

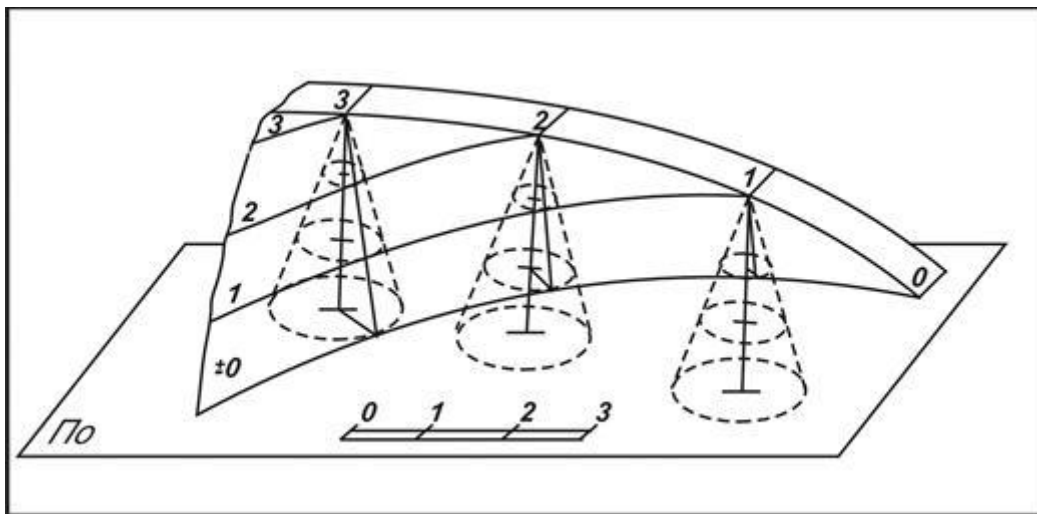
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КАФЕДРА НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению заданий по инженерной графике
«Проекции с числовыми отметками»
для студентов технических специальностей



БРЕСТ 2022

УДК 514.18(075)

Методическое пособие предназначено для студентов специальности 1-74 05 01 «Мелиорация и водное хозяйство».

Методическое пособие содержит примеры решения задач по разделу «Проекции с числовыми отметками» курса «Инженерная графика»; методические указания к выполнению заданий «Проекция с числовыми отметками», «Строительная площадка с дорогой в числовых отметках», «Привязка строительной площадки с дорогами к топографической поверхности», «Привязка гидротехнического сооружения к топографической поверхности», примеры выполнения и оформления заданий.

Составители: Базенков Т. Н. – к. т. н., доцент
Матюх С. А. – старший преподаватель

Рецензент: П. В. Зеленый, УО «Белорусский национальный технический университет», к. т. н., доцент кафедры инженерной графики машиностроительного профиля

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. Сущность метода и построения проекций точек	4
2. Задание на чертеже отрезка прямой.....	4
3. Градуирование прямой	5
4. Угловой масштаб	6
5. Задание плоскости	7
6. Построение линии пересечения плоскостей	8
7. Пересечение геометрических образов с топографической поверхностью.....	9
8. Построение горизонталей на откосах дороги	10
9. Задание топографической поверхности.....	12
10. Построение профиля топографической поверхности	13
11. Построение линии пересечения топографической поверхности с плоскостью	14
ЗАДАНИЕ 1. Проекция с числовыми отметками.....	15
ЗАДАНИЕ 2. Строительная площадка с дорогой в числовых отметках	18
ЗАДАНИЕ 3. Привязка строительной площадки с дорогами к топографической поверхности ...	18
ЗАДАНИЕ 4. Привязка гидротехнического сооружения к топографической поверхности	19
Приложение 1	26
Приложение 2	27
Приложение 3	28
Приложение 4	29
Приложение 5	30
Словарь используемых терминов	31
Список рекомендуемой литературы	31

ВВЕДЕНИЕ

В инженерной практике существуют такие объекты, для которых метод двух изображений непригоден: изображения получаются мало наглядными, а точность графических построений на таких чертежах недостаточна при решении позиционных и метрических задач.

