

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Амурский государственный университет

Е.А. Гаврилюк

Решение инженерных задач в проекциях с числовыми отметками
Учебно-методическое пособие

Благовещенск
Издательство АмГУ
2020

ББК 32.973 – 018.2я73

Г 12

Рекомендовано учебно-
методическим советом университета

Рецензент:

Л.А.Ковалева, доцент кафедры дизайна АмГУ, канд. техн. наук

Гаврилюк Е. А.

Решение инженерных задач в проекциях с числовыми отметками:
учебно-методическое пособие. - / сост.: Гаврилюк Е.А. – Благовещенск: Изд-
во Амурского гос. ун-та, 2020. – 56 с.

Учебно-методическое пособие «Решение инженерных задач в проекциях с числовыми отметками» содержит основные теоретические сведения о методе проекций с числовыми отметками, приведены примеры решения инженерных задач, а также варианты и методические указания по выполнению графической работы «Определение границ земляного сооружения». Пособие предназначено для студентов специальности 21.05.02 «Прикладная геология».

ББК 32.973 – 018.2я73

В авторской редакции

©Амурский государственный университет, 2020

©Гаврилюк Е.А

Введение

Одной из задач инженерно-геологической графики является задача построения изображений рельефа земной поверхности. Такого рода чертежи называются топографическими чертежами, и их основное назначение в отличие от географических карт и планов местности состоит в передаче сведений о размерах объектов земного рельефа не только в горизонтальном, но и в вертикальном направлении.

Топографические чертежи применяются в тех случаях, когда в связи с составлением плана строительных работ и в процессе его выполнения необходимо считаться с особенностями рельефа поверхности земного участка, на котором производится строительство. В числе примеров такого рода работ можно назвать построение автотрасс и железнодорожных путей, мелиоративные работы в сельском хозяйстве с целью осушения болот или сооружения оросительных каналов, построение гидроэлектростанций, связанное с точным определением уровня и границ водоема, поднятого плотиной, и т. п.

Характерная особенность объектов рельефа земной поверхности состоит в том, что высота этих объектов во много раз меньше, чем их размеры в горизонтальном направлении; поэтому для изображения такого рода объектов метод двух или трех прямоугольных проекций не может быть удобным в практическом использовании.

Поэтому в геологии и горном деле нашел широкое применение метод проекций с числовыми отметками (ПЧО), которым выполняется графическое решение инженерных задач на топографических поверхностях.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Проецирование точки

Для составления топографического чертежа применяется метод проекций с числовыми отметками. Сущность этого метода состоит в ортогональном проецировании точек на горизонтальную плоскость проекций Π_0 , называемую нулевой плоскостью. Сведения о высоте над плоскостью Π_0 каждой спроецированной точки задается числом, нанесенным на чертеже рядом с горизонтальной проекцией точки в виде индекса. Это число (числовая отметка) показывает (обычно в метрах) натуральную высоту изображаемой точки над плоскостью Π_0 . Расстояния в горизонтальном направлении между проекциями точек определяются непосредственно на чертеже, с помощью линейного масштаба, который обязательно наносится на чертеж.

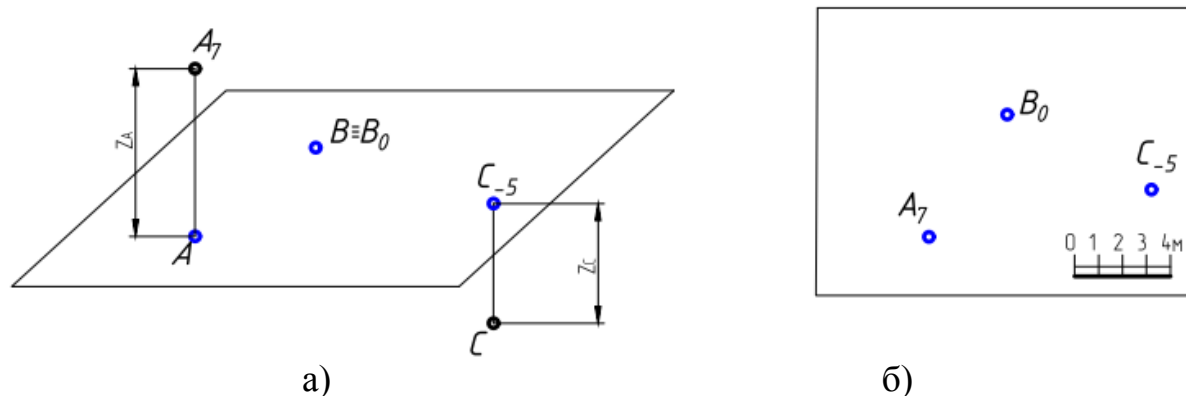


Рис.1.1

На рисунке 1.1 представлено наглядное изображение точек А, В и С (Рис. 1.1а) и их проекции A_7 , B_0 , C_{-5} в проекциях с числовыми отметками (Рис. 1.1б). Точка А имеет положительную отметку, так как расположена выше нулевой плоскости на расстоянии 7 единиц. Точка В принадлежит нулевой плоскости и поэтому имеет отметку «0». Точка С расположена на расстоянии 5 единиц ниже плоскости Π_0 . В этом случае перед числовой отметкой точки стоит знак «-». Перед положительными значениями отметок знак «+» не ставится.

Проецирование прямой линии

Проекция прямой в проекциях с числовыми отметками может быть задана:

– проекциями двух, принадлежащих ей точек, с указанием их отметок (Рис. 1.2а);

– проекцией одной принадлежащей ей точки и направлением с указанием уклона или интервала (Рис. 1.2б). Угол стрелки показывает убывание отметок.

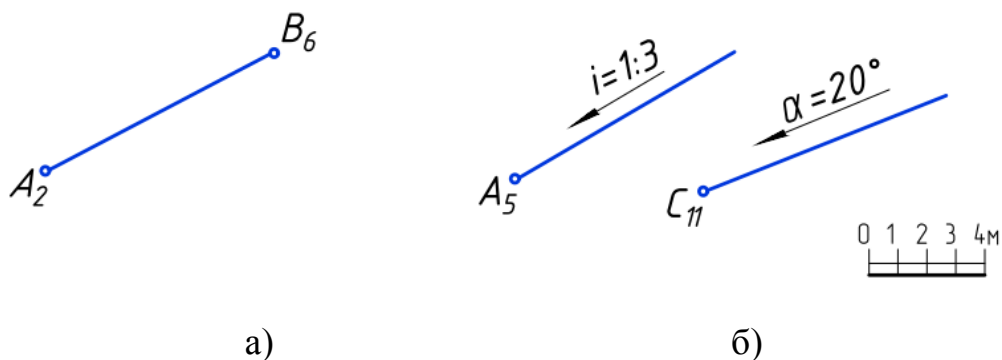


Рис. 1.2

На рисунке 1.3 представлено наглядное изображение прямой AB и ее горизонтальная проекция $A_{0,5}B_2$ на плоскость Π_0 .

Длина горизонтальной проекции прямой на плоскость Π_0 называется **заложением** и обозначается **L** .

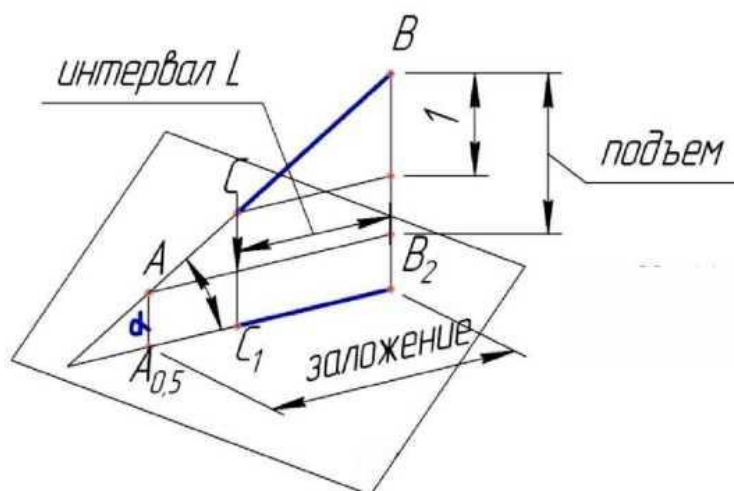


Рис. 1.3

Разность числовых отметок концов отрезка называется **подъемом (превышением)** и обозначается ***H***.

Уклон прямой обозначается ***i*** и определяется равенством $i=H/L=\text{tg}\alpha$. Уклон характеризует величину подъема (или спуска) какой-либо точки, движущейся по данной прямой.

Если разность высот точек ***C*** и ***B*** равна единице, то длина отрезка ***C₁B₂*** называется **интервалом** прямой ***AB*** и обозначается ***l***.

Если разность высот точек ***C*** и ***B*** равна единице, то длина отрезка ***C₁B₂*** называется **интервалом** прямой ***AB*** и обозначается ***l***.

Тогда уклон прямой можно выразить равенством $i=1/l$, а заложение – $l=1/i$.

Таким образом, уклон и заложение величины обратно пропорциональные: чем больше уклон, тем меньше интервал и наоборот (Рис. 1.4).

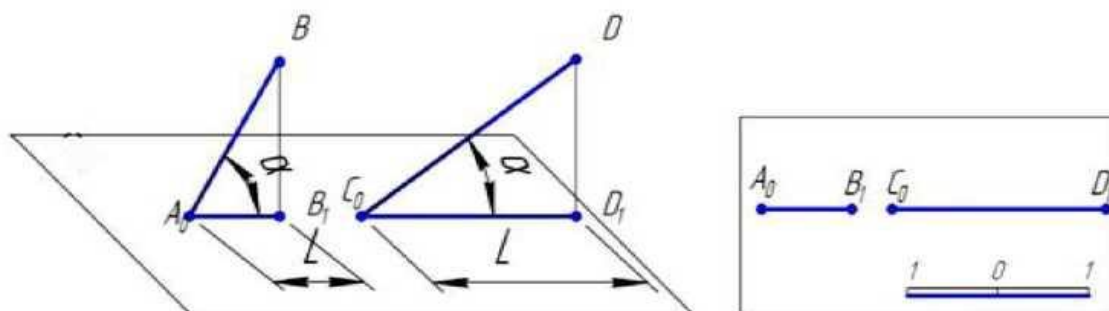


Рис. 1.4

Градуирование прямой

Градуирование прямой заключается в нанесении на проекцию прямой точек, числовые отметки которых представят собой последовательный ряд целых чисел.

Выполнять градуирование можно несколькими способами, как графически, так и аналитически. Наиболее распространенными являются графические способы такие как: способ деления отрезка на пропорциональные части (теорема Фалеса) и с помощью графика уклонов (масштаба уклонов).

1 способ. Градуирование способом пропорционального деления.

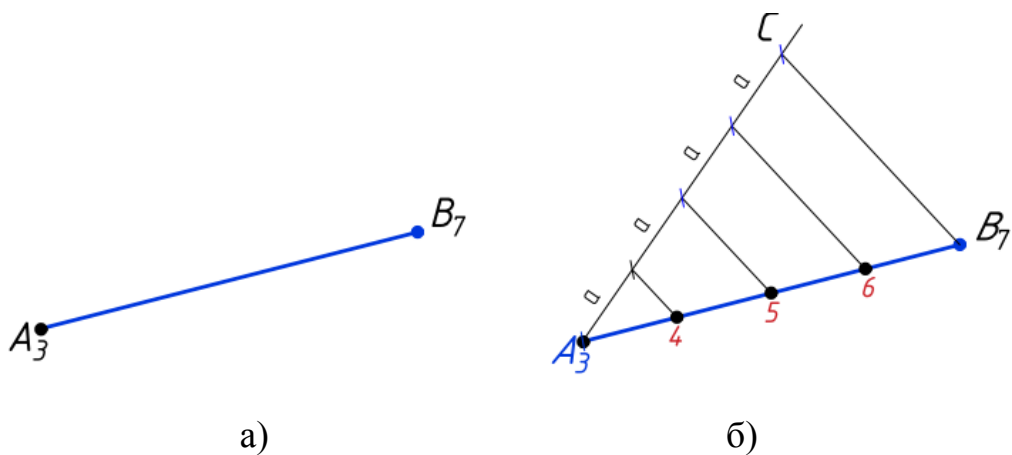


Рис. 1.5

Например, задан отрезок АВ (A_3B_7). Процесс градуирования заключается в определении на его проекции точек, имеющих отметки 4,5,6.

Из точки A_3 (или B_7) под произвольным углом (кроме углов 0° и 180°) проводится луч произвольной длины. На этом луче следует отложить 4 равных отрезка произвольной длины a (так как разность отметок точек А и В составляет 4 единицы). Конец последнего отрезка (точка С) соединяется с точкой B_7 .

Из концов отложенных отрезков параллельно замыкающему отрезку СВ проводятся прямые, которыми проекция отрезка АВ (A_3B_7) делится на 4 равные части. В местах пересечения проставляются отметки точек имеющих целочисленные отметки (4,5,6).

2 способ. Градуирование с помощью графика уклонов.

Это способ применяется для прямой, заданной проекцией одной точки с целочисленной отметкой и заданным уклоном или углом наклона прямой к основной плоскости (Рис. 1.7а).

Для построения графика масштаба уклонов необходимо вычертить сетку, каждая клетка которой равна единице масштаба чертежа.

График уклона

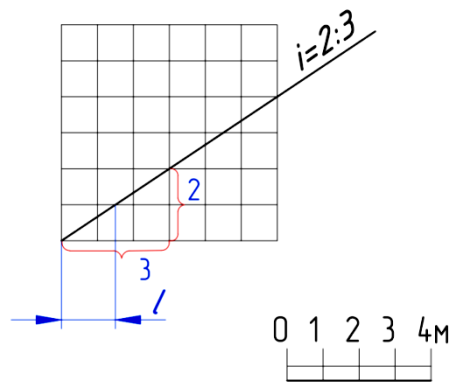


Рис. 1.6

По горизонтальной оси откладываются значения заложения L , а по вертикальной – значения превышения H . Для построения уклонов по вертикали и горизонтали откладывается количество клеток соответствующее заданному в условии заданию уклону. Для заданной в примере прямой (Рис.1.7а) – это 3 и 2 соответственно. Из начала координат проводится прямая, имеющая заданный уклон. По графику определяется значение интервала l , которое откладывается от точки А (Рис.1.7б).

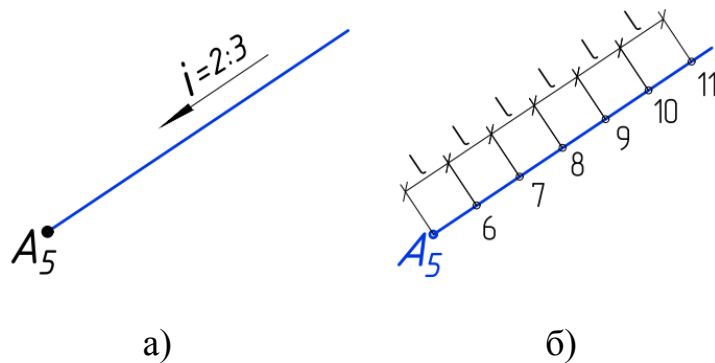


Рис. 1.7

Проецирование двух прямых

Две прямые в пространстве могут быть параллельны, могут пересекаться или скрещиваться.

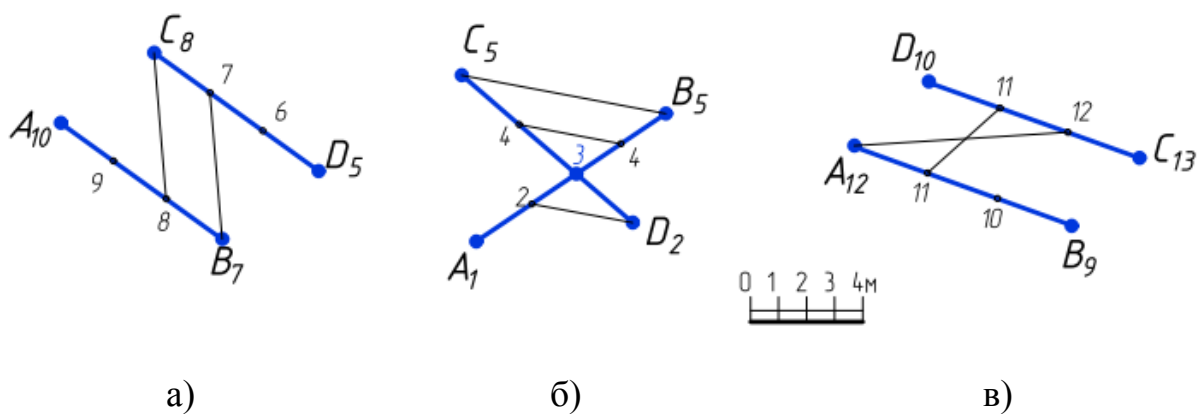


Рис. 1.8

Для определения взаимного положения прямых необходимо проградировать их и сравнить уклоны, интервалы, направление возрастания (убывания) отметок и значение отметки точки пересечения проекций этих прямых.

Параллельные прямые. Если прямые взаимно параллельны, то их проекции должны быть параллельны друг другу, уклоны (или интервалы) равны и отметки возрастать (убывать) в одну сторону (Рис. 1.8а).

Пересекающиеся прямые. Проекция таких прямых имеют общую точку, с одинаковым значением числовой отметки на каждой прямой (Рис. 1.8б).

Скрещивающиеся прямые. Если проекции прямых не удовлетворяют хотя бы одному из перечисленных выше признаков, то такие прямые скрещиваются (Рис. 1.8в).

Параллельные и пересекающиеся прямые образуют плоскость и линии, соединяющие точки с одинаковыми отметками, будут параллельны, так как являются горизонталями плоскости. Для скрещивающихся прямых эти линии, соединяющие точки с одинаковыми отметками, не будут параллельны.

Это еще один характерный признак, который позволяет по чертежу определить взаимное положение прямых в пространстве.

Проецирование плоскости

Плоскость в проекциях с числовыми отметками может быть задана так же, как и в ортогональных проекциях: проекциями трех точек, не лежащих на одной прямой; проекциями прямой и точки, не принадлежащей этой прямой; проекциями двух параллельных или пересекающихся прямых и проекциями плоской фигуры. Однако, наиболее удобным способом задания плоскости в проекциях с числовыми отметками является задание ее масштабом уклона.

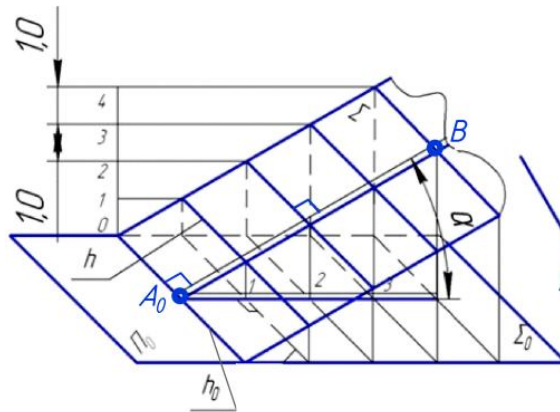


Рис. 1.9

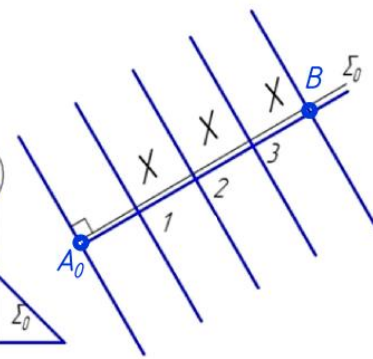


Рис. 1.10

На рисунке 1.9 а изображены основная плоскость Π_0 и плоскость Σ общего положения. В плоскости проведен ряд горизонталей, расстояние между которыми по высоте равно единице (1м).

h_0 – горизонтальный след этой плоскости (линия, по которой заданная плоскость Σ пересекает плоскость Π_0). Все горизонталы плоскости параллельны между собой и параллельны h_0 .

Прямая линия A_0B , перпендикулярная к h_0 (а, следовательно, и ко всем горизонталям) и проведенная в плоскости Σ , будет линией наибольшего уклона плоскости (линией ската или линией падения).

Проградуированная проекция линии наибольшего ската AB называется **масштабом уклона плоскости Σ** и изображается на чертеже двойной линией – толстой и тонкой.

Расстояние между проекциями смежных горизонталей (X) называется **интервалом** плоскости, который равен интервалу линии наибольшего ската.

Угол α между линией наибольшего ската и линией масштаба уклона

является **углом наибольшего ската** или углом падения плоскости.

Способ задания плоскости масштабом уклона наглядно характеризует положение плоскости и удобен для построения ее горизонталей.

Взаимное положение плоскостей

Две плоскости в пространстве могут быть параллельны или пересекаться.

Если две плоскости в пространстве параллельны, то их масштабы уклонов параллельны, интервалы равны и числовые отметки возрастают или убывают в одном направлении (Рис. 1.11).

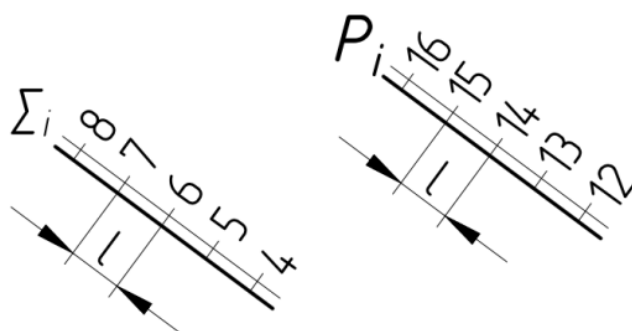


Рис. 1.11

Плоскости, масштабы уклонов которых не удовлетворяют хотя бы одному из выше перечисленных условий параллельности, являются пересекающимися (Рис. 1.12).

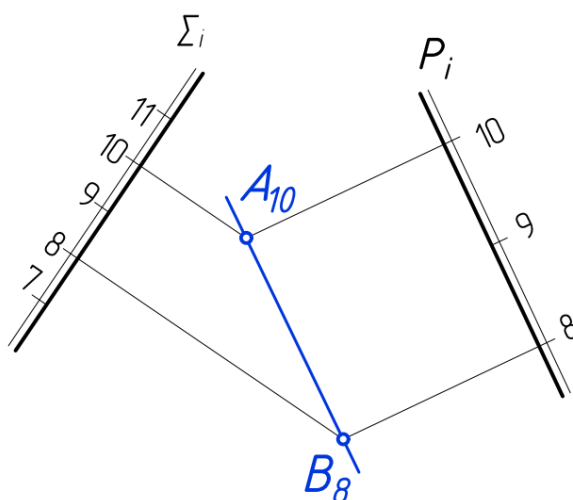


Рис. 1.12

Проекция линии пересечения плоскостей определяется проекциями хотя бы двух точек пересечения горизонталей, имеющих одинаковые отметки.

Проецирование поверхности

В проекциях с числовыми отметками все поверхности изображают проекциями их горизонталей с нанесением отметок каждой горизонтали.

Проекция **многогранника** можно задать проекциями ребер с указанием отметок вершин (Рис. 1.13) или проекцией и отметкой одной из граней (например, бровка земляного полотна).

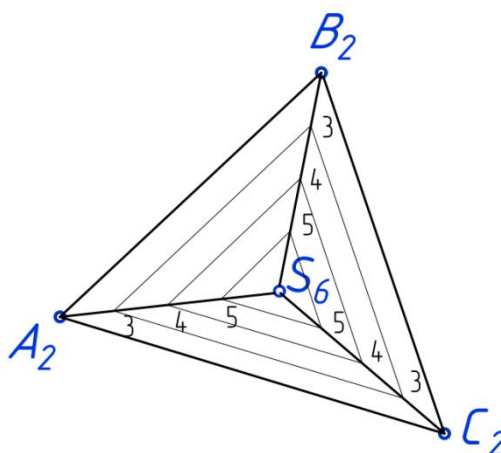


Рис. 1.13

На рисунке 1.14 показано построение проекции прямого кругового конуса, которая задана проекциями его горизонталей (окружностей), получаемых в результате пересечения конуса рядом параллельных плоскостей, проведенных перпендикулярно оси вращения. Если расстояния между плоскостями равны одной единице, то расстояния между горизонталями (окружностями) на плане будут равны интервалу.

