) Три картины.
- d) Одна или две картины.

3. Где находится центр проецирования в проекциях с числовыми отметками:

- a) В бесконечности.
- b) На конечном расстоянии.

4. Возможно изменение положения условного нулевого уровня вверх или вниз?

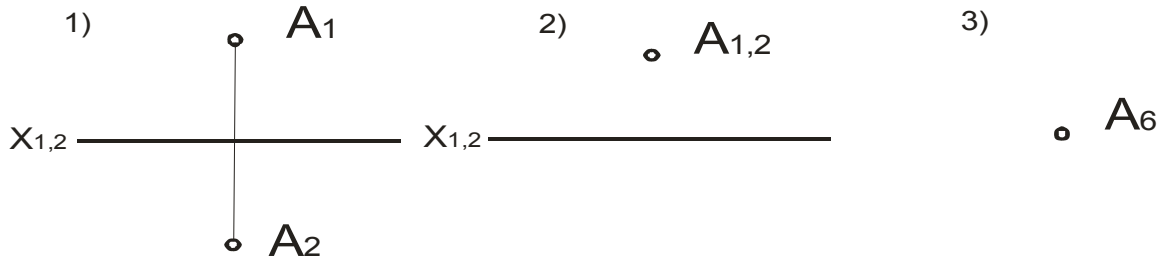
- a) Да.
- b) Нет.

5. В проекциях с числовыми отметками вторая картинная плоскость проекций отсутствует. Что исполняет роль второй проекции в проекциях с числовыми отметками?

- a) Число, указывающее расстояние от объекта до нулевой плоскости.
- b) Отрезок.
- c) Дополнительная плоскость.

2. Модель точки

6. Укажите модель точки в проекциях с числовыми отметками.



7. Укажите точку, занимающую положение относительно проекционного аппарата.

Принадлежащую картине Π_0 .

- A) F_8 B) N_{-5} C) R_0

8. Укажите точку, занимающую положение относительно проекционного аппарата.

Занимающую общее положение.

- A) F_8 B) N_{-5} C) R_0

9. Укажите точку, занимающую положение относительно проекционного аппарата.

Точка находится под картиной Π_1 .

- A) F_8 B) N_{-5} C) R_0

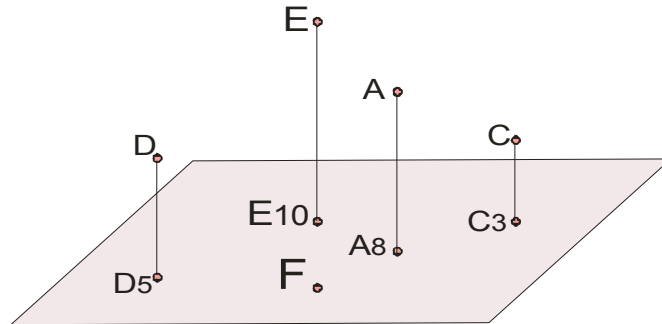
Продолжение приложения

10. Чтобы определить положение точки в пространстве, необходимо знать только:

- a) числовую отметку;
- b) числовую отметку и восстановить перпендикуляр к картине;
- c) числовую отметку и восстановление перпендикуляра к картине, масштаб;
- d) числовую отметку и восстановление перпендикуляра к картине, масштаб или линейные единицы, в которых выражены данные числовые отметки;
- e) масштаб или линейные единицы, в которых выражены данные числовые отметки.

11. На каком расстоянии от горизонтальной картины находится точка А?

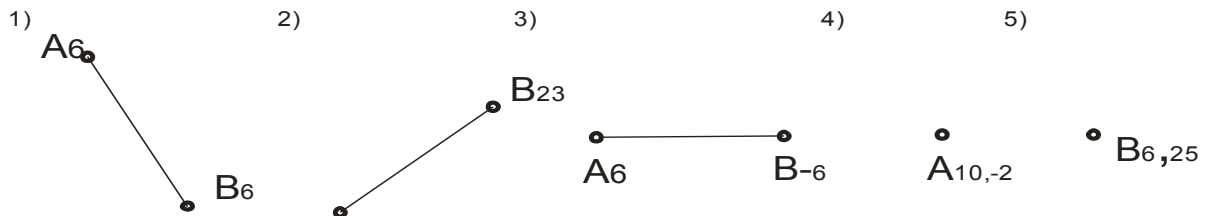
- a) 3;
- b) 5;
- c) 8;
- d) 10.