В строительном деле такими объектами являются участки земной поверхности с различными сооружениями на ней: автодорогами, аэродромами, каналами, дамбами, плотинами, строительными площадками и т.п.

Отличительной чертой таких объектов, кроме формы, является значительное преобладание горизонтальных размеров над вертикальными.

Чертежи этих объектов выполняются в проекциях с числовыми отметками и свободны от указанных недостатков.

1 Сущность метода и построения проекций точек

В методе с числовыми отметками используется ортогональное проецирование на одну горизонтальную плоскость проекций, называемую плоскостью нулевого уровня или основной плоскостью.

Однокартинные чертежи необратимы, но числовая отметка, стоящая возле изображения, дополняет чертеж и показывает на сколько единиц данная фигура удалена от основной плоскости.

На рисунке 1 изображены точки А, В и С. Они ортогонально спроецированы на плоскость проекций Π_0 .

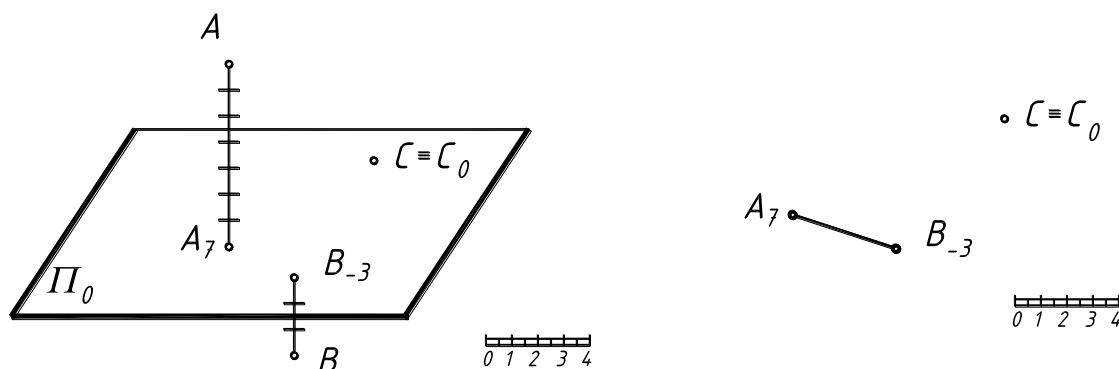


Рисунок 1 – Проекции точек

Число (отметка), стоящее рядом с буквенным обозначением точки, указывает на сколько единиц (метров) точка удалена от этой плоскости Π_0 . Точка А, расположенная выше плоскости Π_0 , имеет положительную отметку и знак перед числом не ставится.

Точка В, расположенная ниже плоскости нулевого уровня, имеет отрицательную отметку. Знак « $-$ » ставится перед числовой отметкой. Точка С лежит в плоскости Π_0 , поэтому имеет отметку « 0 ».

Чертежи с числовыми отметками называют планами. Все чертежи с числовыми отметками сопровождаются линейным масштабом.

2 Задание на чертеже отрезка прямой

Через две точки в пространстве можно провести одну и только одну прямую, поэтому на проекциях с числовыми отметками прямая может быть задана:

- а) проекциями с числовыми отметками двух ее точек (рисунок 2а);
 б) одной точкой с числовой отметкой, направлением горизонтальной проекции этой прямой и уклоном или углом ее наклона к плоскости нулевого уровня (рисунок 2б).