Таким образом, на чертеже прямой круговой конус задается проградированной проекцией образующей, через которые проводятся круговые горизонталю (Рис. 1.15). Проградированная проекция любой образующей представляет собой масштаб уклона и линией наибольшего ската.

Линия наибольшего ската поверхности представляет собой непрерывную цепь наименьших интервалов этой поверхности.

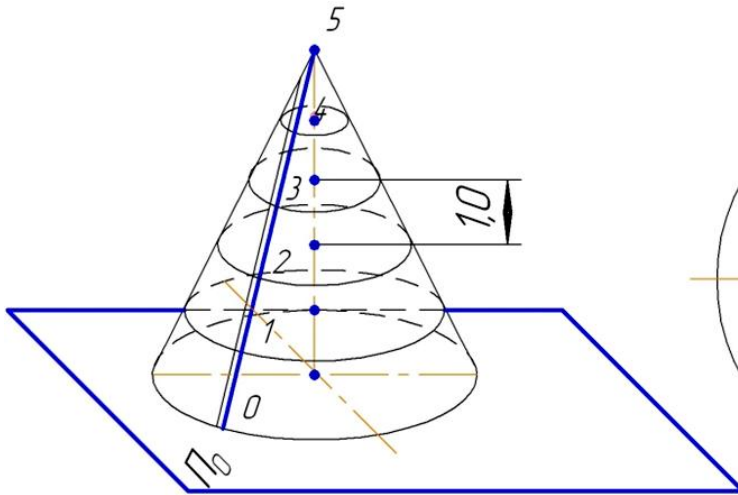


Рис. 1.14

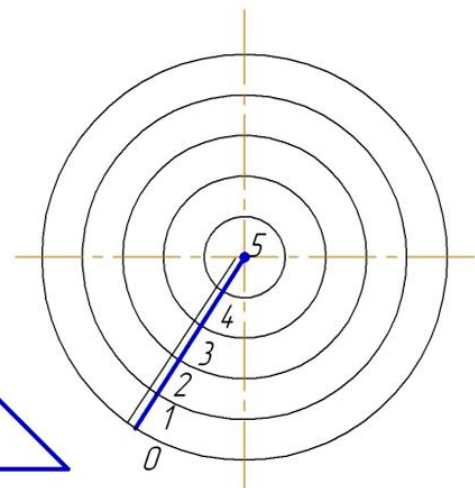


Рис. 1.15

Построение поверхности одинакового ската (равного уклона)

Горизонтали откосов горизонтальной площадки параллельны ее краям (бровкам), лежащим в горизонтальной плоскости и, следовательно, тоже являющимися горизонталями (Рис. 1.16).

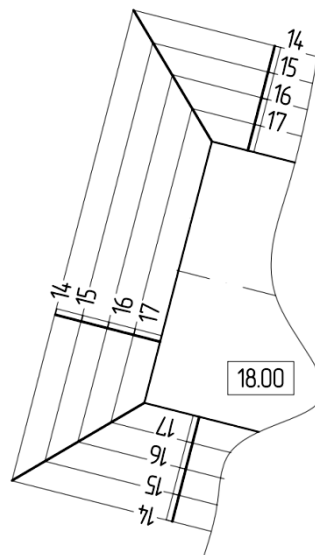


Рис. 1.16

А горизонтали откосов сооружений, имеющих уклон, не будут параллельны его бровке. Так, при строительстве земляных сооружений для въезда

на площадку или съезда с нее сооружаются аппарели. Откос аппарели представляет собой поверхность одинакового ската.

Поверхностью одинакового ската является линейчатая поверхность, все образующие которой составляют с некоторой плоскостью постоянный (одинаковый) угол.

Такая поверхность расположена касательно к системе конусов, стоящих вдоль бровки (края) дороги и расположенных в точках пересечения горизонталей дороги с бровкой дороги (Рис. 1.17). Если дорога проходит по насыпи, то конусы, расположенные вдоль кромки дороги, будут располагаться вершинами вверх, а если дорога проходит в выемке – конусами вниз.

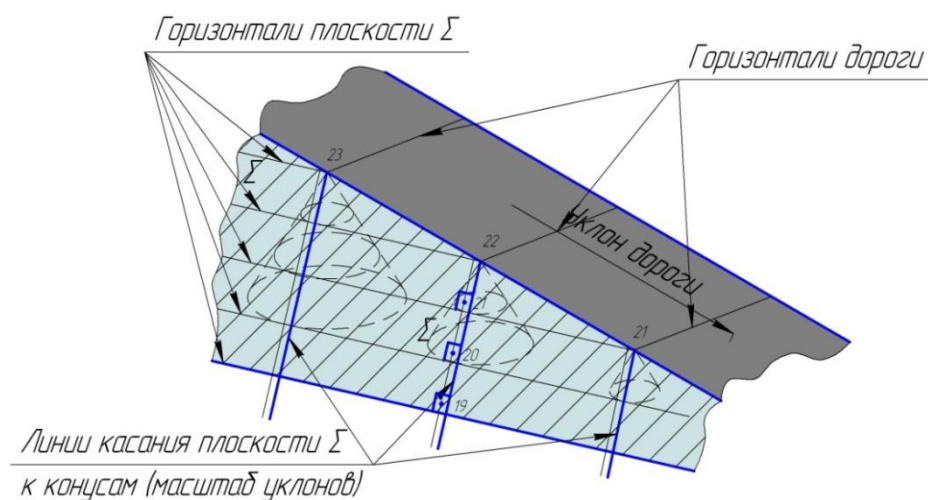


Рис. 1.17

На рисунке 1.17 изображена поверхность одинакового ската Σ касательная к семейству конусов, вершины которых расположены вверх и имеют одинаковый угол наклона образующих к оси вращения конусов. Каждая горизонталь этой поверхности является касательной (огибающей) к горизонталям конусов, расположенных в плоскости одного уровня. Так горизонталь 21, проходящая через вершину конуса с отметкой 21 построена как касательная (огибающая) к окружностям, имеющим ту же отметку 21. Остальные горизонталы плоскости Σ будут ей параллельны.

На рисунке 1.18 показано построение на чертеже горизонталей поверхности одинакового ската.

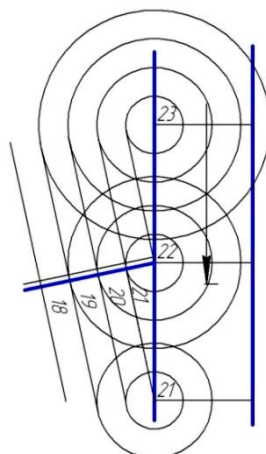


Рис. 1.18

Для упрощения масштаб уклона можно построить на любом из конусов и провести только одну горизонталь, а все остальные горизонтали будут проходить через деления масштаба уклона параллельно этой горизонтали.

Проецирование топографической поверхности

Топографическая поверхность обычно имеет сложную форму, которую нельзя отнести к каким-либо видам геометрических поверхностей и в строении которой нельзя усмотреть определенных закономерностей. Такие поверхности удобно изображать, пользуясь методом проекций с числовыми отметками. В соответствии с данными, полученными в результате съемки плана и нивелировки поверхности некоторого участка местности, на чертеж наносят проекции (с числовыми отметками) точек, принадлежащих изображаемой топографической поверхности, и проводят линии, соединяющие последовательно проекции точек с одинаковыми числовыми отметками (Рис.1.19). Эти линии называются **горизонталями**, а также линиями уровня. Каждая из них принадлежит горизонтальной плоскости, расположенной на соответствующем уровне от основной (нулевой) плоскости.

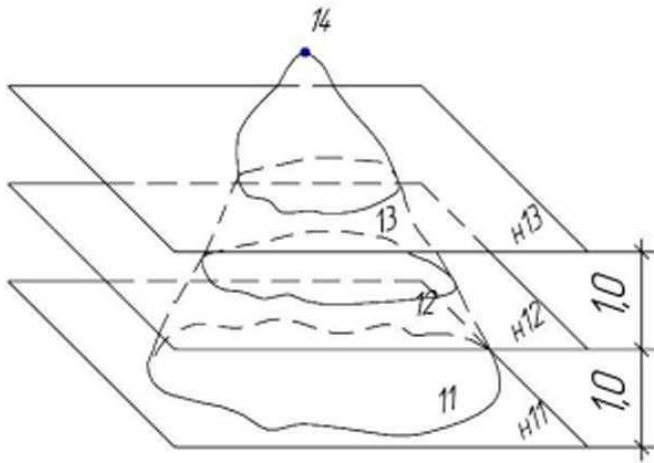


Рис. 1.19

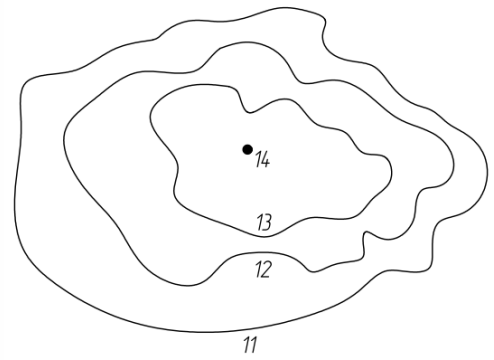


Рис. 1.20

На рисунке 1.19 показано наглядное изображение топографического объекта, который на рисунке 1.20 изображен при помощи горизонталей. Нанесенные над каждой горизонталью числовые отметки позволяют образно воспринимать топографический чертеж как изображение возвышенности.

Построение линии пересечения топографической поверхности плоскостью

Линия пересечения топографической проекции с плоскостью проходит через точки пересечения их горизонталей с одинаковыми отметками. Полученные точки соединяются плавной кривой линией.

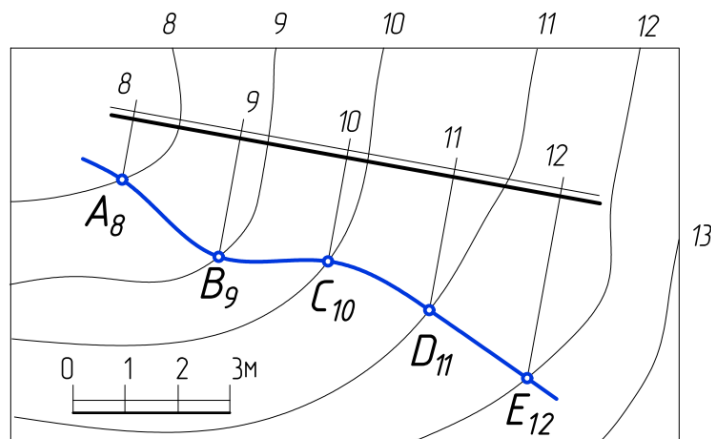


Рис. 1.21

На рисунке 1.21 показано построение линии пересечения топографической проекции наклонной плоскостью.

При пересечении топографической поверхности горизонтально проецирующей (вертикальной) плоскостью получают проекцию называемую **профилем** поверхности. На рисунке 1.22 показано построение профиля топографической поверхности вертикальной секущей плоскостью А-А.

Для этого на плане отмечают характерные точки 25, 26, 27, 28, 29, 30 – точки пересечения горизонталей топографической поверхности секущей плоскостью.

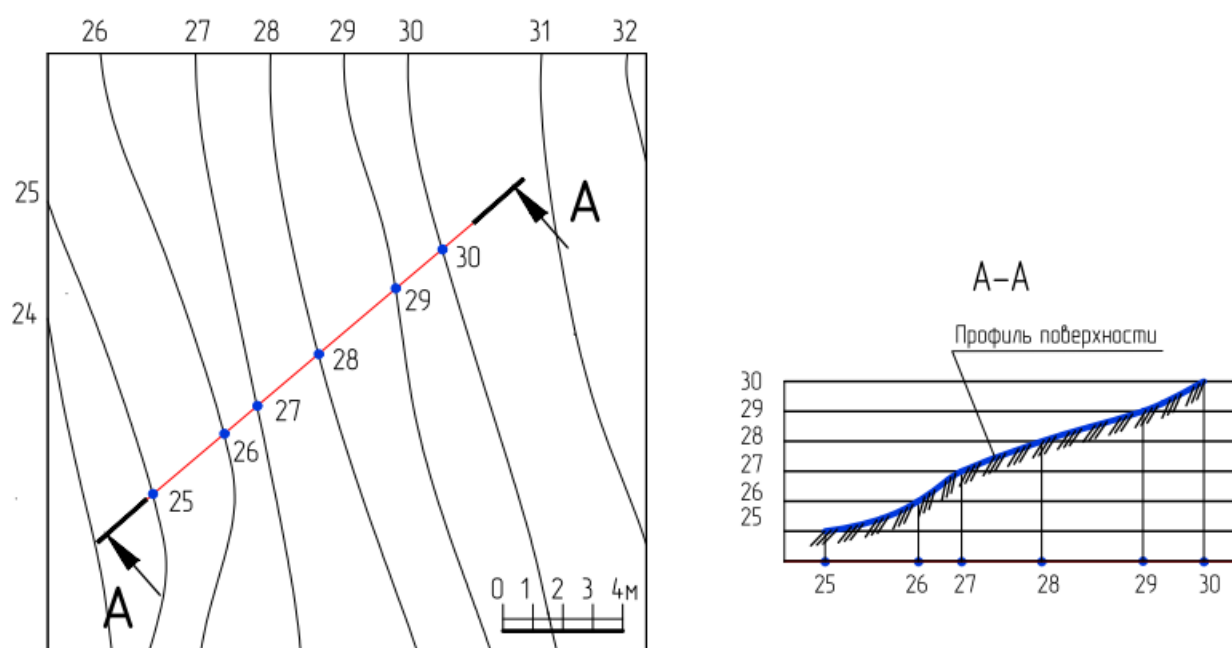


Рис. 1.21

На свободном месте чертежа вычерчиваются ось заложений и ось высот. На горизонтальной оси заложений откладывают расстояния между точками 25, 26, 27, 28, 29 и 30, снятыми с плана с учетом линейного масштаба чертежа. А на вертикальной оси высот – отметки всех горизонталей, попадающих в секущую плоскость. Из точек 25, 26, 27, 28, 29 и 30 проводятся вертикальные линии до пересечения с соответствующими горизонталями. Полученные точки пересечения соединяются плавной линией. Это линия профиля топографической поверхности.

В данном примере построен вынесенный профиль, так как он размещен на свободном месте чертежа. Так же профиль может быть построен непосредственно на плане. В этом случае он является наложенным профилем (Рис. 1.23).

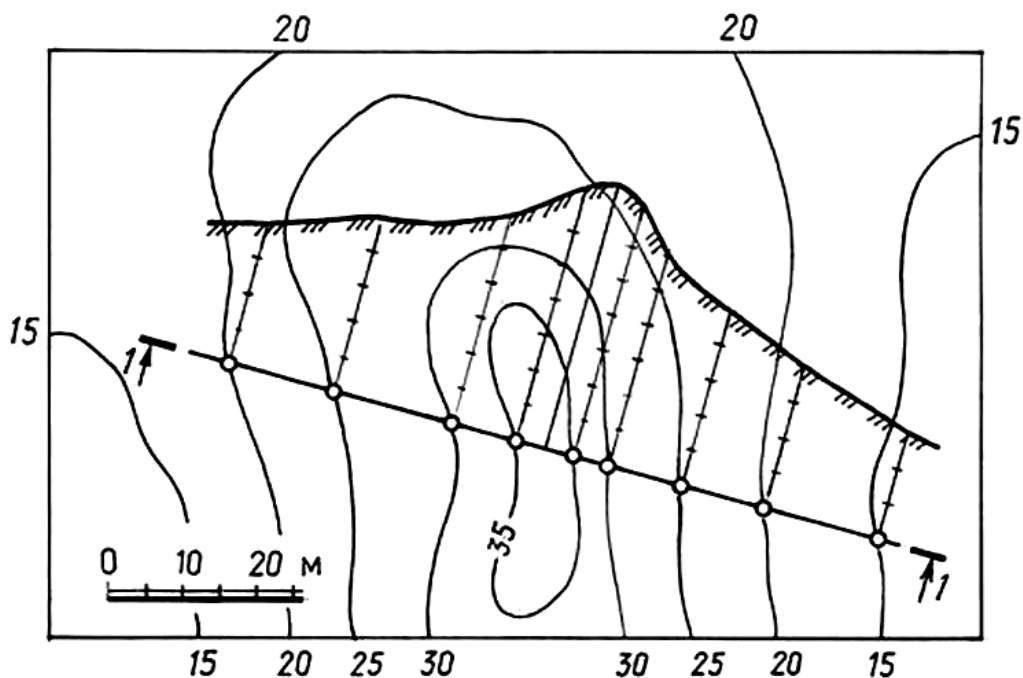


Рис. 1.23

Построение промежуточных горизонталей топографической поверхности

При решении инженерных задач в проекциях с числовыми отметками часто возникает необходимость в построении промежуточных горизонталей.

Для построения промежуточных горизонталей используют линии наибольшего уклона, которых определяют кратчайшее расстояние между смежными горизонталями. При этом принимается условие, что все точки этих линий лежат на поверхности.

На рисунке 1.24 показано построение промежуточных горизонталей с шагом 0,2м. Для построения линий наибольшего уклона на одной из смежных горизонталей выбирается ряд точек А, В, С, D и Е (Рис. 1.24). Положе-

ние точек определяется с учетом изменения кривизны горизонтали. Из этих точек, проводятся дуги окружностей, касательные смежной горизонтали. В точке касания радиус окружности будет перпендикулярен касательной к этой горизонтали. Следовательно, отрезки $A-A_1$, $B-B_1$, $D-D_1$, $C-C_1$, $E-E_1$ – линии наибольшего уклона. Они делятся на необходимое число равных отрезков методом деления отрезка на пропорциональные части. Полученные точки деления соединяются плавными кривыми, которые являются промежуточными горизонталями.

Если нужно разделить отрезок на две равные части (для построения срединной горизонтали), то более простым является способ, показанный на рисунке 1.24б. В этом случае из концов отрезков проводятся дуги окружностей произвольного радиуса (но больше половины отрезка). Линия, соединяющая точки пересечения этих дуг делит отрезок на две равные части.

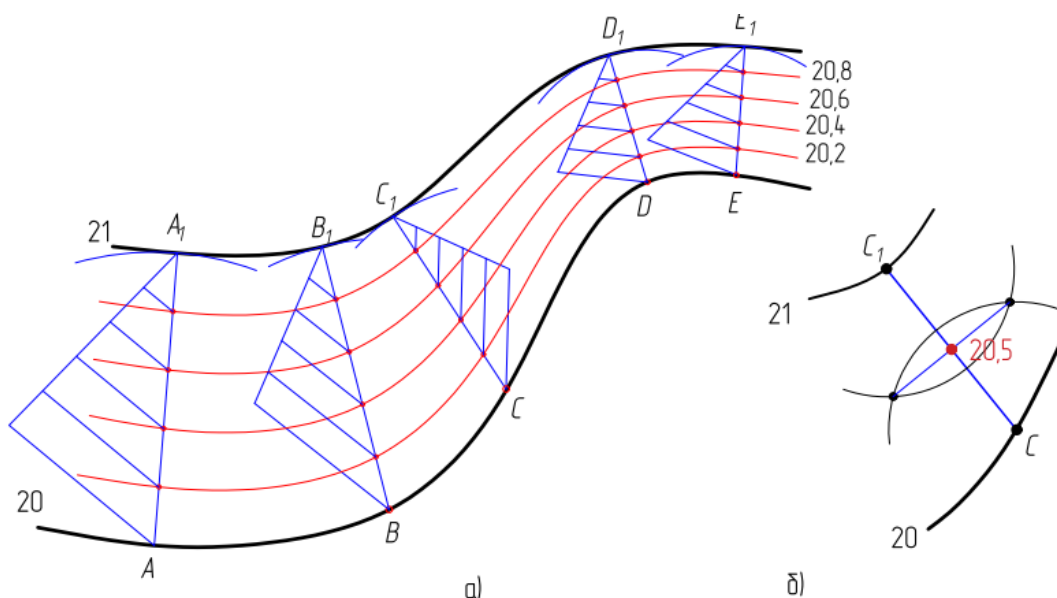


Рис. 1.24

Раздел 2 РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКАЯ РАБОТА «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ЗЕМЛЯНОГО СООРУЖЕНИЯ»

1.Цель задания

Целью работы является изучение теоретического материала по теме «Проекция с числовыми отметками» и применение полученных знаний для решения инженерных задач на примере выполнения индивидуальной расчетно-графической работы.

2.Содержание задания

По заданному чертежу топографической поверхности и контуру горизонтальной строительной площадки на заданной отметке с прямолинейным въездом (аппарелью) необходимо:

1. Определить границы земляных работ выемки и насыпи.
Уклоны откосов выемки 1:1; насыпи — 1:1,5. Уклон аппарели 1:6.
2. Построить профиль сооружения.

Построить сечение земляного сооружения вертикальной плоскостью А-А.

Работу выполнить на листе чертежной бумаги формата А3 в масштабе 1:200.

3 Последовательность выполнения работы

3.1 Построение исходных данных

В соответствии с вариантом задания необходимо вычертить исходные данные (топографическую поверхность и строительную площадку).

Для повышения качества выполнения работы рекомендуется вычертить исходные данные, рамку чертежа и основную надпись в программе AutoCAD или Компас -3D. Распечатать на листе чертежной бумаги А3 (Рис. 2.1) и затем выполнять построения в ручной графике.

В масштабе 1:200 размеры участка топографической поверхности равны 200х200 мм, размеры площадки 80х50 мм, ширина аппарели –20мм.

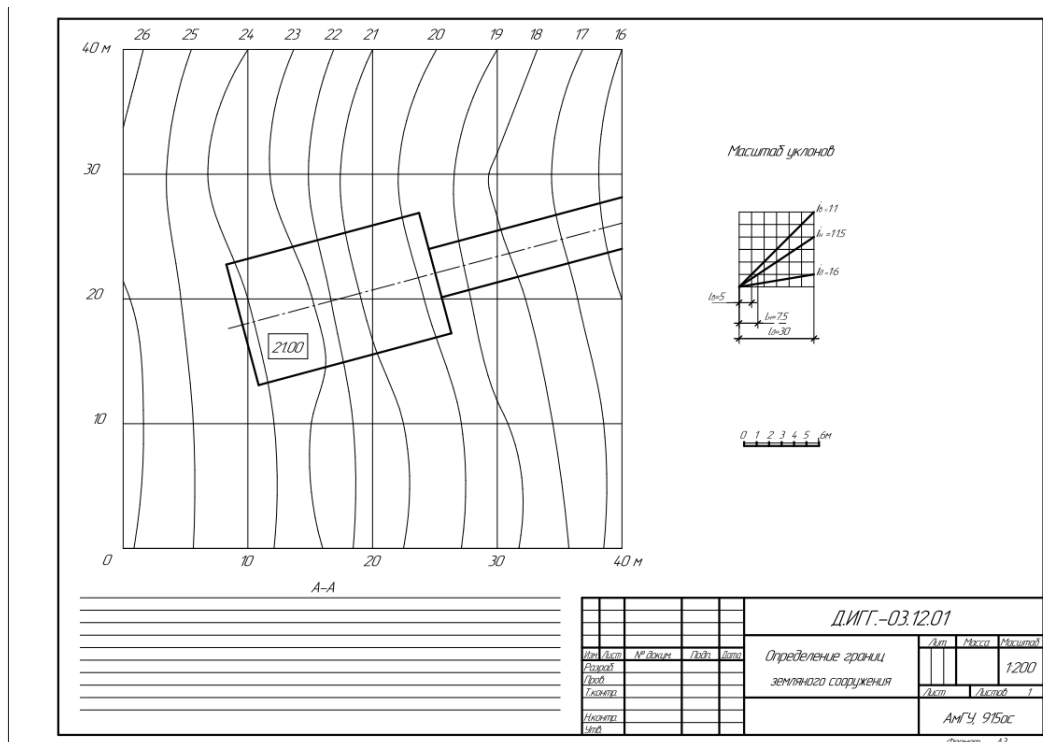


Рис. 2.1

3.2 Определение линии нулевых работ

В рассматриваемом примере площадка находится на отметке 12м. На этой отметке не требуется выполнение никаких земляных работ. Следовательно, линия нулевых работ проходит по 12-ой горизонтали топографической поверхности. Эта линия отделяет зону выемки (слева) от зоны насыпи (справа). Отмечаем точки нулевых работ **B** и **C** (Рис. 2.3).