3. Модель прямой

12. Укажите положение прямой относительно проекционного аппарата:

- a) прямая уровня – горизонталь;
- b) прямая, содержащая центр проецирования;
- c) прямая общего положения.

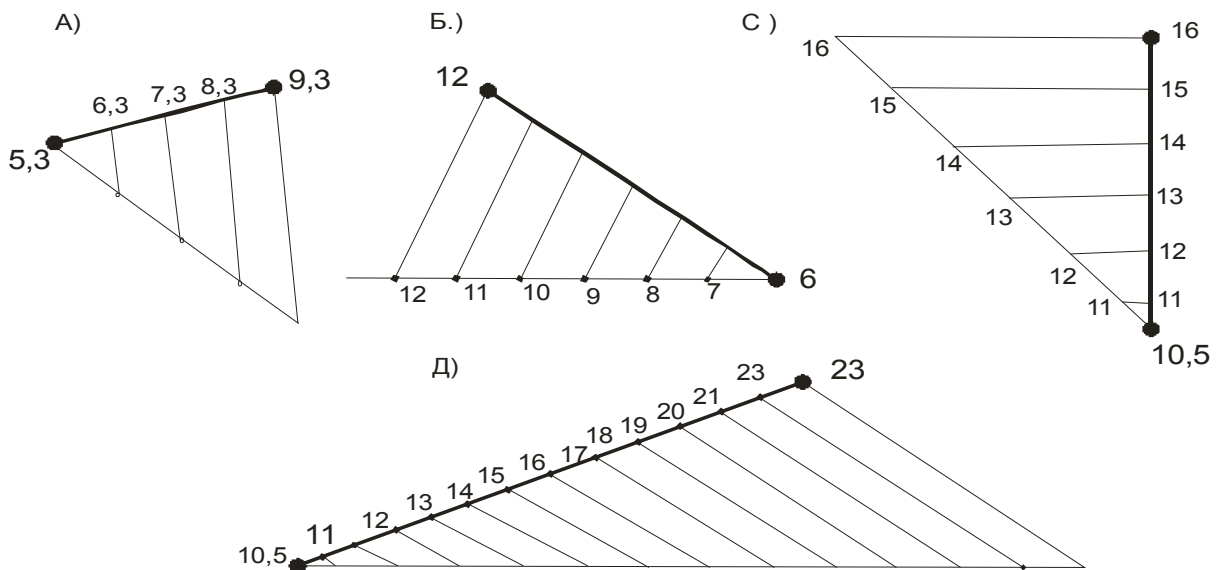


Продолжение приложения

13. Процесс градуирования прямой это:

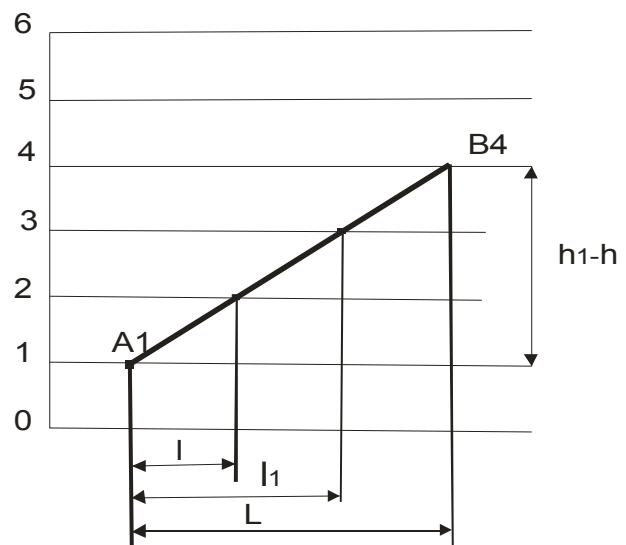
1. Процесс нахождения точек, отметки которых выражены в числах с разностью в одну единицу.
2. Процесс нахождения точек, отметки которых выражены в числах с разностью в одну единицу в целых числах.
3. Процесс нахождения точек, отметки которых выражены в числах с разностью в две единицы.

14. Укажите правильную градуировку прямой линии.