3.3 Построение линейного масштаба чертежа и графика масштаба уклонов

Для построения линейного масштаба, следует отложить на прямой несколько отрезков одинаковой длины с определенной величиной деления соответствующей 1м. Величина одного деления линейного масштаба в масштабе чертежа 1: 200 будет равна 5мм (Рис. 2.2).

Для построения графика масштаба уклонов необходимо вычертить сетку. В масштабе изображения 1:200 одна клетка равна 5 мм.

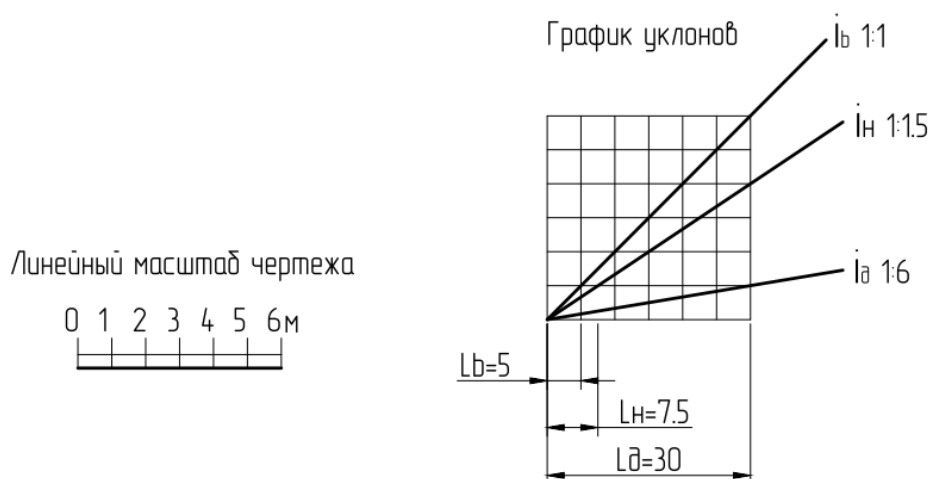


Рис. 2.2

Для построения уклонов откладываем по вертикали и горизонтали количество клеток соответствующее заданному в условии задания уклону. Так, например, для построения уклона аппарели (дороги) следует отложить одну клетку по вертикали и 6 клеток по горизонтали.

Получаем следующие интервалы в масштабе 1:200 (Рис.2.2):

- откосов выемок $l_b = 5\text{мм}$;
- откосов насыпей $l_n = 7,5\text{мм}$
- плоскости дороги $l_d = 30\text{мм}$.

3.4 Построение границы земляных работ выемки

Построение масштабов уклонов для откосов выемки

Для построения откосов выемки проводим перпендикулярно контуру площадки линии масштаба уклонов и наносим на них интервалы l_b в соответствии с заданным уклоном выемки (i_g 1:1) и линейным масштабом чертежа.

В масштабе 1:200 $l_b = 5\text{мм}$ (Рис. 2.3).

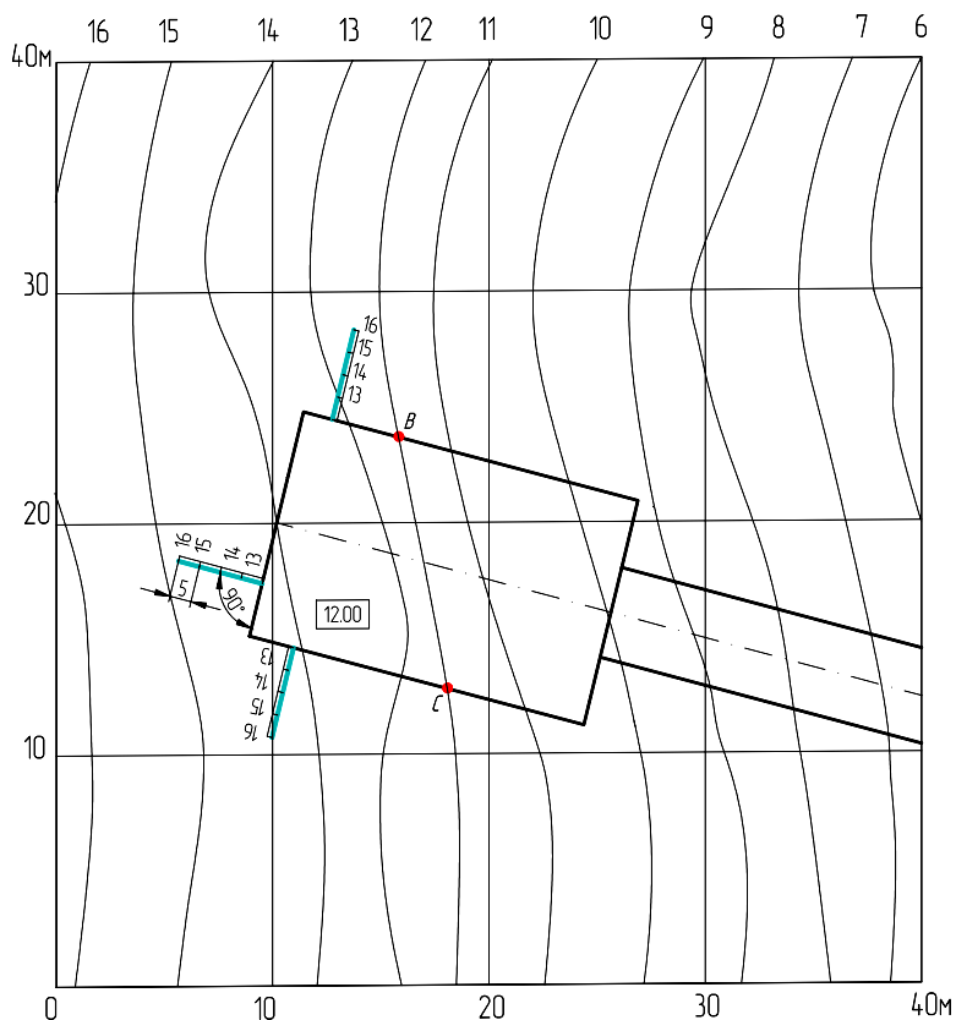


Рис. 2.3

Построение проектных горизонталей откосов выемки

Горизонтали откосов выемки (13,14,15,16) проходят через деления масштабов уклонов откосов выемки параллельно контуру площадки, так как линии контура площадки являются горизонталями откосов с отметкой площадки. На откосах выемки отметки проектных горизонталей от контура площадки увеличиваются.

Линия пересечения плоскостей откосов проходит через точки пересечения горизонталей, имеющих одинаковые отметки (Рис.2.4).

Так как плоскости откосов имеют одинаковый уклон, то проекция линии их пересечения будет биссектрисой угла образованного горизонталями.

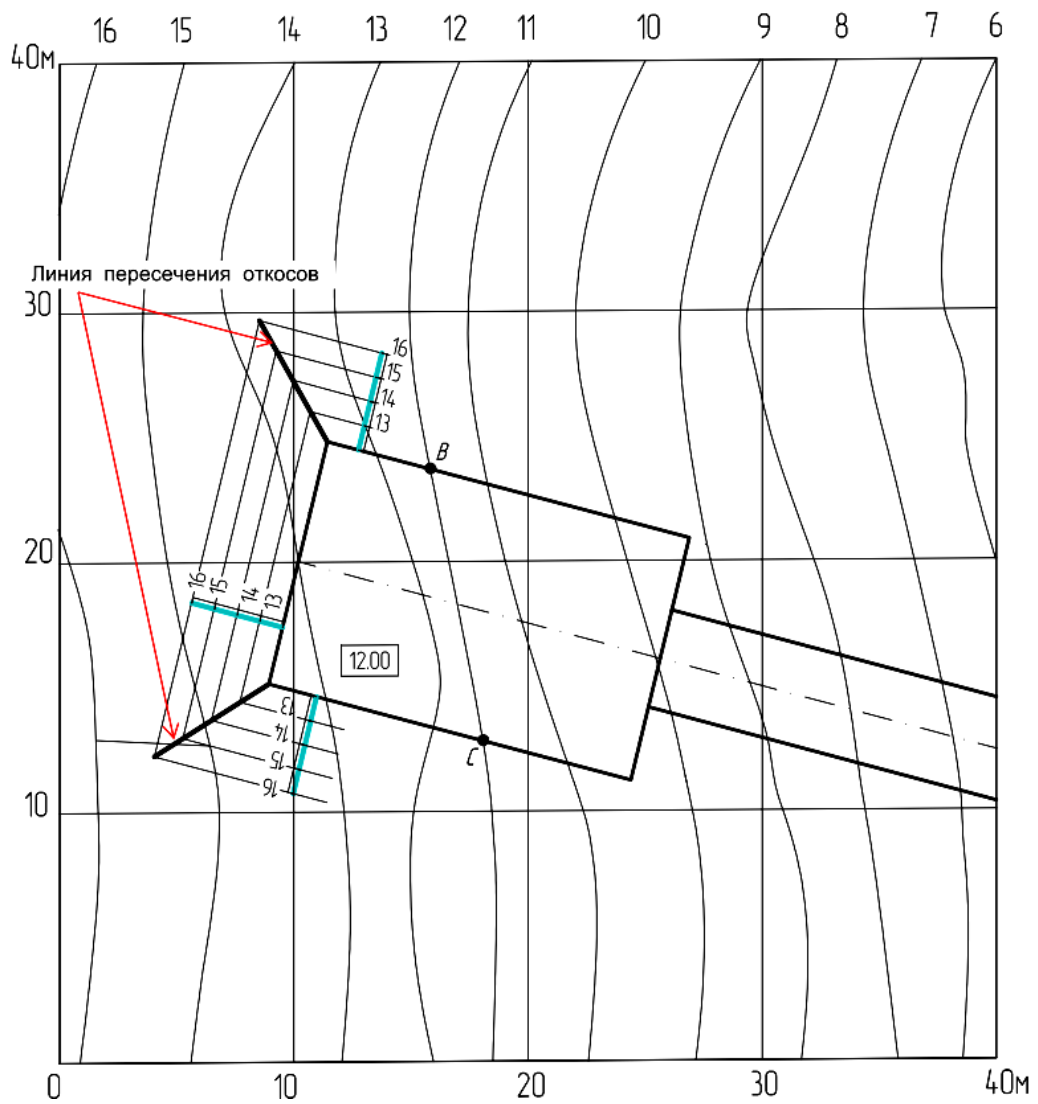


Рис. 2.4

Построение линии пересечения откосов выемки с рельефом.

Для построения линии пересечения плоскости каждого откоса выемки с рельефом, находим точки пересечения одноименных горизонталей плоскости и топографической поверхности. Эти линии определяют границу земляных работ выемки.

Для прямолинейного откоса соседние точки соединяются отрезками прямых линий (Рис. 2.5).

Так как расстояние между точками на 14-ой и 15-ой горизонталях велико для построения линии пересечения на этом участке, то необходимо провести промежуточную горизонталь поверхности 14,5 (по аналогии с рисунком 1.24) и определить дополнительную точку пересечения ее с горизонталью откоса 14,5 (Рис.2.6).

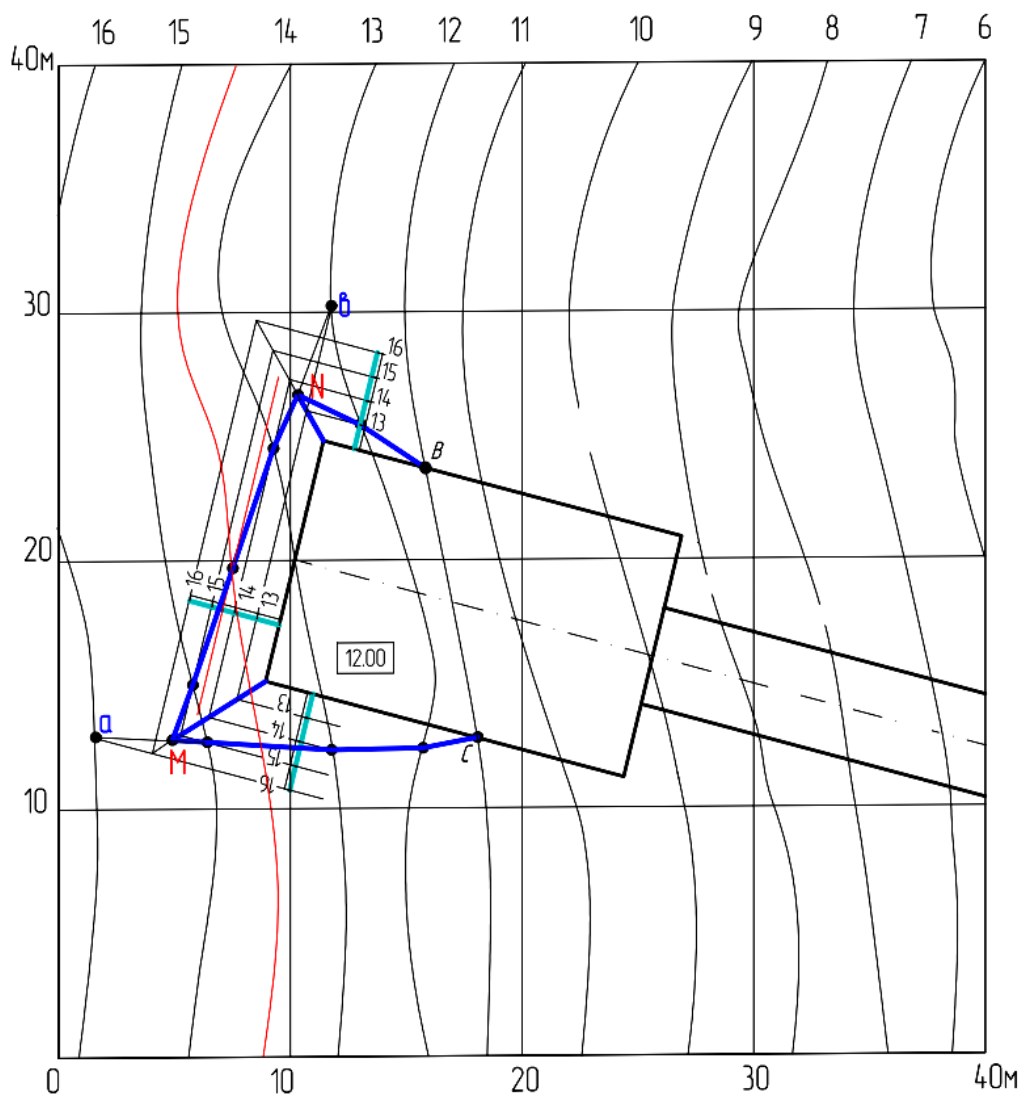


Рис. 2.5

При этом на линиях пересечения откосов должны быть построены угловые точки (точки М и N). Для их построения необходимо линию пересечения откоса насыпи с топографической поверхностью продлить до мнимых точек **a** и **b**, которые находятся на стороне соседнего откоса (Рис. 2.6).

Точка **a** получается при пересечении 16-ой горизонтали поверхности с 16 –ой горизонталью откоса. А точка **b** –при пересечении 13-ой горизонтали поверхности с 13-ой горизонталью откоса. Каждую угловую точку достаточно построить со стороны одного откоса. Линия пересечения соседнего откоса подводится к ней.

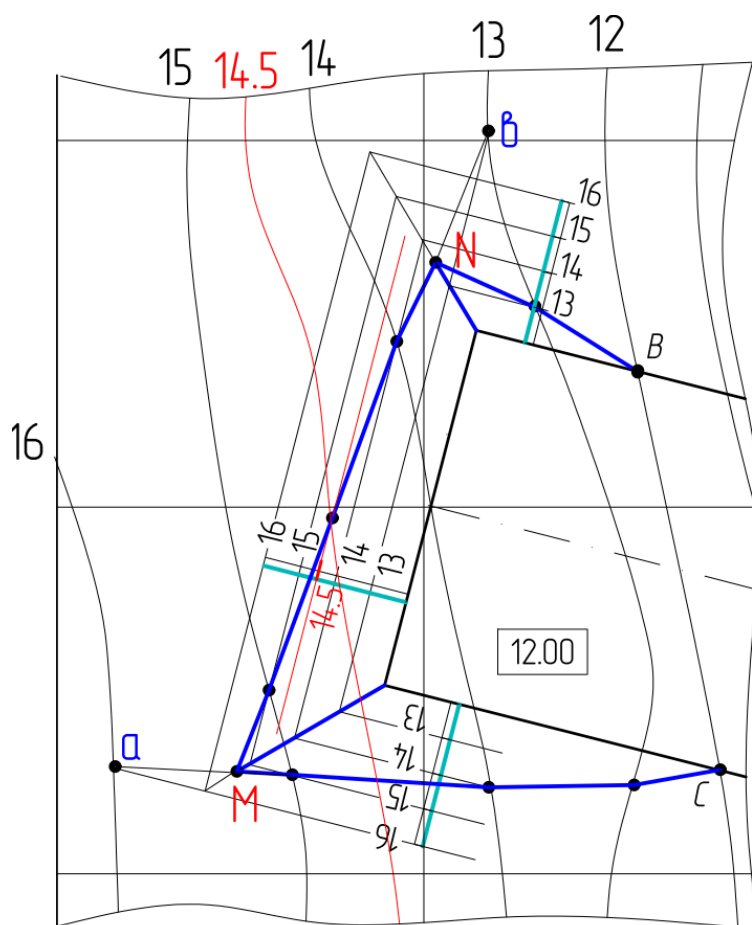


Рис. 2.6

3.5 Построение границы земляных работ насыпи площадки

Построение границы насыпи площадки выполняется аналогично построению выемки:

- построение масштабов уклонов для откосов насыпи. При построении масштаба уклонов насыпи интервал для откосов насыпи $l_n = 7,5\text{мм}$ (Рис. 2.7). На откосах насыпи отметки проектных горизонталей от контура площадки уменьшаются;
- проведение проектных горизонталей откосов насыпи и построение линий пересечения соседних откосов насыпи (Рис. 2.8);
- построение линии пересечения откосов насыпи площадки с рельефом. Получение угловых точек К и Р выполняется с помощью мнимых точек с и d (Рис.2.9).

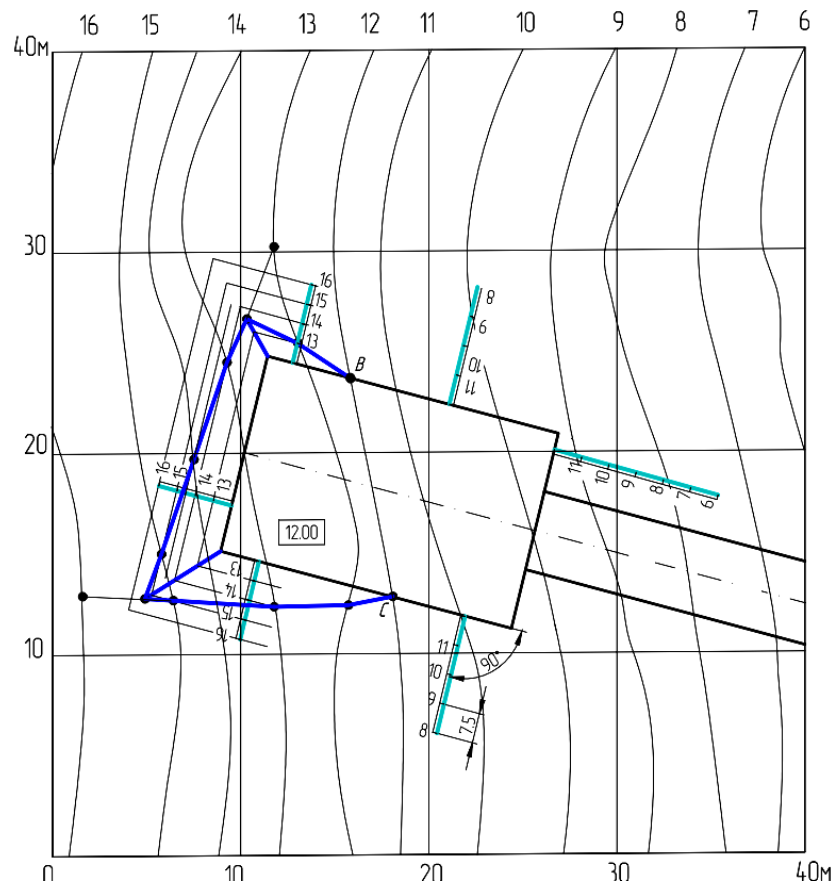


Рис. 2.7

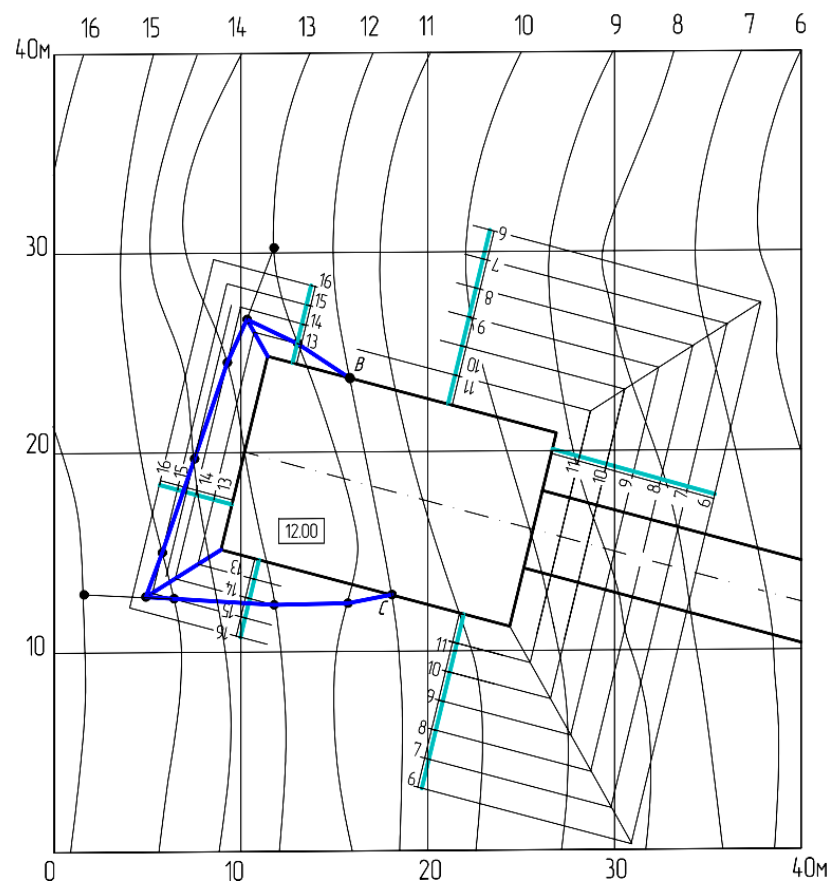


Рис. 2.8

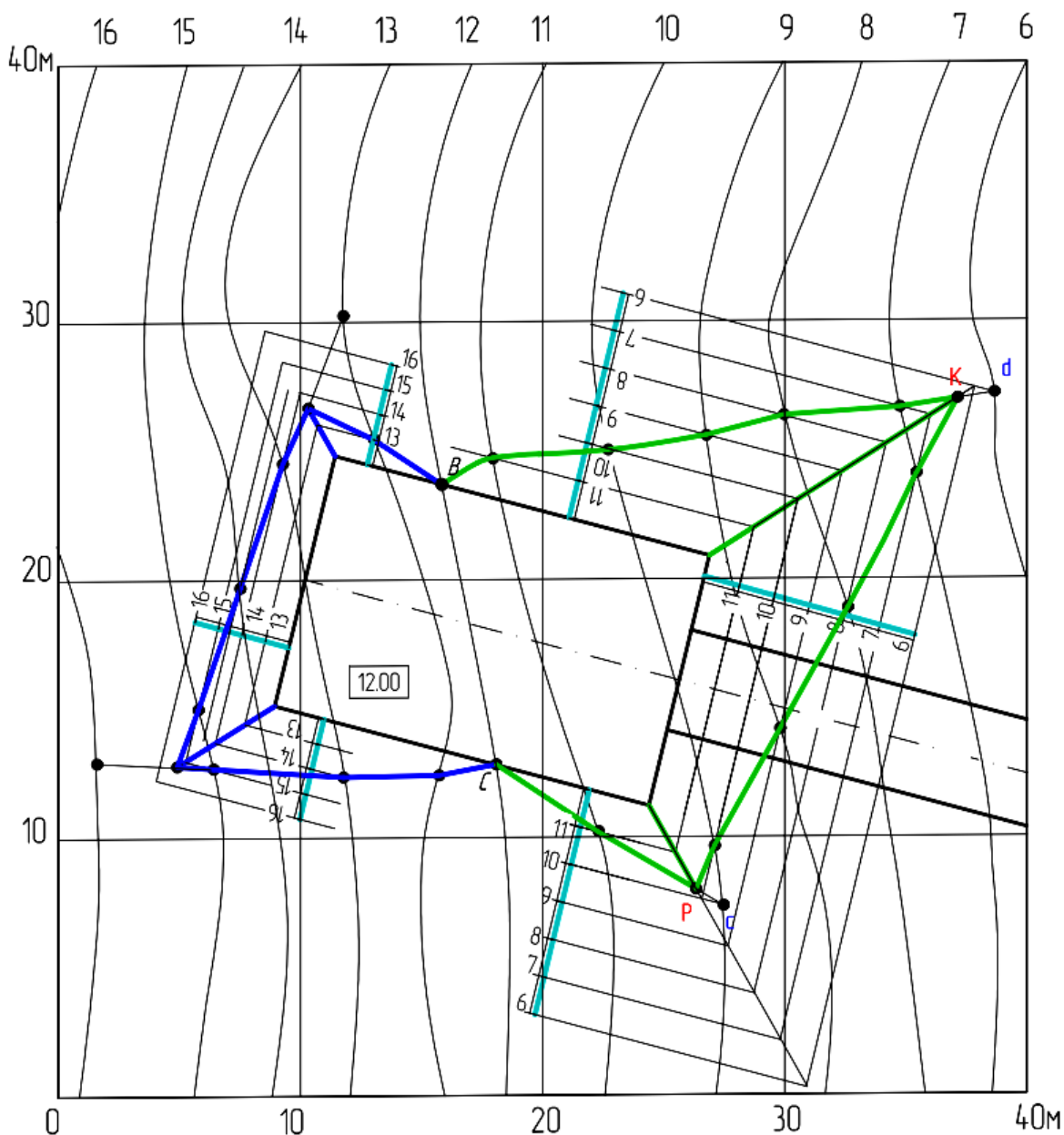


Рис. 2.9

3.6 Построение границы земляных работ насыпи аппарели

Выполнение градуировки аппарели (съезда)

Проектные горизонталы аппарели (Рис. 2.10) вычерчиваются перпендикулярно оси аппарели с соответствующим интервалом $ld=30\text{мм}$.

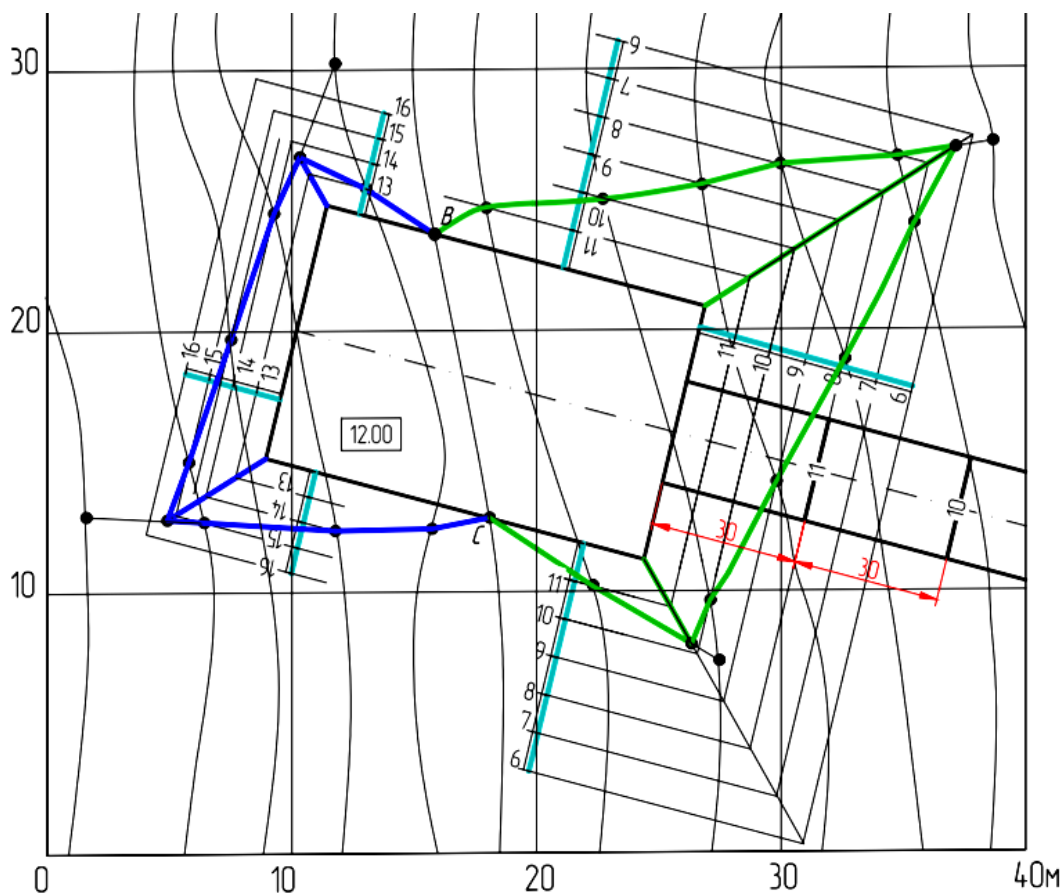


Рис. 2.10

Построение горизонталей откосов аппарели.

На откосах аппарели проектные горизонталы не параллельны контуру съездов, а будут расположены касательно к горизонталям вспомогательных конусов с вершинами в точке пересечения линии контура аппарели с контуром площадки. Уклон образующих этих конусов будет равен уклону откосов насыпи — 1:1,5. Горизонталы вспомогательных конусов – это окружности радиусом, равным величине, кратной интервалу $\ell_n = 7,5\text{мм}$ (Рис. 2.11).

Для упрощения построения достаточно построить одну горизонталь, а остальные горизонталы откосов аппарели провести параллельно ей через интервалы равные интервалу откосов насыпи $\ell_n = 7,5\text{мм}$.

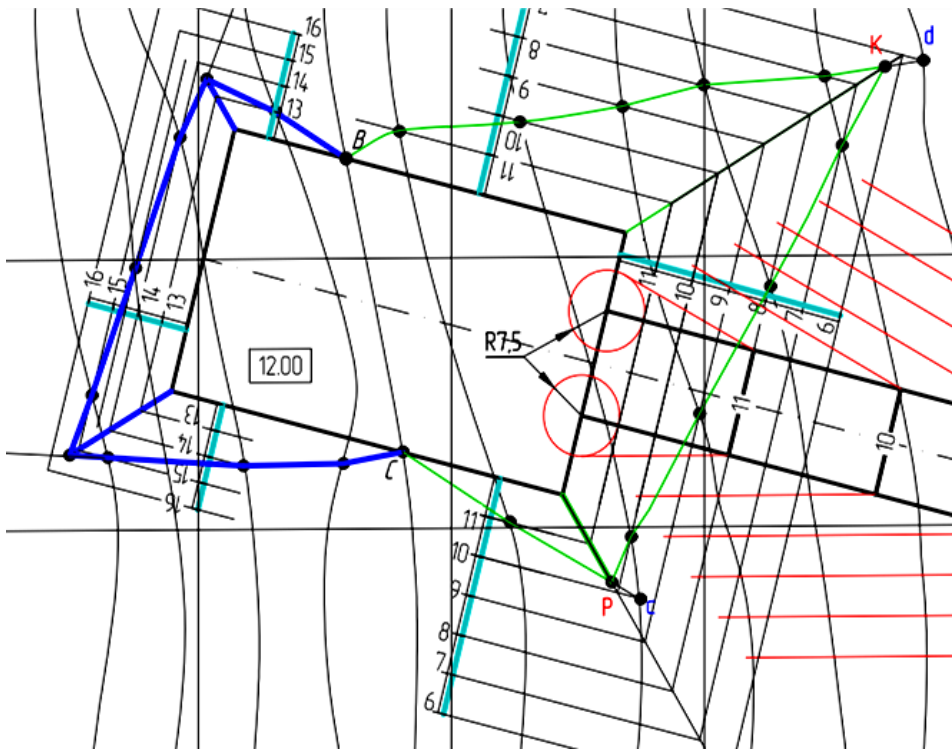


Рис. 2.11

Построение линии пересечения откосов насыпи аппарели и площадки

Линия пересечения откосов аппарели и площадки проходит через точки пересечения горизонталей, имеющих одинаковые отметки (Рис.2.12).

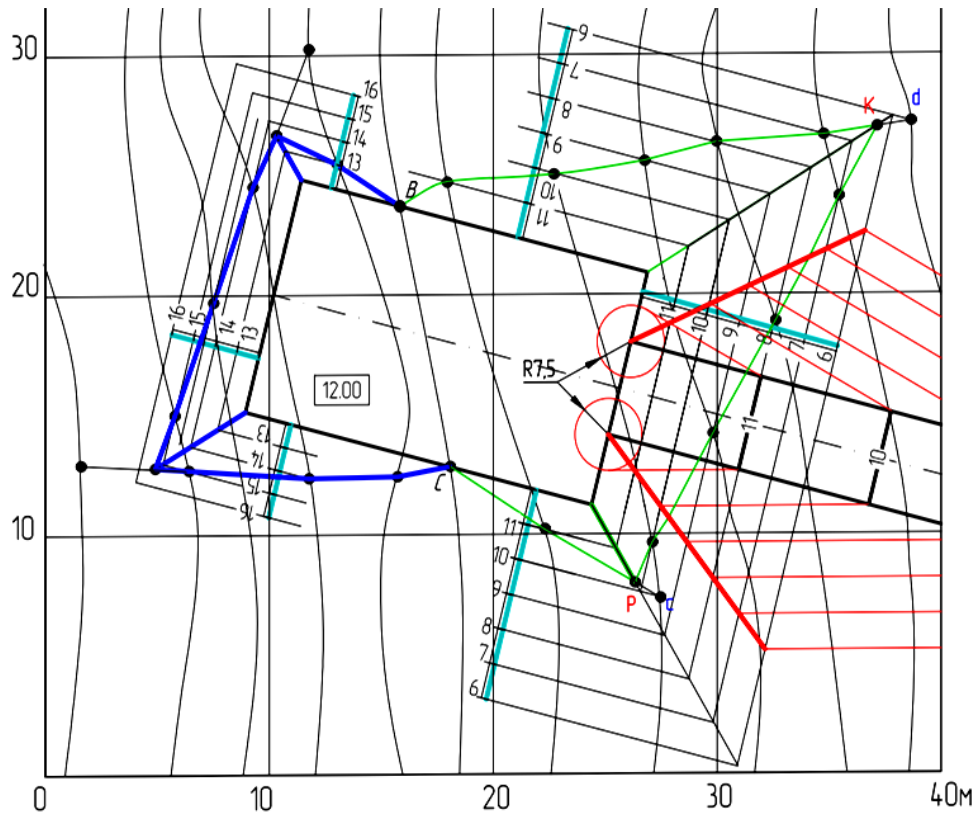


Рис. 2.12

Построение линии пересечения откосов аппарели с рельефом.

Для построения линии пересечения плоскости каждого откоса аппарели с рельефом, находим точки пересечения одноименных горизонталей откосов и рельефа. Эти линии определяют границу насыпи аппарели (Рис. 2.13).

Получение угловых точек R и S выполняется с помощью мнимых точек e и f.

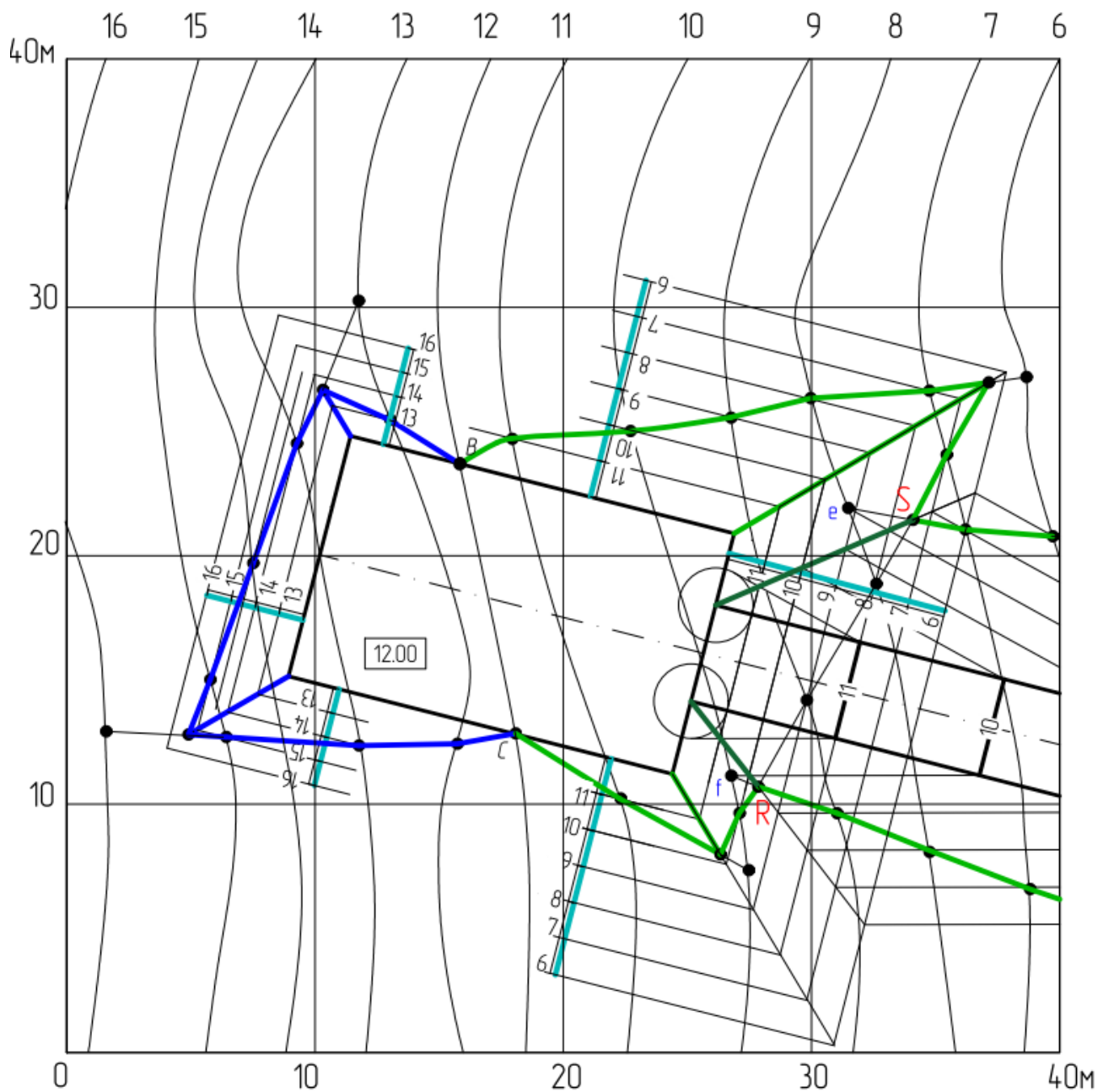


Рис. 2.13

3.7 Оформление чертежа. Нанесение бергштрихов

После определения границ откосов следует на каждом из них нанести бергштрихи, которые представляют собой чередование параллельных длинных и коротких штрихов, показывающих направление стока воды по откосу. Они начинаются от верхнего края откоса и направлены вдоль линии наибольшего ската поверхности, то есть перпендикулярно его горизонталям (Рис. 2.14).

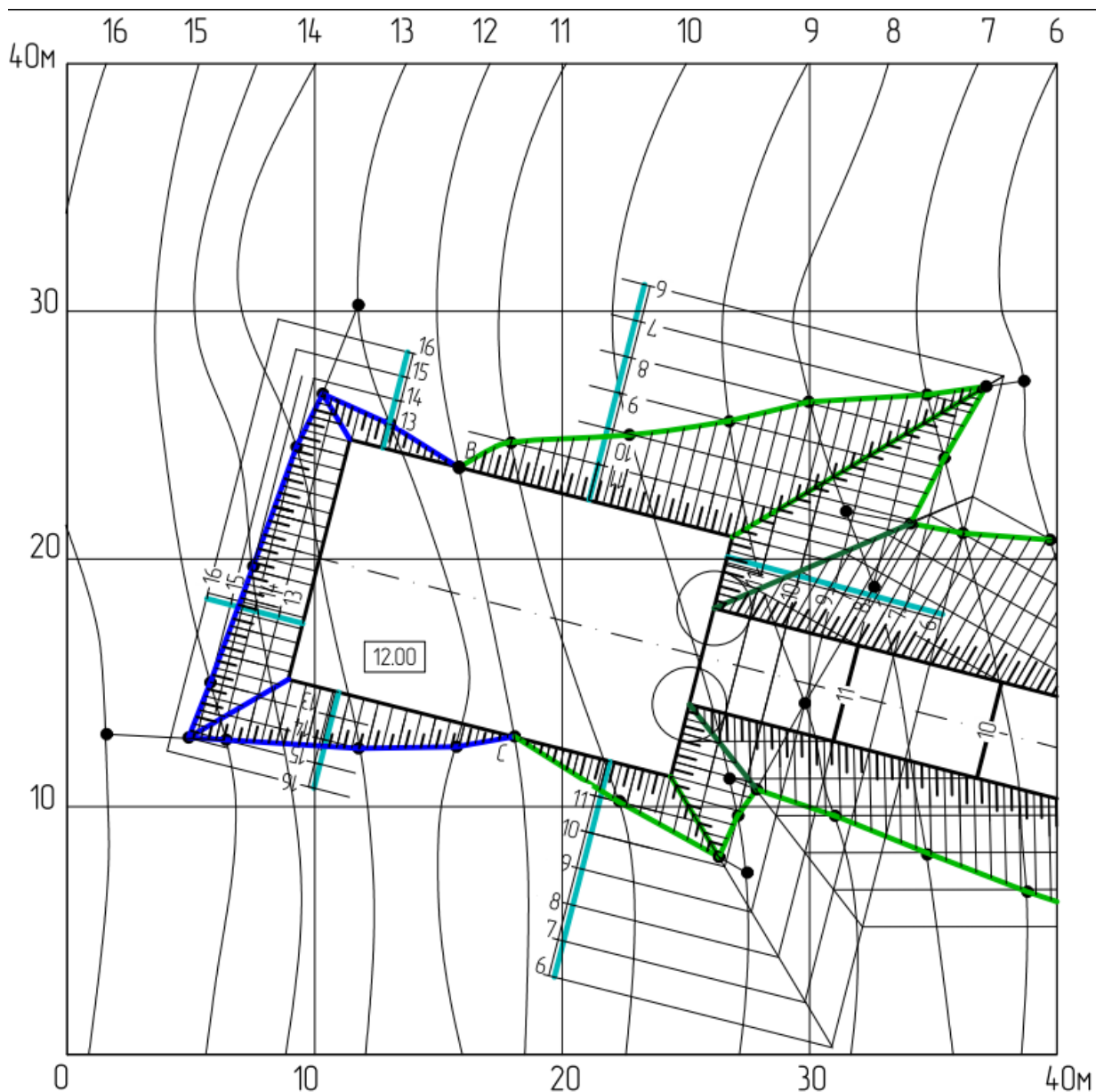


Рис. 2.14

3.8 Построение профиля топографической поверхности и земляного сооружения

Построение секущей плоскости.

Положение секущей плоскости задается преподавателем после проверки построения границ земляного сооружения (Рис.2.15).

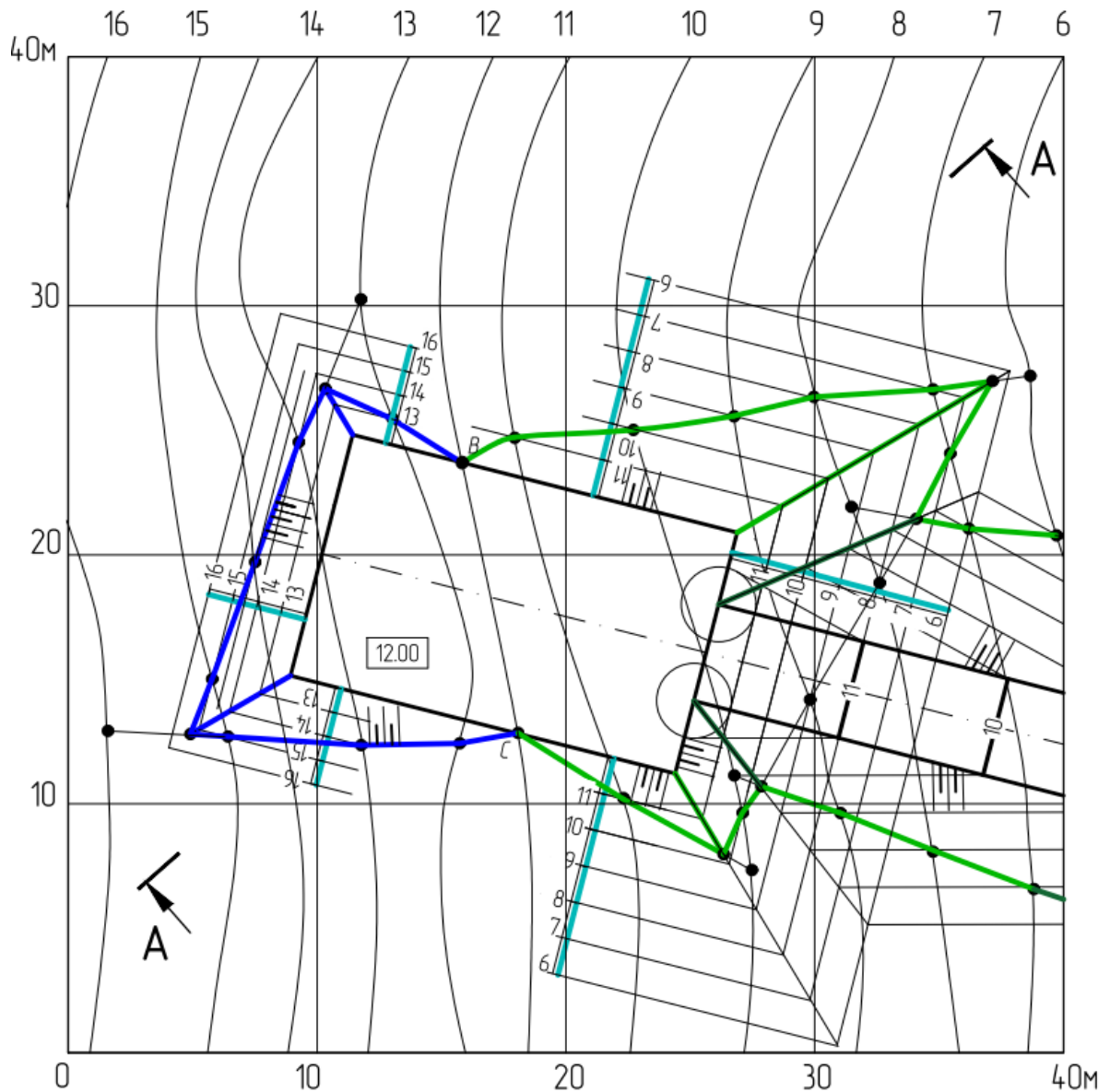


Рис. 2.15

Определение характерных точек профиля

Характерными точками профиля являются точки, в которых секущая плоскость пересекает горизонтали топографической поверхности (Рис.2.16) и границы сооружения. Для топографической поверхности это горизонтали

15,14,13,12,11,10,9,8,7, а для сооружения – Граница выемки, точки 12 и Граница насыпи (Рис. 2.17).