15. Заложение прямой это:

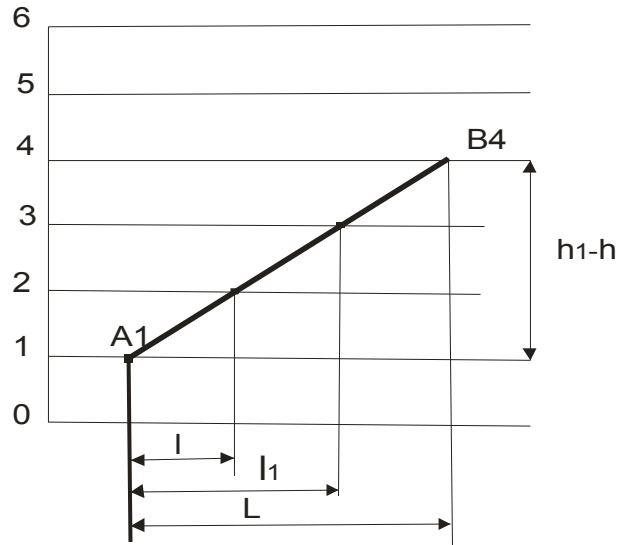
- a) L ;
- b) l ;
- c) $h_1 - h$;
- d) $i = h_1 - h/L$;
- e) l_1 .



Продолжение приложения

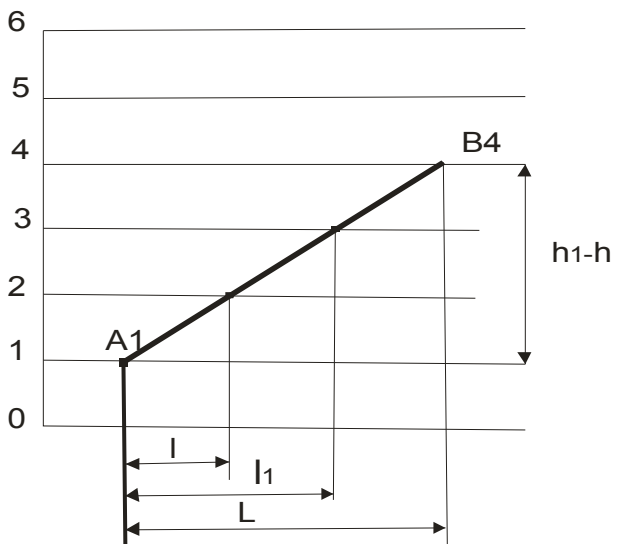
16. Интервал прямой это:

- a) L ;
- b) l ;
- c) $h_1 - h$;
- d) $i = h_1 - h/L$;
- e) l_1 .

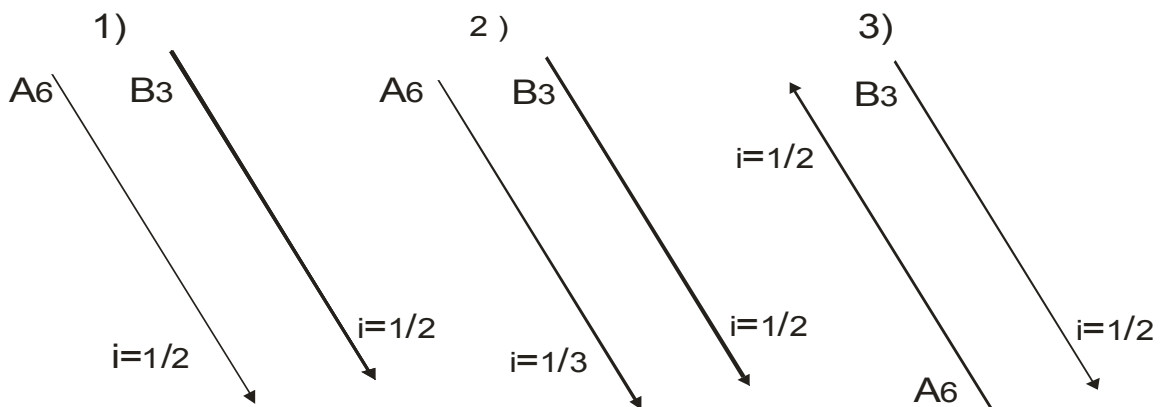


17. Уклон прямой это:

- a) L ;
- b) l ;
- c) $h_1 - h$;
- d) $i = h_1 - h/L$;
- e) l_1 .