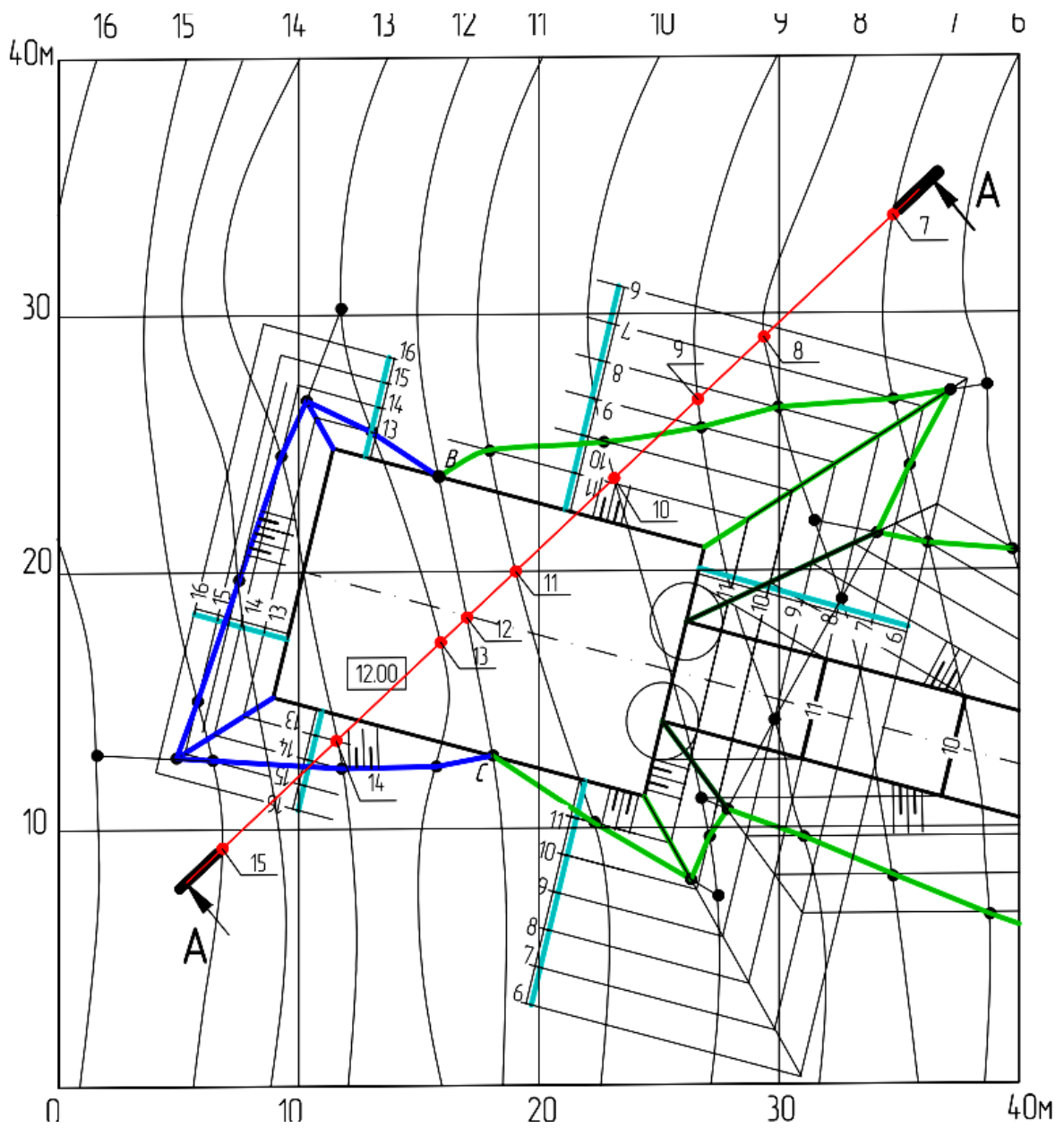


Рис. 2.16

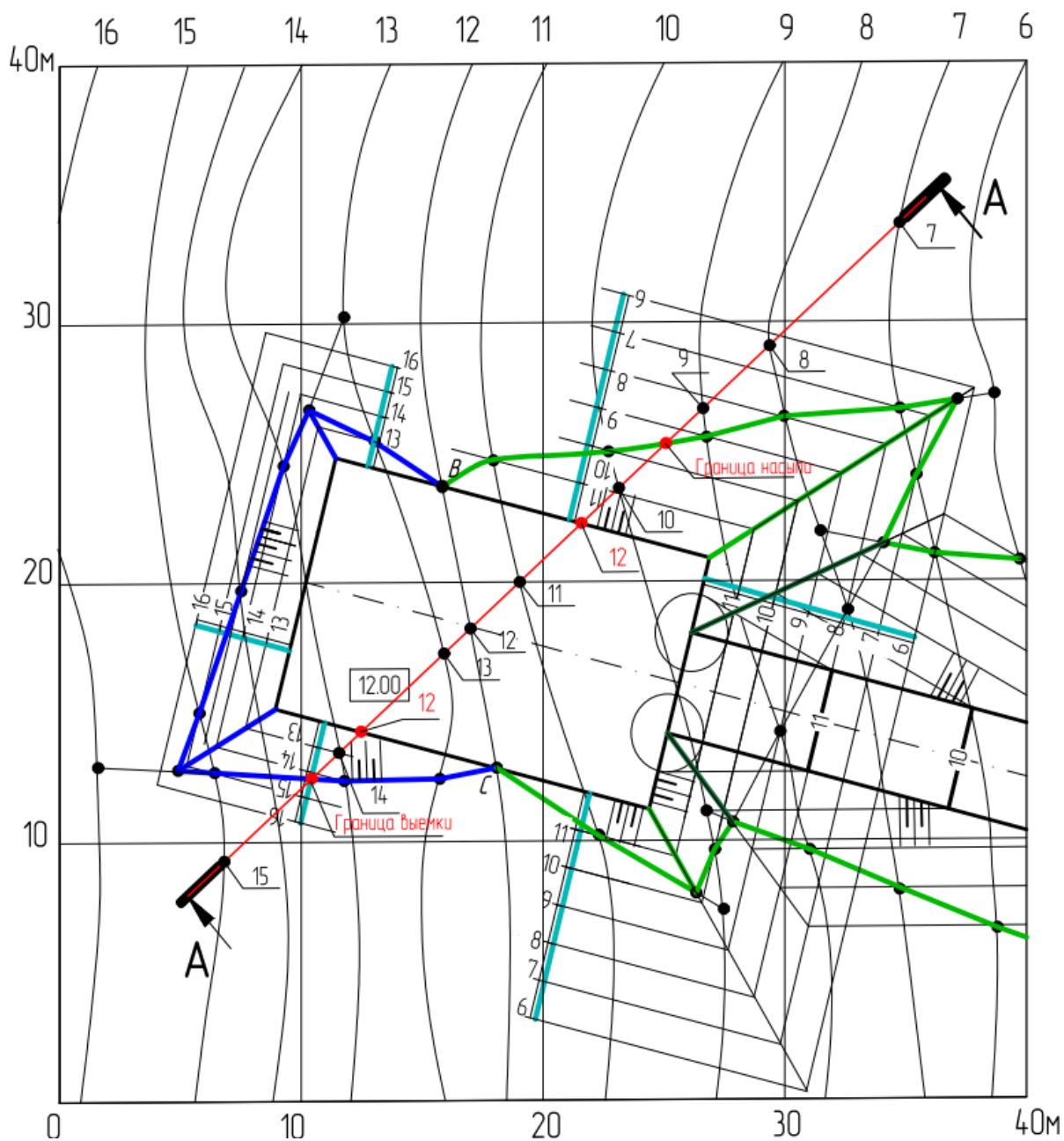


Рис. 2.17

Построение профиля топографической поверхности и профиля сооружения

Для построения профиля следует построить сетку: горизонтальные линии обозначают горизонтальные плоскости, расположенные через 1 м (в масштабе чертежа – 5 мм).

Из характерных точек восстанавливаем перпендикуляры до пересечения с соответствующими горизонталями топографической поверхности (Рис.

2.18). Расстояние между характерными точками замеряется на плане чертежа вдоль линии сечения А-А. Полученные таким образом точки топографической поверхности соединяем плавной кривой линией.

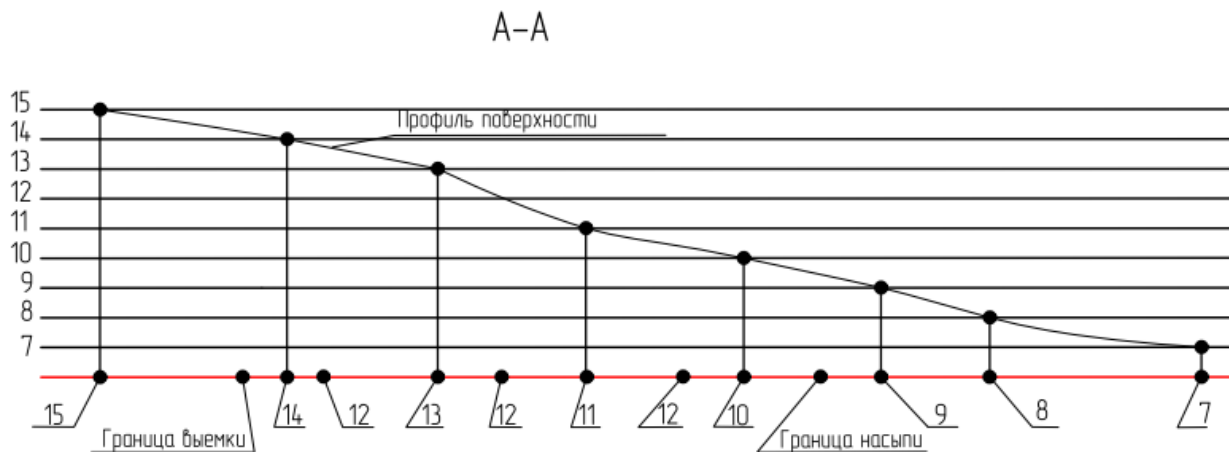


Рис. 2.18

Для построения профиля земляного сооружения замеряем по линии А-А расстояния от 12-ой горизонтали поверхности до границ площадки. Данные расстояния откладываем вправо и влево от точки с отметкой 12 (Рис. 2.19).

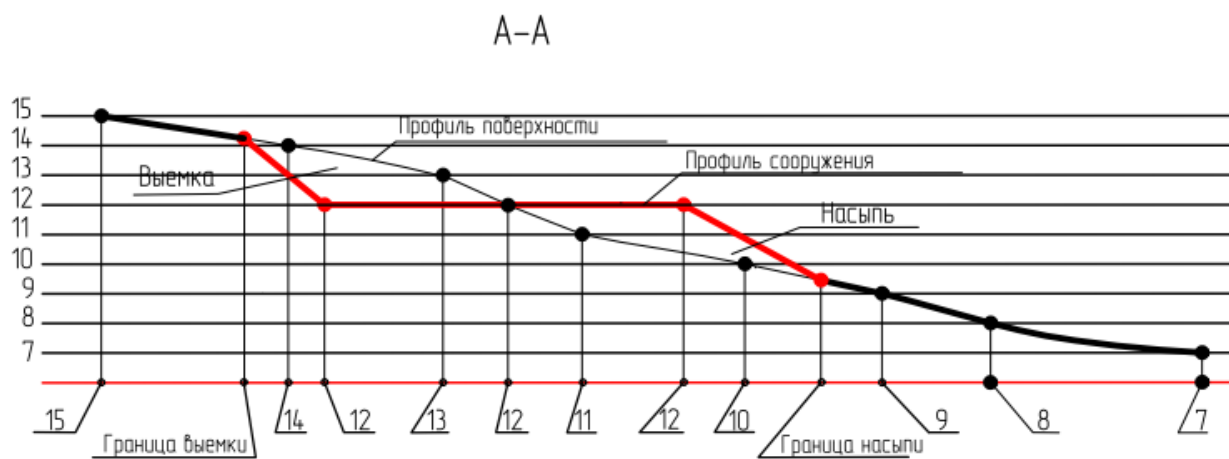


Рис. 2.19

Через точки Граница выемки и Граница насыпи проводим перпендикуляры до пересечения с профилем земли. Через полученные точки проводим прямые линии сечения откосов (Рис. 2.19).

На последнем этапе необходимо выполнить штриховку естественного и насыпного грунта. Штриховка выполняется без помощи чертежных инструментов под углом 45° к горизонтальной линии, линиями длиной 3-5 мм (Рис. 2.20).



Рис. 2.20

Условное изображение штриховки представлено на рисунке 2.21.



Рис. 2.21

3.9 Требования к оформлению чертежа

При оформлении графической работы необходимо соблюдать следующие требования:

- горизонтали топографической поверхности и горизонтали откосов выполняются тонкими сплошными линиями толщиной $0,2 \dots 0,3 \text{ мм}$;
- линия пересечения откосов с топографической поверхностью и линия границы земляных работ вычерчиваются сплошной толстой основной линией толщиной $0,6 \dots 0,8 \text{ мм}$

– бергштрихи на откосах выемок и насыпей проводят перпендикулярно горизонталям откосов и представляют собой чередующиеся короткие (толщиной 0,3 ... 0,4 мм) и длинные (толщиной 0,1 ... 0,2 мм) штрихи с интервалом 1,5 ... 2 мм;

– линии вспомогательных построений должны иметь толщину 0,1 ... 0,2 мм. Все построения должны сохраняться на чертеже для проверки правильности выполнения работы;

– положение секущей плоскости А-А выполняется разомкнутой линией с начальным и конечным штрихами. Толщина штрихов – 1мм. Пример выполнения условного обозначения сечения приведен на рисунке. 2.22;

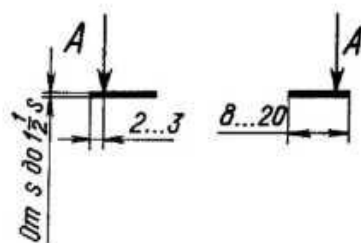
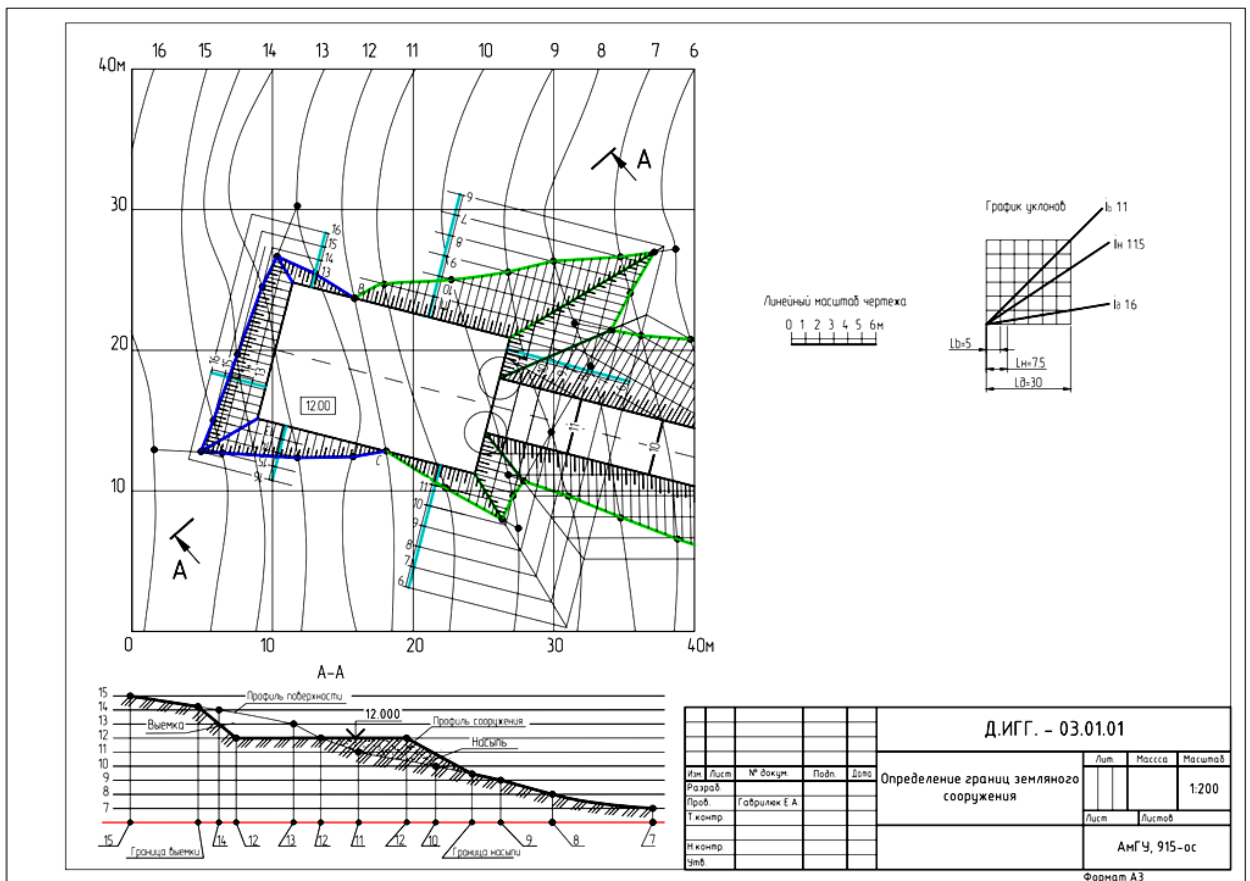


Рис.2.22

– все надписи на чертеже выполняются чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304 – 81. Номер шрифта для числовых отметок – 3,5; для обозначения секущей плоскости – 5;

– профиль сооружения может быть расположен ниже плана или справа под чертежом линейного масштаба и графика уклонов.

Пример выполнения задания представлен на рисунке 2.23.



Вопросы для самоконтроля

1. В чем состоит сущность метода проекций с числовыми отметками (ПЧО)? Назовите области его применения.
2. Какая плоскость называется основной плоскостью (плоскостью нулевого уровня)?
3. Как в ПЧО задаются проекции точки? Что такое числовая отметка?
4. Какие существуют способы задания проекции прямой линии в ПЧО?
5. Дайте определение следующих понятий для отрезка прямой: заложение, превышение, уклон, интервал? Какая зависимость между уклоном и интервалом прямой?
6. В чем состоит процесс градуирования прямой? Какие существуют способы градуирования прямой?
7. Назовите характерные признаки параллельных, пересекающихся и скрещивающихся прямых.
8. Какие существуют способы задания плоскости в ПЧО?

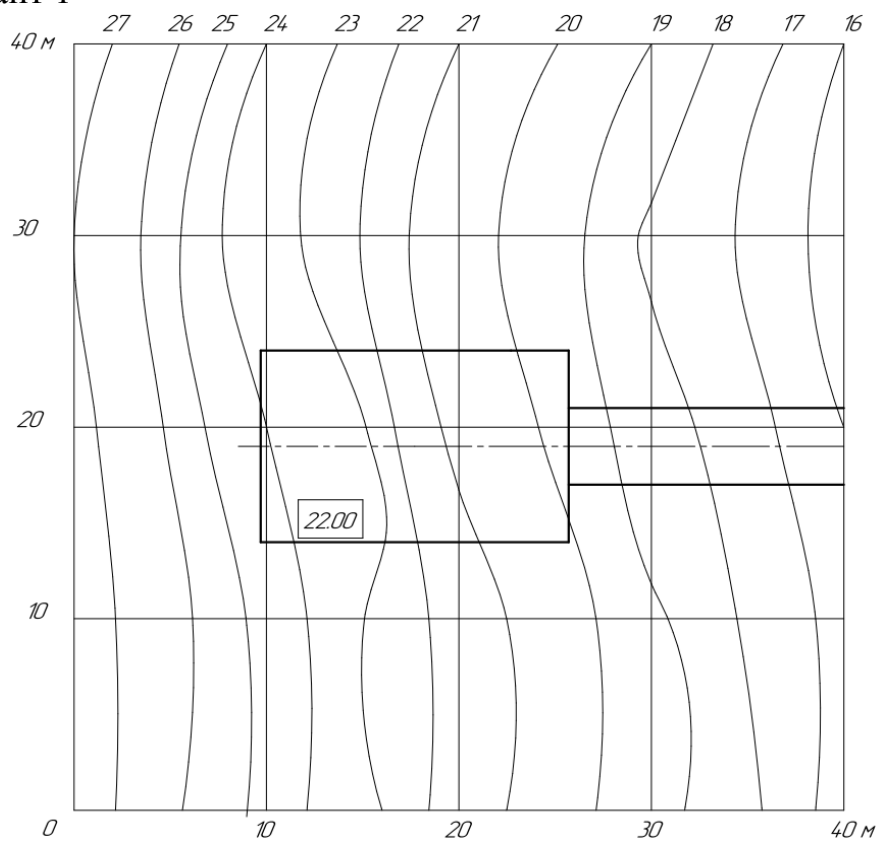
9. Как выполняется построение масштаба уклона плоскости и как он изображается на чертеже?
10. Назовите характерные признаки параллельных и пересекающихся плоскостей в ПЧО.
11. Как выполняется построение линии пересечения плоскостей в ПЧО?
12. Как в ПЧО выполняется построение проекций гранных и криволинейных поверхностей?
13. Как выполняется построение линейного масштаба и графика уклонов?
14. Что такое поверхность одинакового ската (равного уклона)? Как выполняется построение ее горизонталей?
15. Какая поверхность является топографической? Как она изображается на чертеже?
16. Как по горизонталям топографической поверхности можно судить о ее виде, ее уклоне?
17. Как выполняется построение линии пересечения топографической поверхности наклонной плоскостью?
18. Особенности построения горизонталей откосов горизонтальной площадки и аппарели.
19. Как определяется линия нулевых работ?
20. Какая линия является границей земляных работ? Как выполняется ее построение?
21. Назначение угловых точек и особенности их построения?
22. Что такое профиль топографической поверхности? Как он может размещаться на чертеже?
22. Как выполняется построение профиля земляного сооружения?
22. Для чего применяются бергштрихи? Как они наносятся на откосы поверхности?

Библиографический список

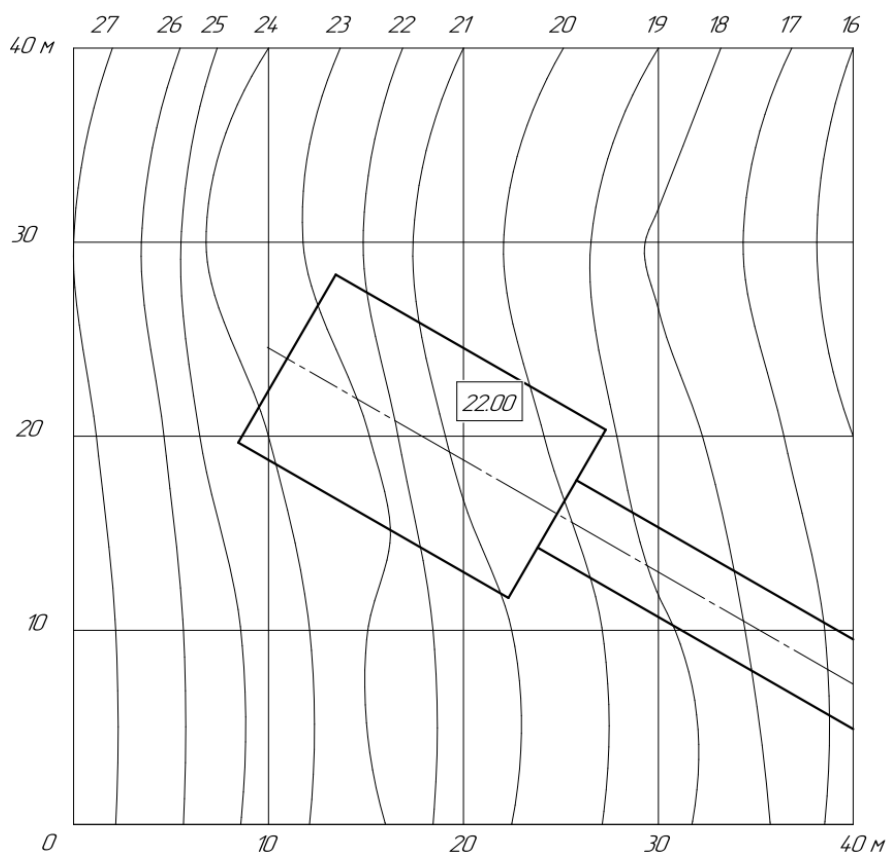
1. Бударин, О. С. Начертательная геометрия. Краткий курс: Учебное пособие / О. С. Бударин. -СПб.: Издательство «Лань», 2009. -368 с. // Лань [Электронный ресурс] : электрон. библиотечная система. -Электрон. дан. -СПб.:Лань,[б.г.].: –Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=27 (дата обращения 10.06.2020)
2. Будасов Б.В., Георгиевский О.В., Каминский В.П. Строительное черчение. – М.: Стройиздат,2003. – 450 с
3. Буткова Т. А.Проекции с числовыми отметками : учеб.-метод. пособие / Т. А. Буткова, М. П. Елисеева ; ТГУ ; Автомех. ин-т ; каф. "Начертат. геометрия и черчение". - ТГУ. -Тольятти : ТГУ, 2012. -51 с.: ил. –Режим доступа: <https://textarchive.ru/c-2510451.html> (дата обращения 10.06.2020)
3. Вольхин, К.А. Начертательная геометрия: сборник индивидуальных графических заданий с методическими указаниями по их выполнению для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 08.03.01 "Строительство", 07.03.01 "Архитектура" и 27.03.01 "Стандартизация и метрология" [Электронный ресурс] / сост. К. А. Вольхин ; Новосиб. гос. архитектур.-строит. ун-т (Сибстрин). – Электрон. текстовые, граф. дан. и прикладная программа (107 Мб). — Новосибирск : НГАСУ (Сибстрин), 2014. – Режим доступа: http://ng.sibstrin.ru/wolchin/umm/igz_ng/index.htm (дата обращения 10.06.2020)