18. Укажите изображение параллельных линий:



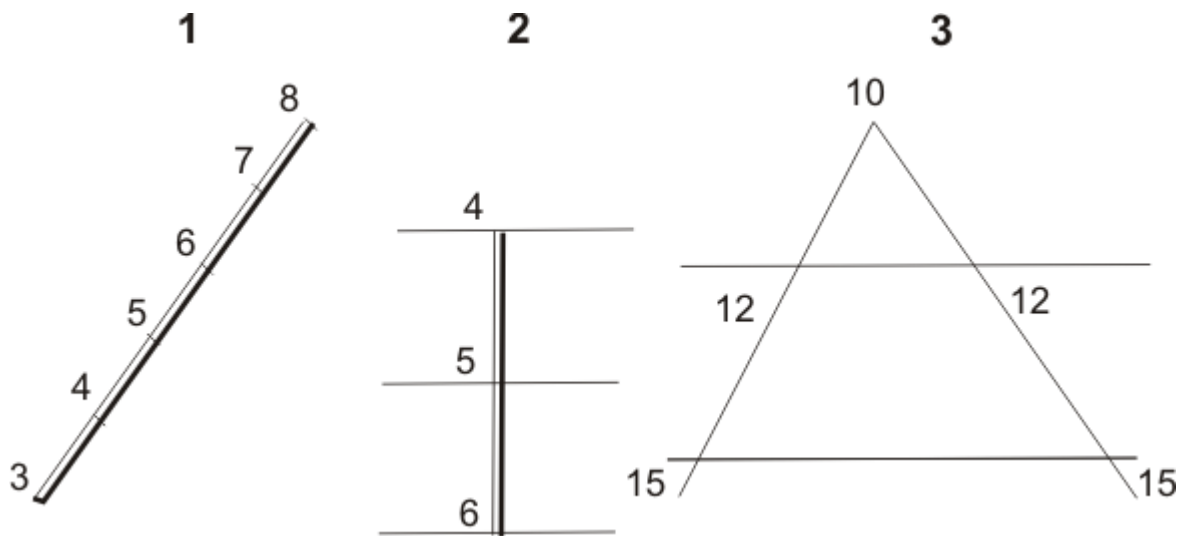
4. Модель плоскости

19. Какой способ задания плоскостей применяется только в проекциях с числовыми отметками?

- a) Проекция трех точек, не лежащих на одной прямой.
- b) Проекция двух параллельных прямых.
- c) Проекция двух пересекающихся прямых.
- d) Масштаб уклона.
- e) Проекция прямой и точки, не лежащей на этой прямой.
- f) Плоская фигура.

20. Укажите на рисунке изображение масштаба уклона.

- a) 1.
- b) 1 и 2.
- c) 1 и 3.
- d) 2.
- e) 3.



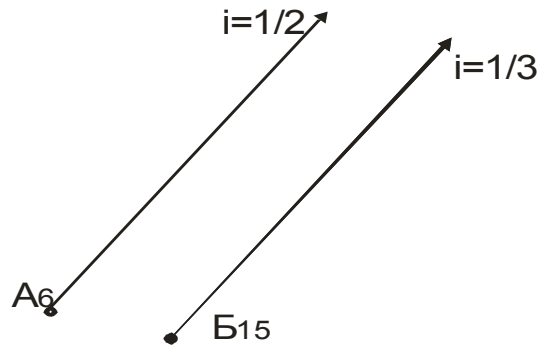
21. Выберите правильное утверждение:

- a) Чем меньше уклон, тем меньше интервал.
- b) Чем меньше уклон, тем больше интервал.
- c) Чем больше уклон, тем меньше интервал.
- d) Чем больше уклон, тем больше интервал.

Продолжение приложения

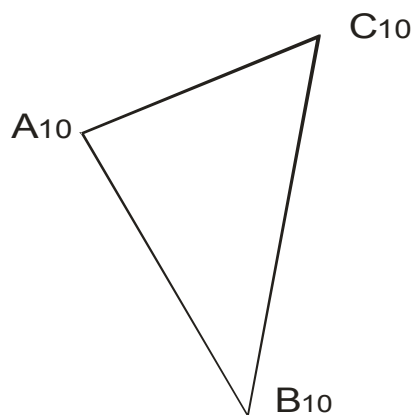
22. Изображенная модель плоскости на рисунке является:

- a) Плоскостью общего положения.
- b) Плоскостью, параллельной картине Π_1 .
- c) Плоскостью, содержащей центр проецирования S_1 .