Варианты индивидуальных заданий

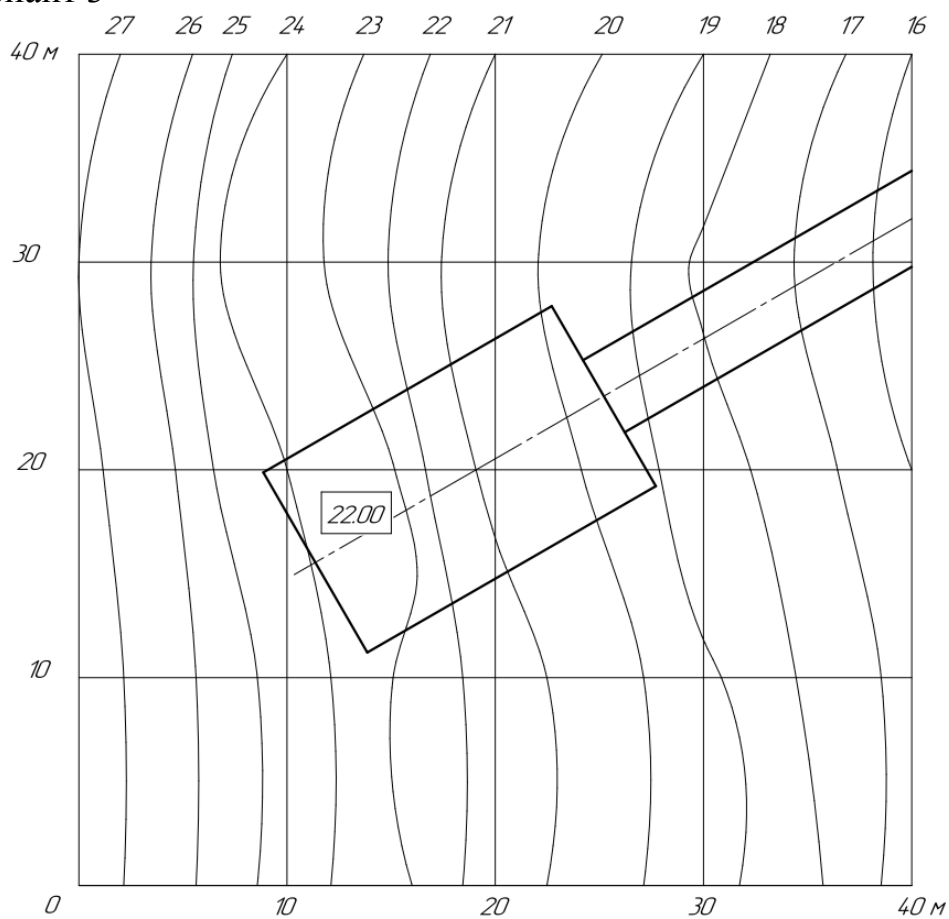
Вариант 1



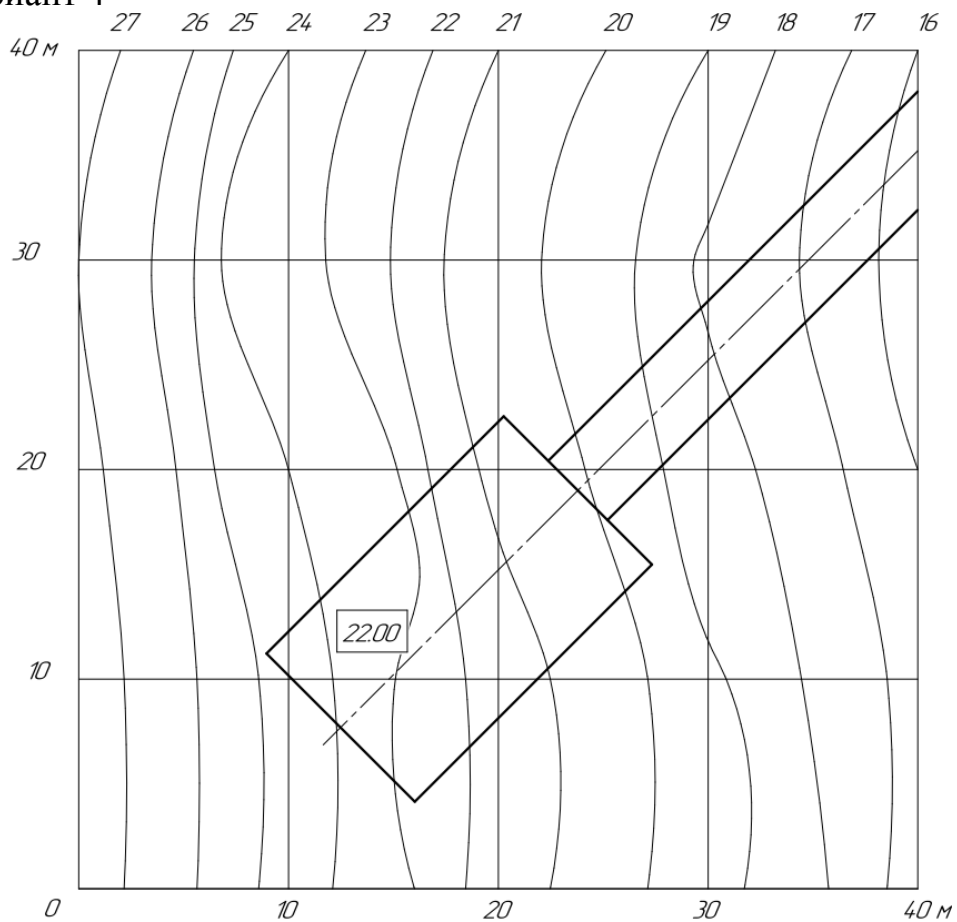
Вариант 2



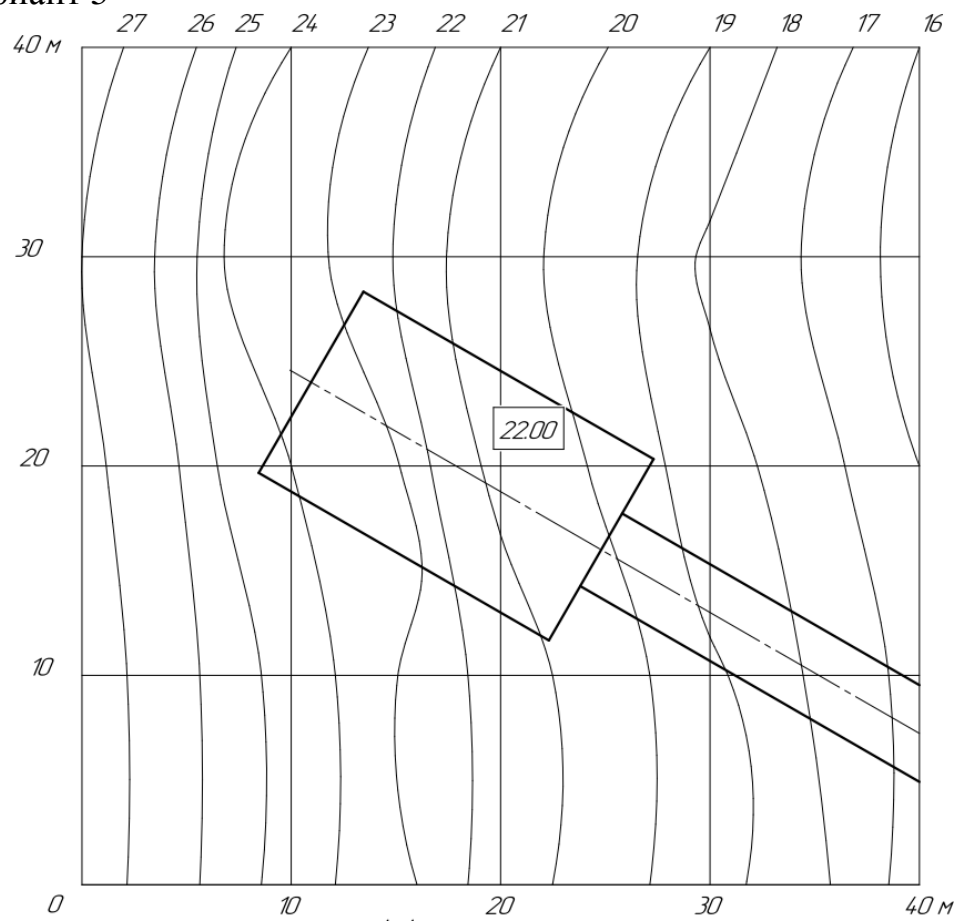
Вариант 3



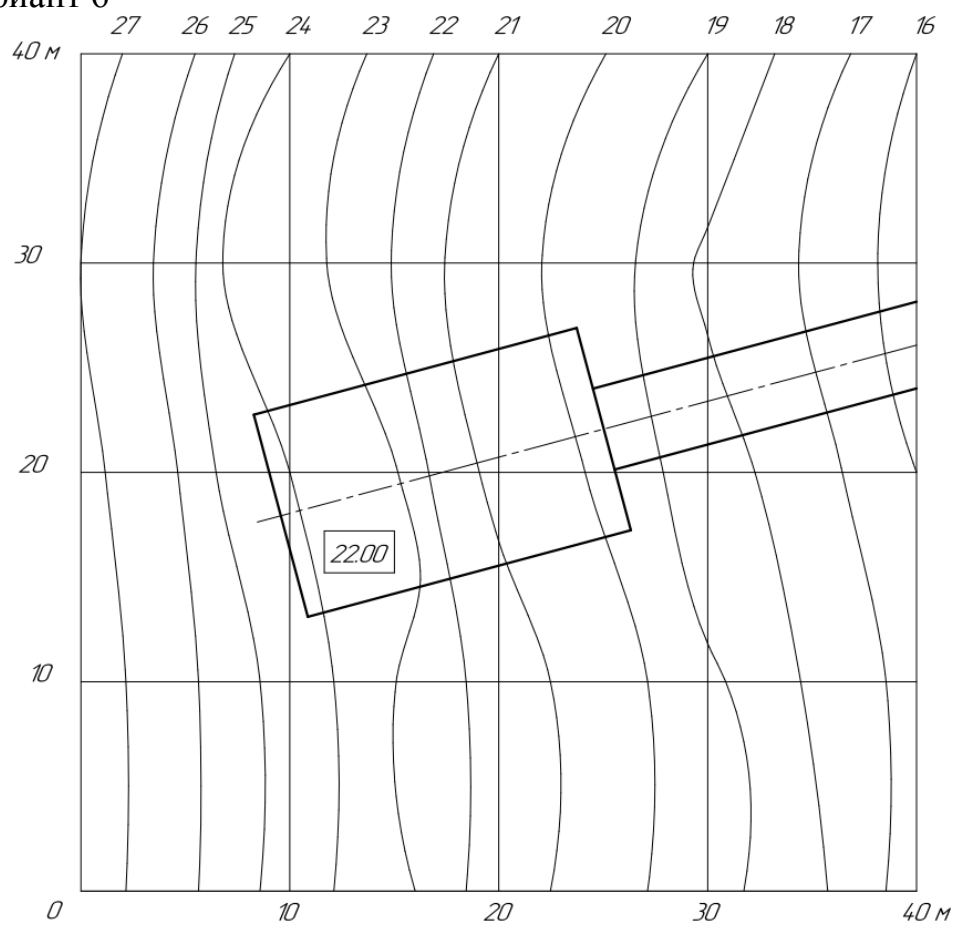
Вариант 4



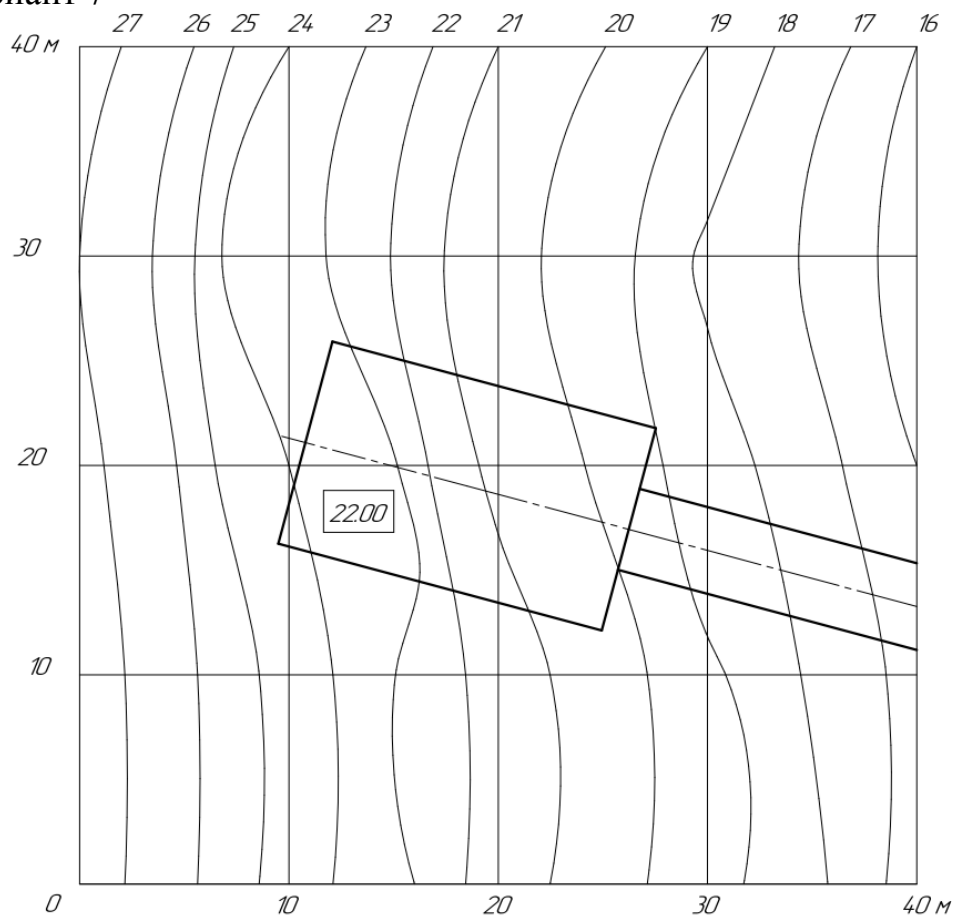
Вариант 5



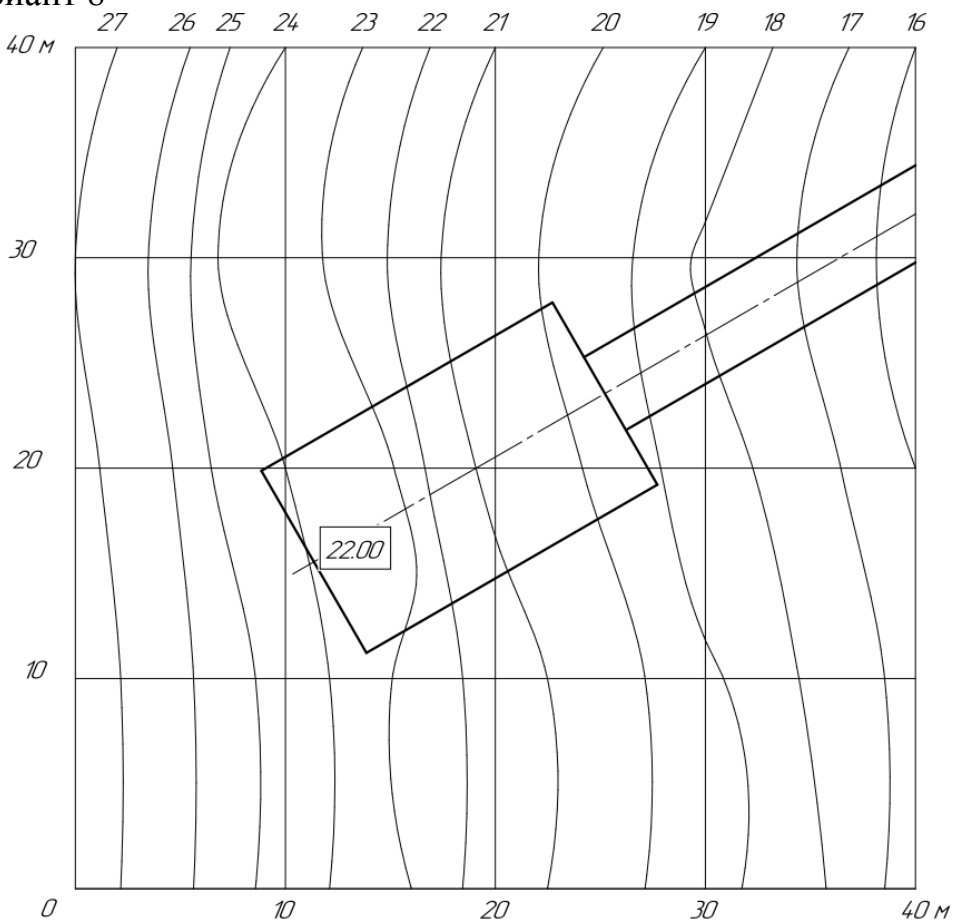
Вариант 6



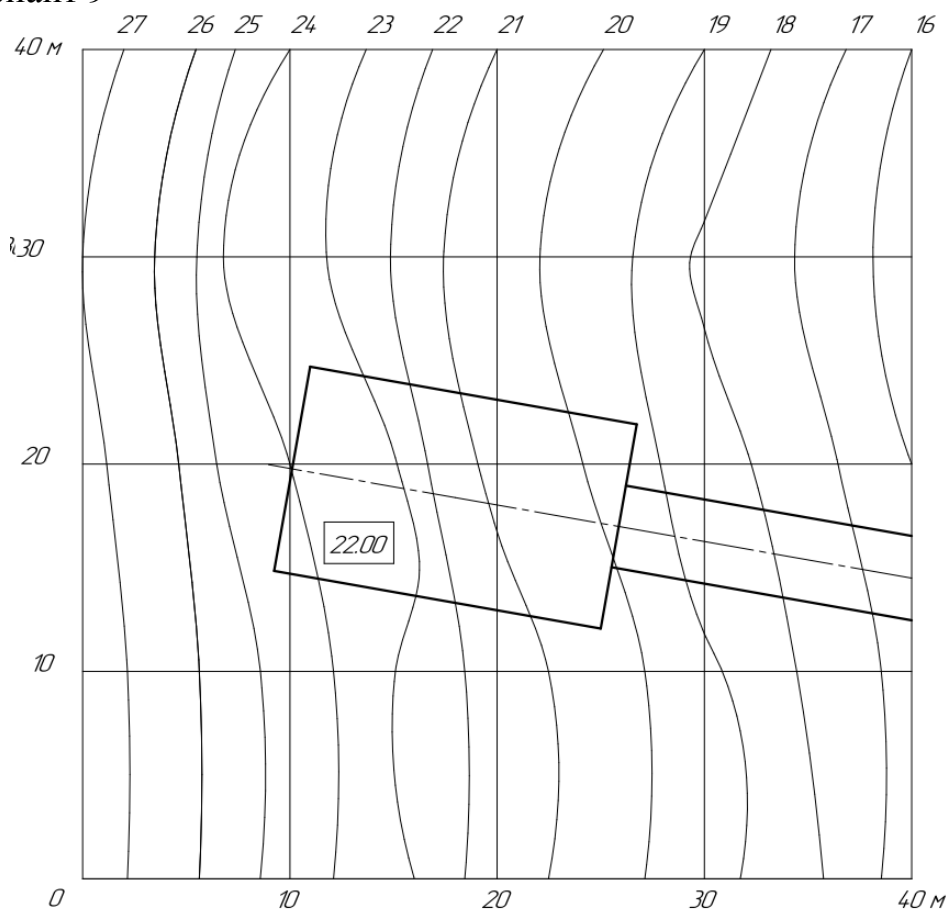
Вариант 7



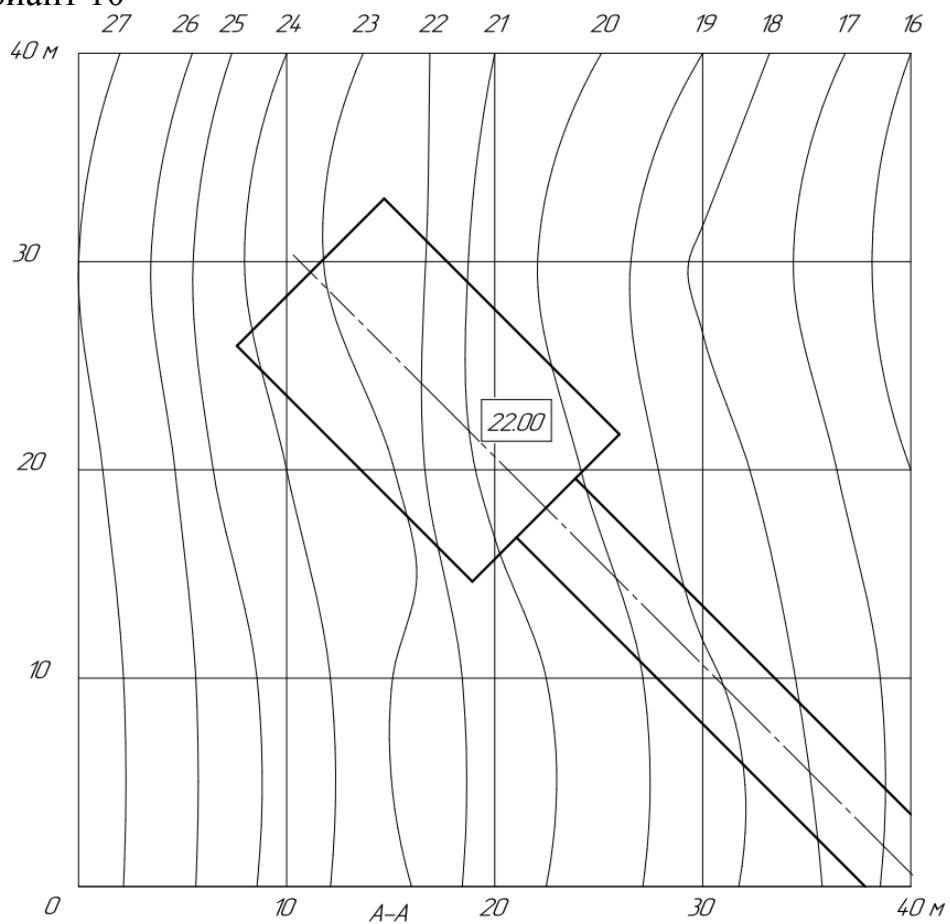
Вариант 8



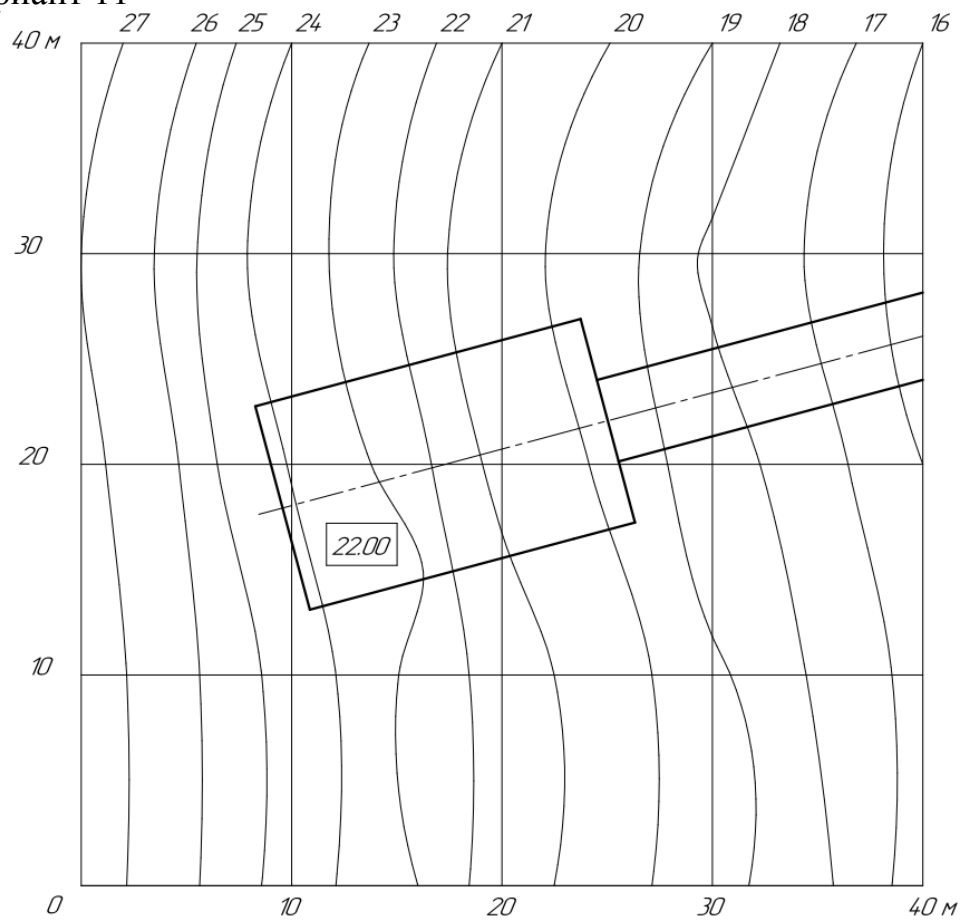
Вариант 9



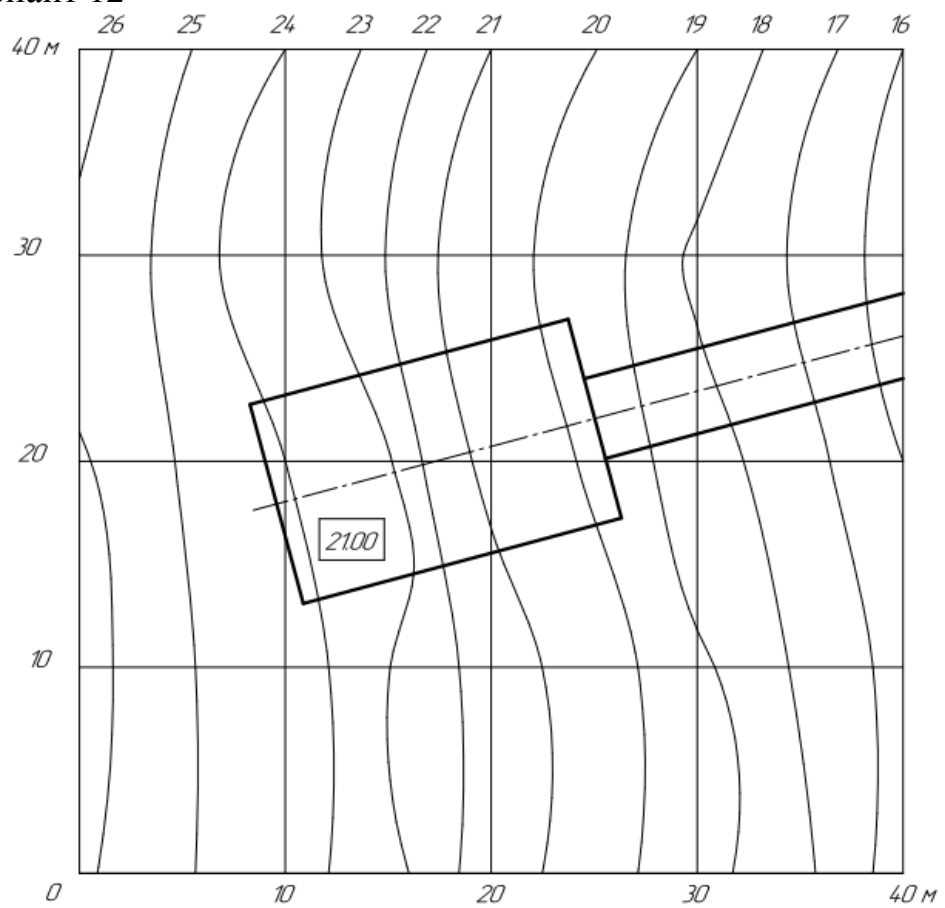
Вариант 10



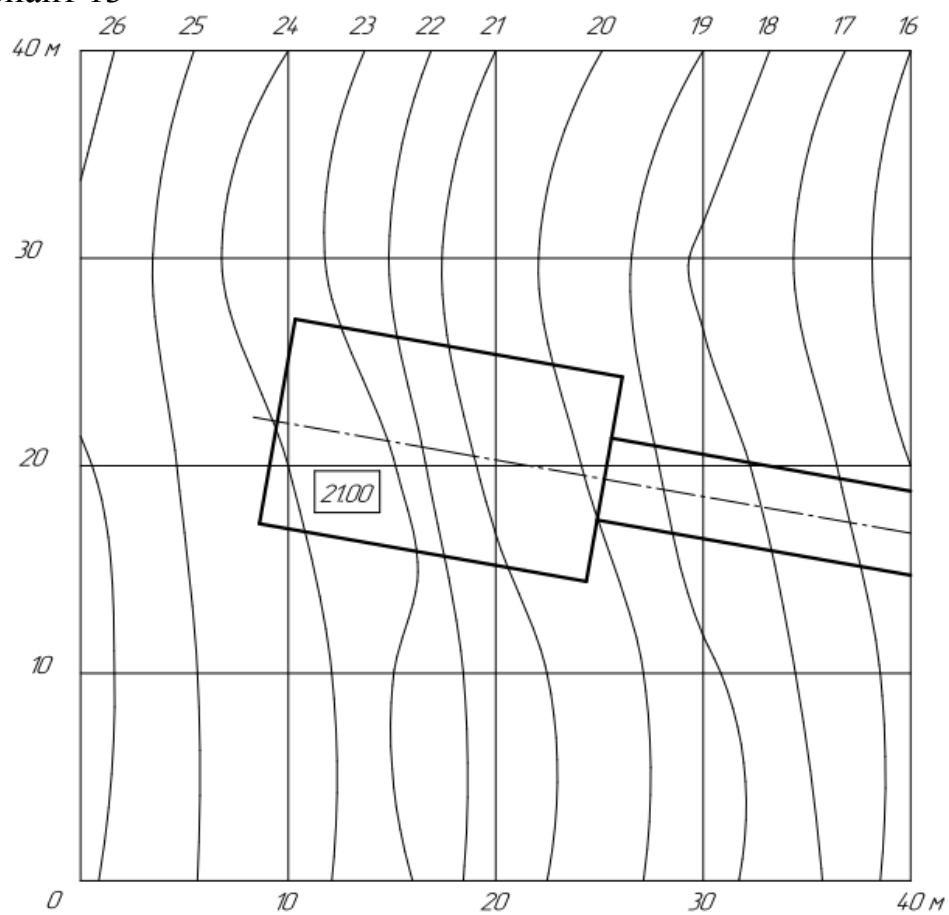
Вариант 11



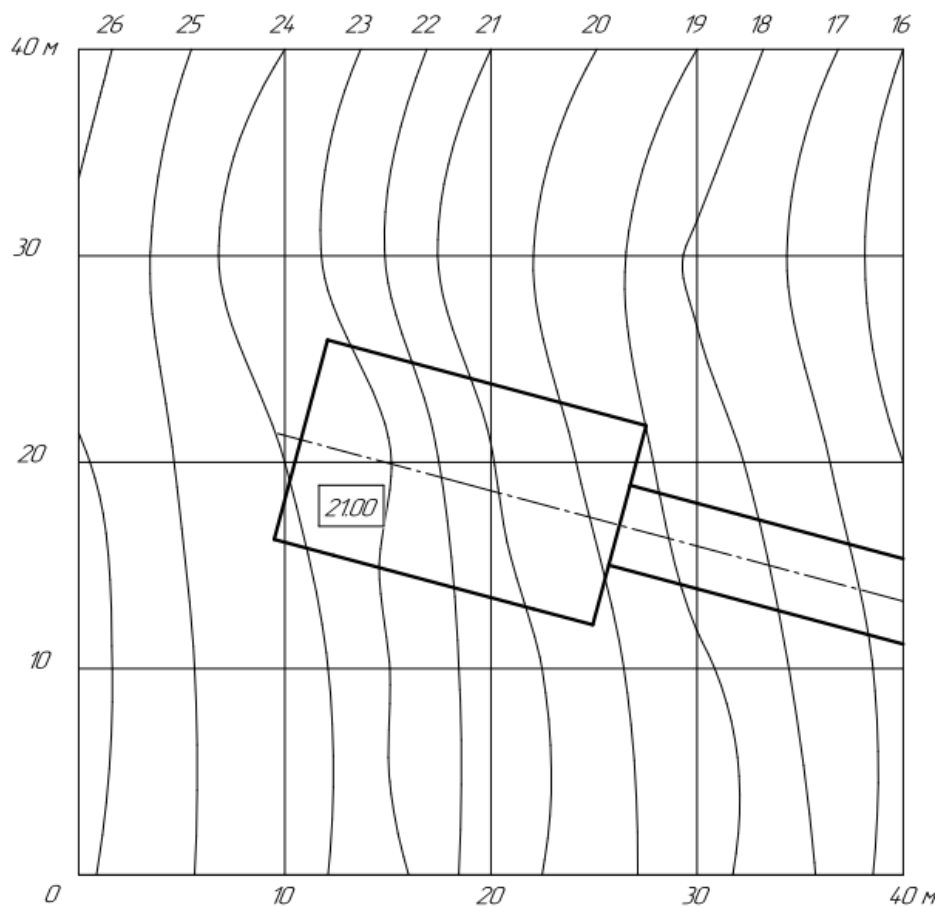
Вариант 12



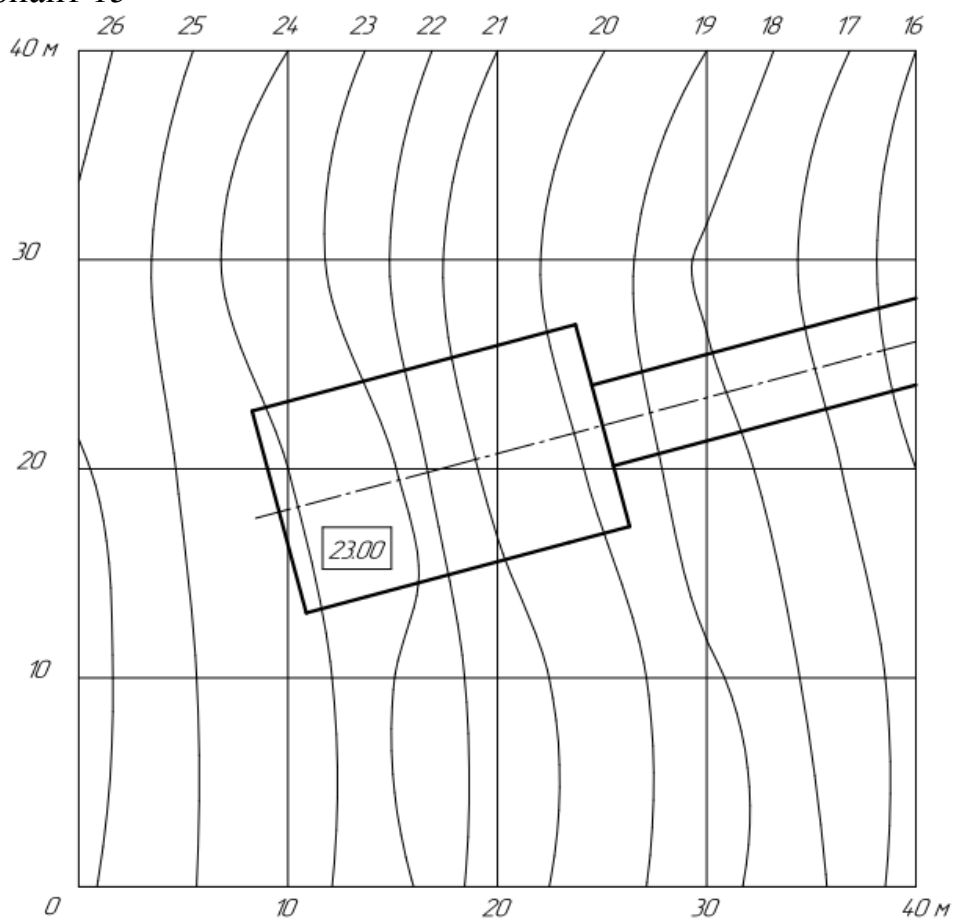
Вариант 13



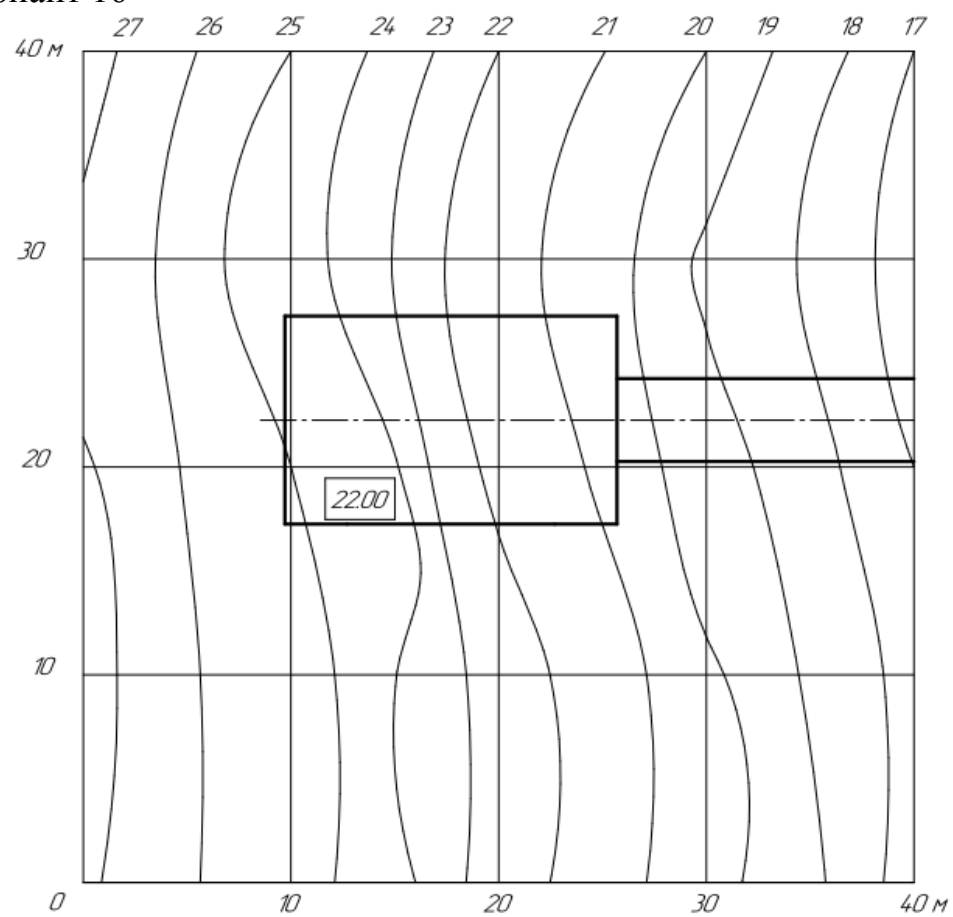
Вариант 14



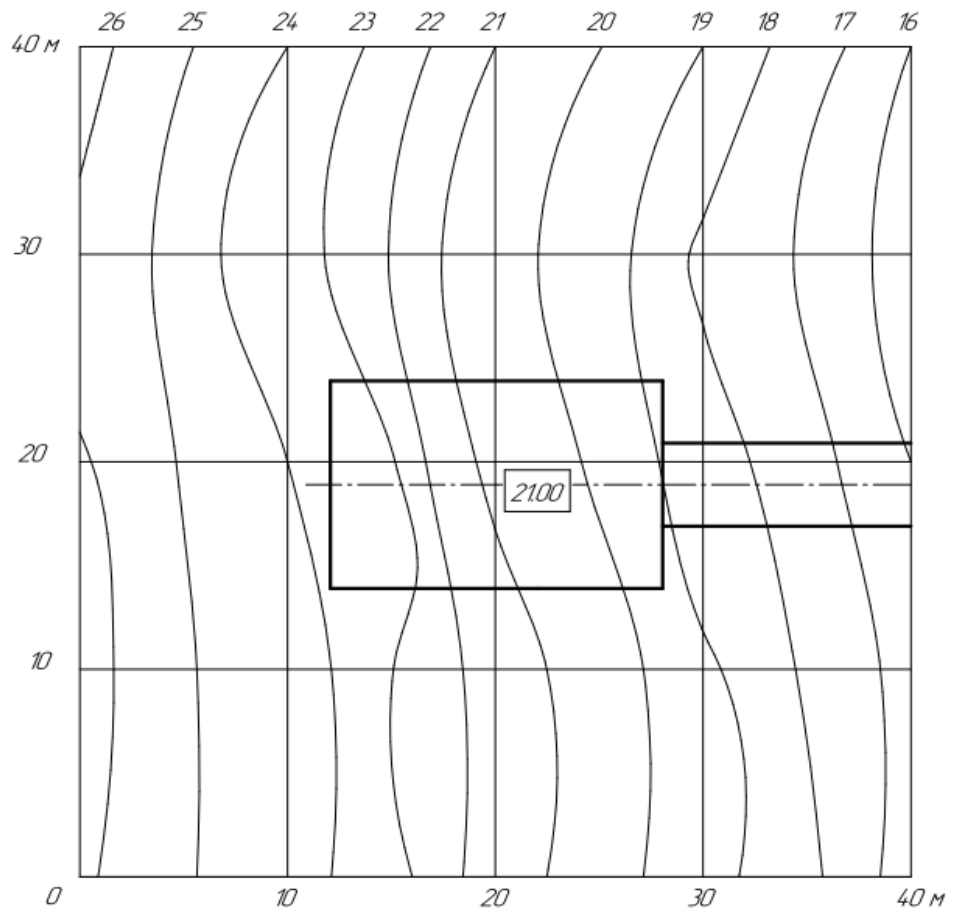
Вариант 15



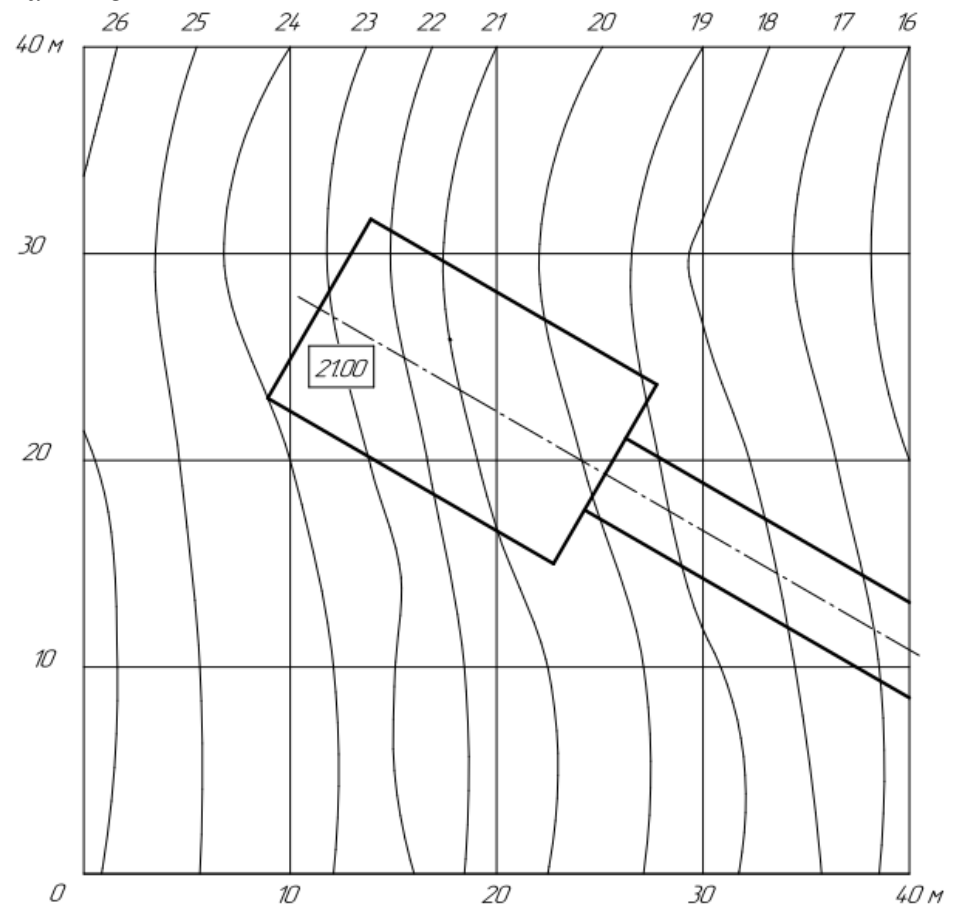
Вариант 16



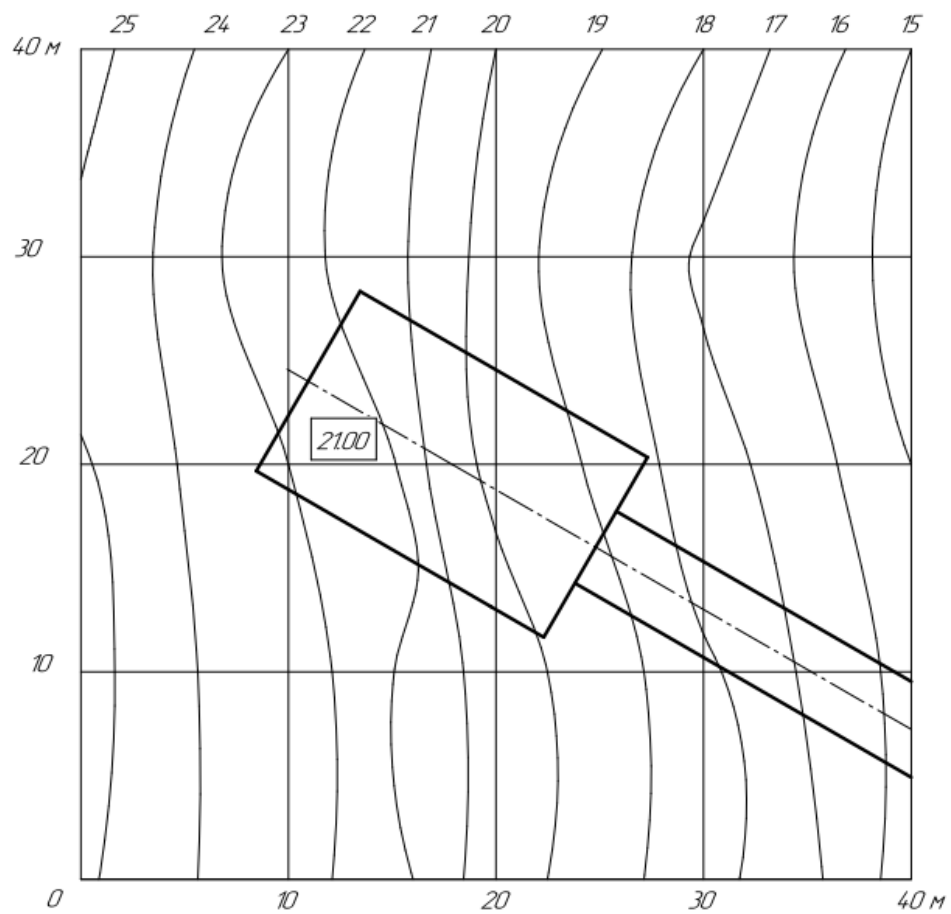
Вариант 17



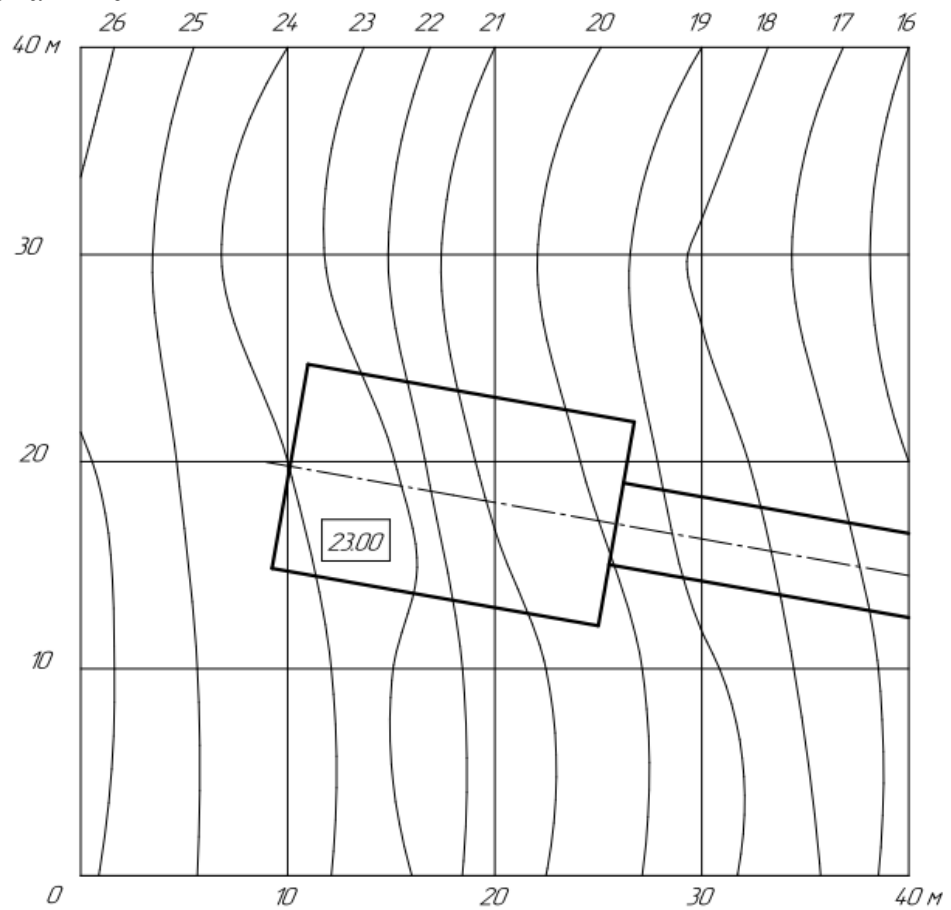
Вариант 18



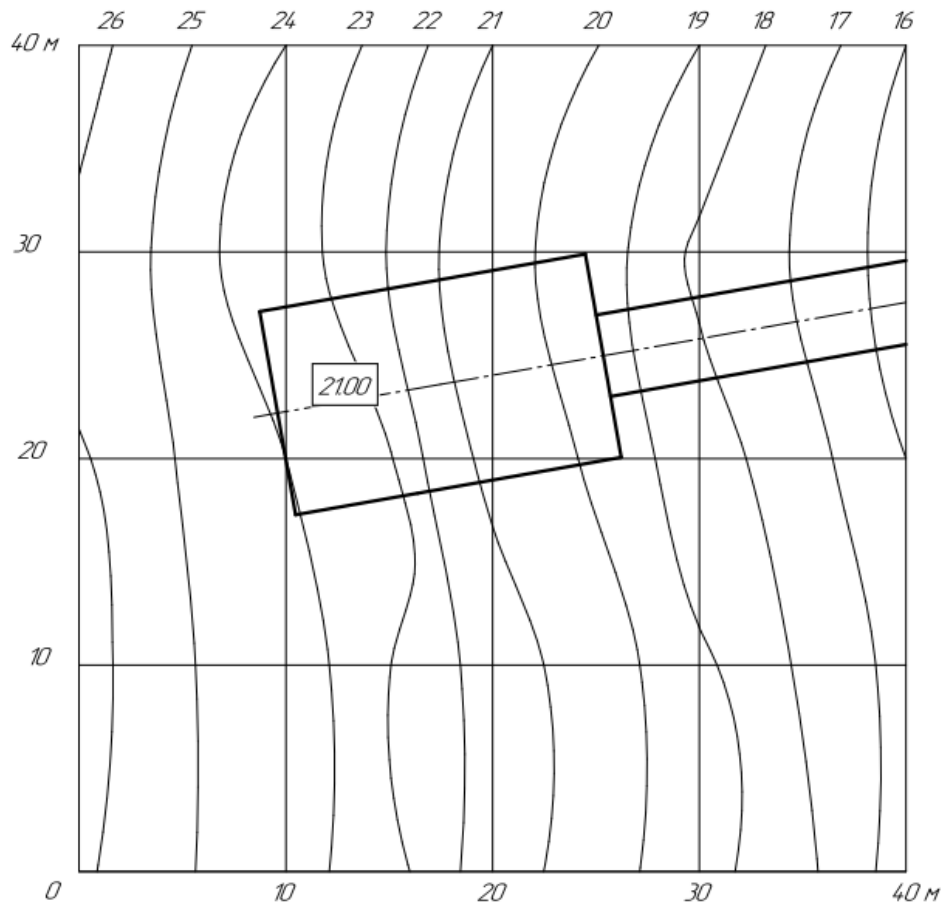
Вариант 19



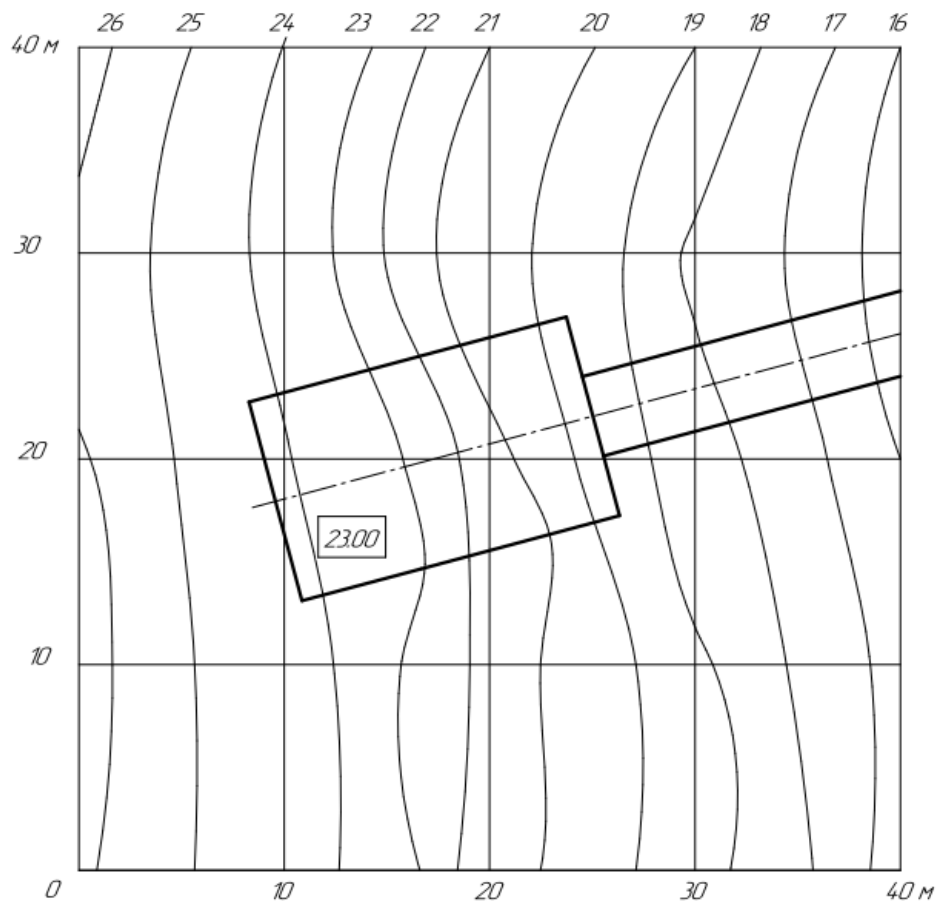
Вариант 20



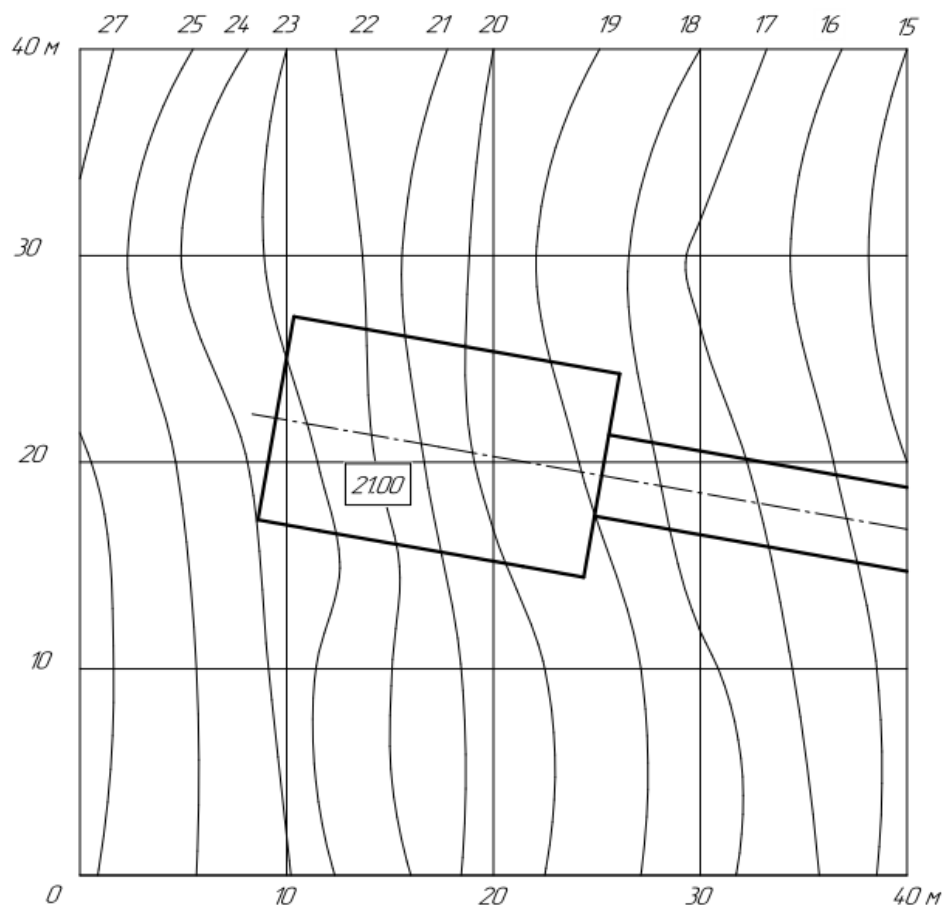
Вариант 21



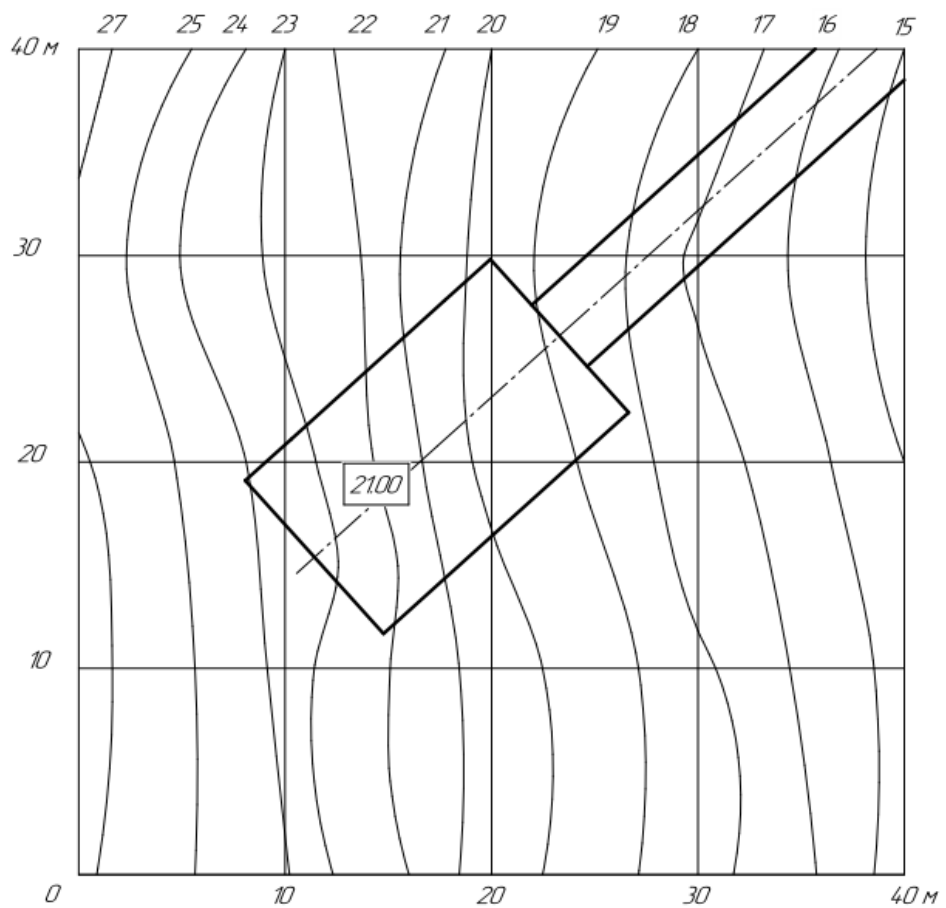
Вариант 22



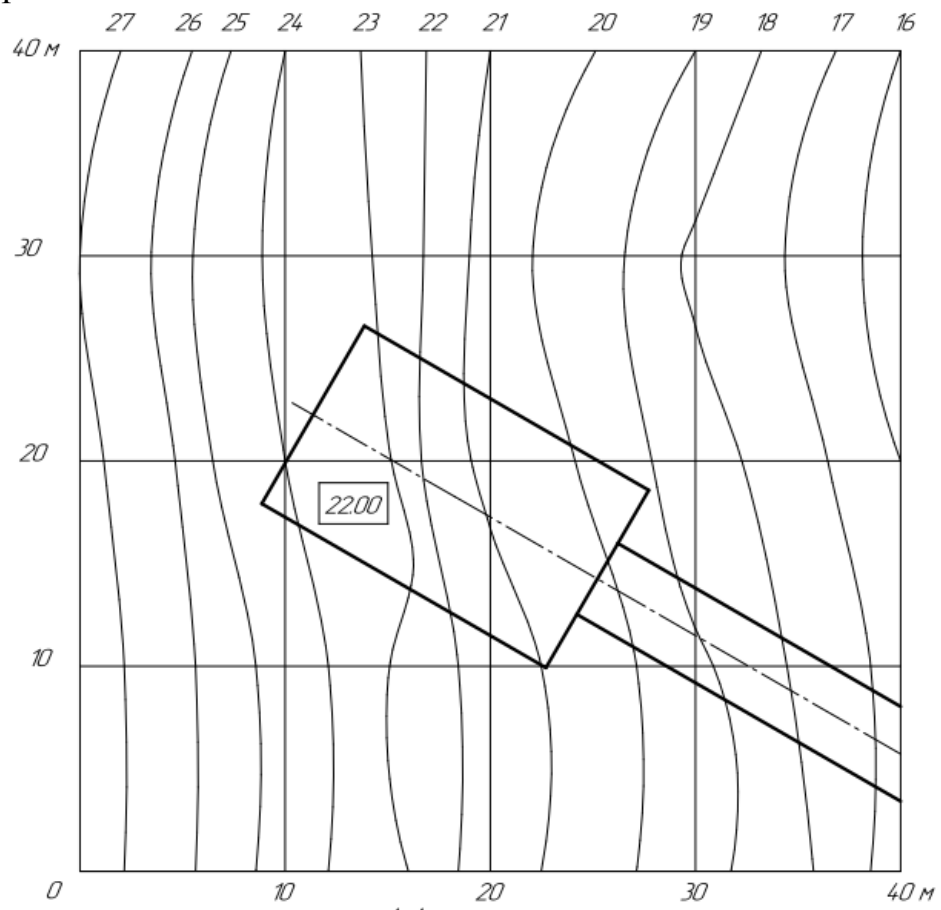
Вариант 23



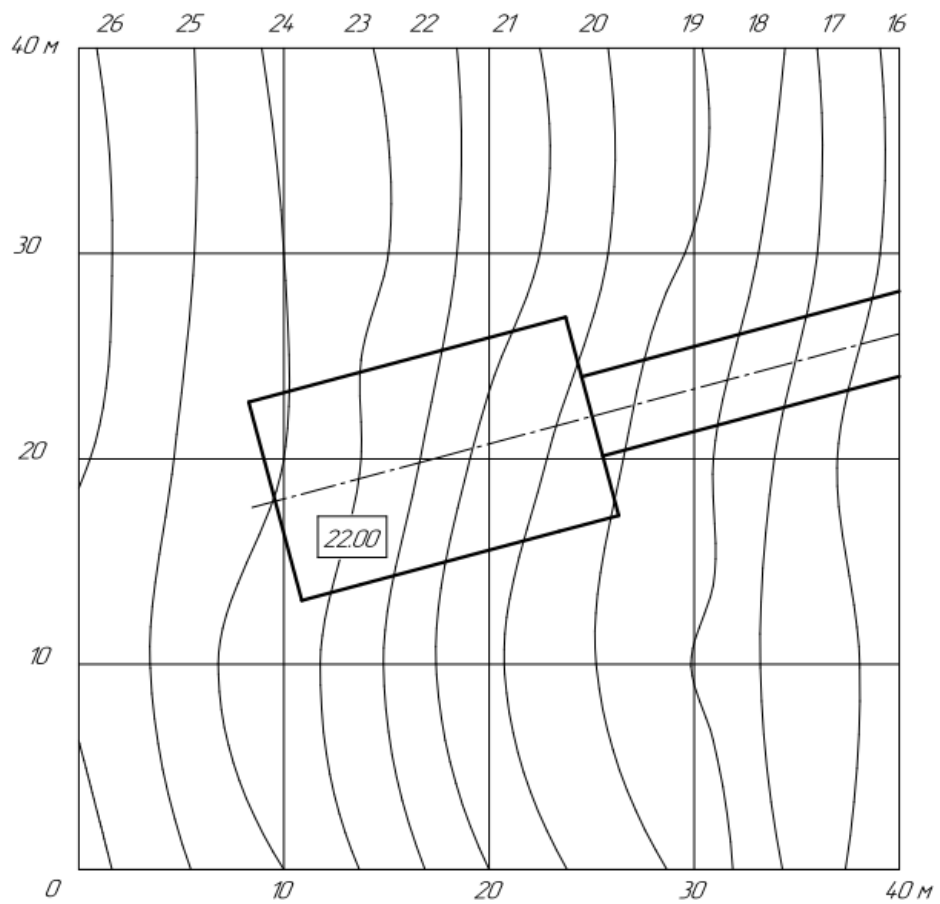
Вариант 24



Вариант 25



Вариант 26



Содержание

Введение	3
Раздел 1 Основные сведения и определения	4
Раздел 2 Расчетно-графическая работа «Определение границ земляного сооружения»	20
1 Цель задания	20
2 Содержание задания	20
3 Последовательность выполнения работы	20
3.1 Построение исходных данных	20
3.2 Определение линии нулевых работ	21
3.3 Построение линейного масштаба чертежа и графика уклонов	21
3.4 Построение границы земляных работ выемки	22
3.5 Построение границы земляных работ насыпи площадки	26
3.6 Построение границы земляных работ насыпи аппарели	28
3.7 Оформление чертежа. Нанесение бергштрихов	32
3.8 Построение профиля земляного сооружения	33
3.9 Требования к оформлению чертежа	37
Вопросы для самоконтроля	39
Библиографический список	41
Приложение. Варианты индивидуальных заданий	42

Евгения Андреевна Гаврилюк
доцент кафедры дизайна

Решение инженерных задач в проекциях с числовыми отметками
Учебно-методическое пособие