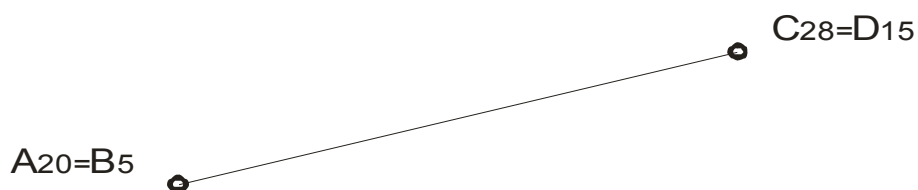
23. Изображенная модель плоскости является:

- a) Плоскостью общего положения.
- b) Плоскостью, параллельной картине Π_1 .
- c) Плоскостью, содержащей центр проецирования S_1 .



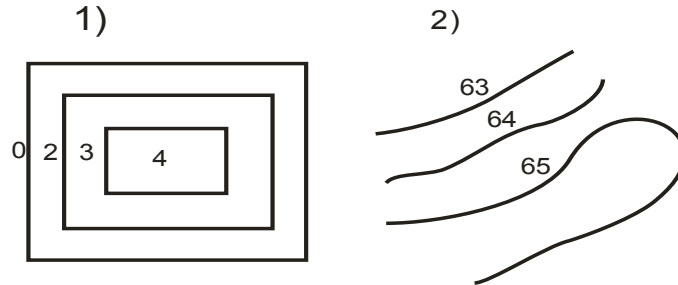
24. Изображенная модель плоскости на рисунке является:

- a) Плоскостью общего положения.
- b) Плоскостью, параллельной картине Π_1 .
- c) Плоскостью, содержащей центр проецирования S_1 .

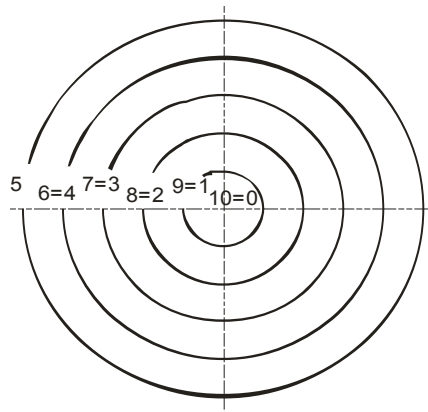


Модель поверхности

25. Укажите на рисунке модель геометрической поверхности:

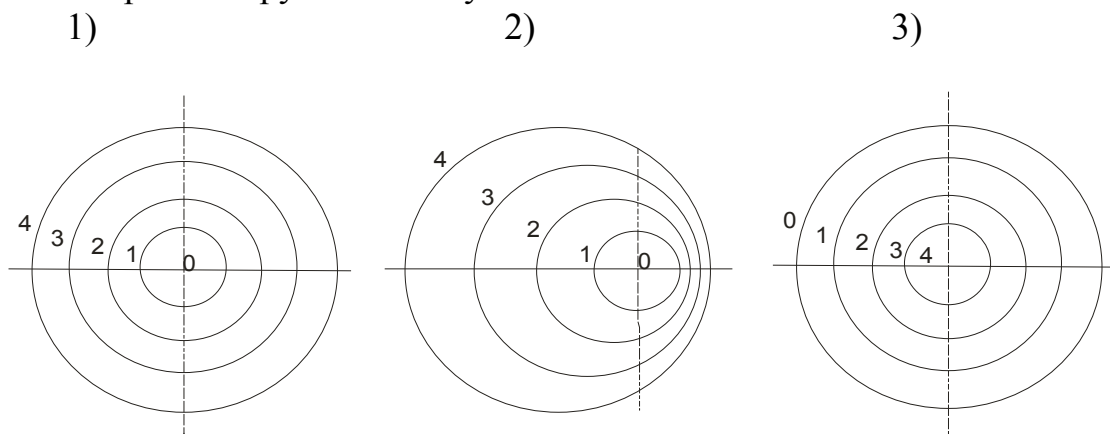


26. Изображенная на рисунке модель сферической поверхности является :



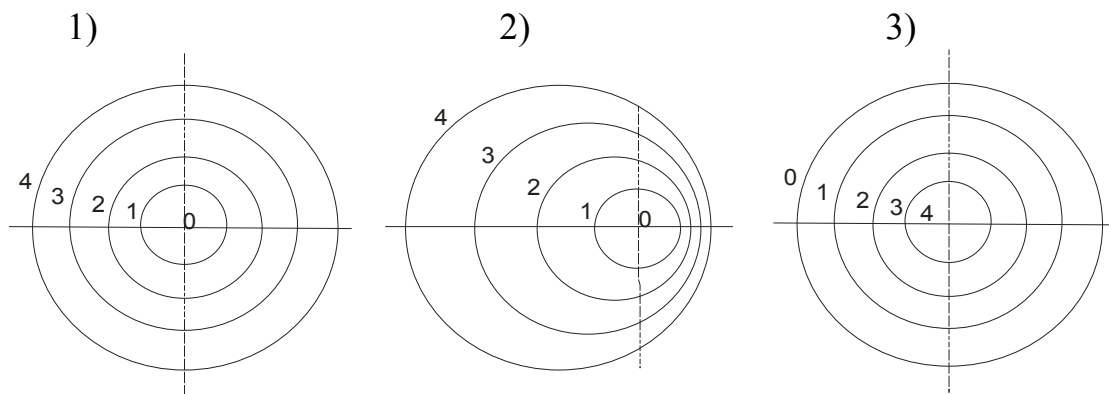
- a) Моделью поверхности на эюре Монжа.
- b) Моделью поверхности в проекциях с числовыми отметками.
- c) Моделью поверхности в перспективе.
- d) Моделью поверхности в аксонометрии.

27. Укажите, на каком рисунке изображенная проекция поверхности является прямым круговым конусом:

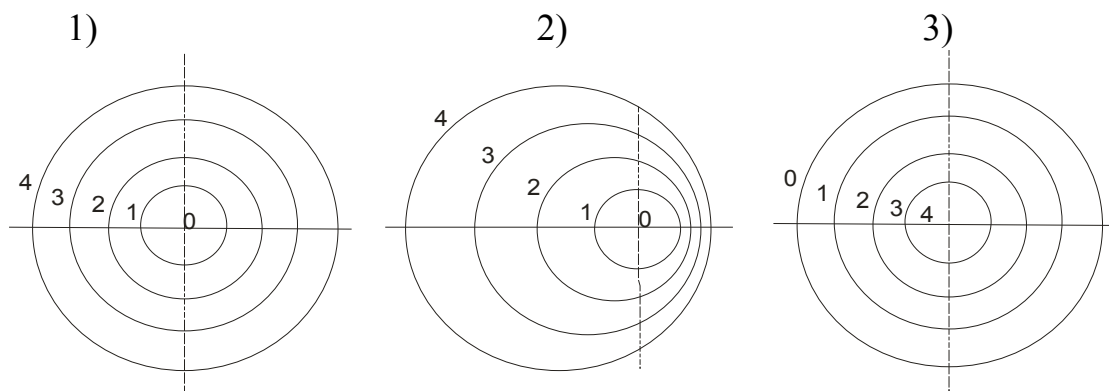


Окончание приложения

28. Укажите, на каком рисунке изображенная проекция поверхности является наклонным круговым конусом:



29. Укажите, на каком рисунке изображенная проекция поверхности является обратным круговым конусом:



ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ТЕСТИРОВАНИЯ

Номер вопроса	Правильный ответ
1	В, Д
2	А
3	В
4	А
5	В
6	С
7	С
8	В
9	С
10	Д
11	С
12	А1; В5; С2;Д4
13	2
14	с
15	а
16	Д
17	п
18	1
19	Д
20	1-2
21	В,С
22	А
23	В
24	С
25	1
26	С
27	3
28	2
29	1

Учебное издание

Найниш Лариса Алексеевна
Гаврилюк Людмила Евгеньевна
Тишина Екатерина Михайловна

**ПРОЕКЦИИ
С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ**

Учебное пособие

Редактор В.С. Кулакова
Верстка Н.В. Кучина

Подписано в печать 01.11.2013. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл.печ.л. 6,63. Уч.-изд.л. 7,125. Тираж 80 экз.
Заказ № 188.

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28