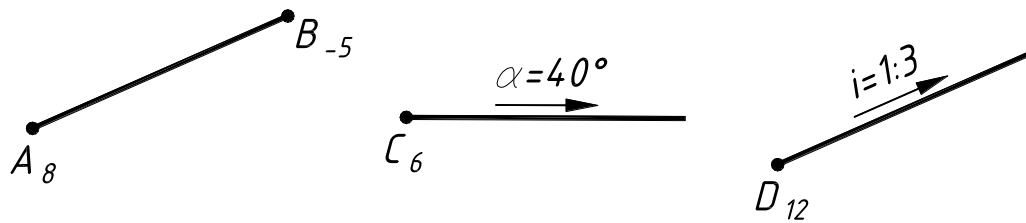


Рисунок 2 – Проекция прямой

Расстояния точек А и В от плоскости нулевого уровня Π_0 называют превышением этих точек над нулевой плоскостью и обозначают через h_A и h_B . Длину проекции отрезка на плоскость Π_0 называют заложением и обозначают L (рисунок 3). Отношение разности высотных отметок концов отрезка прямой к длине заложения называется уклоном: $i = (h_A - h_B) / L = \tan \alpha$. Величину обратную уклону называют интервалом прямой и обозначают l : $l = 1/i = L / (h_A - h_B)$. Таким образом, интервалом прямой является горизонтальная проекция отрезка между двумя точками прямой, имеющими разность уровней в одну единицу.

Уклон прямой есть отношение превышения отметок концов отрезка к длине его проекции и обозначается i .

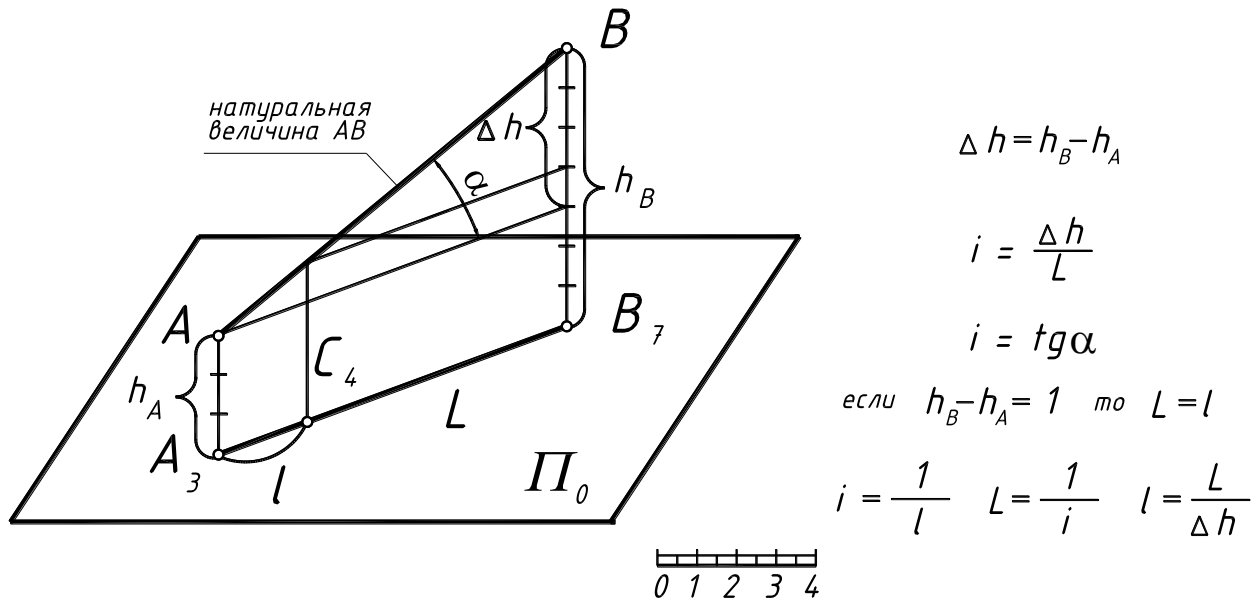


Рисунок 3 – Уклон прямой

3 Градуирование прямой

Проградуировать прямую – значит найти на ней точки, имеющие целочисленные отметки. Например, задан отрезок АВ (A_{15} , B_{20}). Чтобы проградуировать его, надо на проекции данного отрезка построить проекции точек 16, 17, 18, 19. Для решения этой задачи применяется метод пропорционального деления отрезка (рисунок 4).

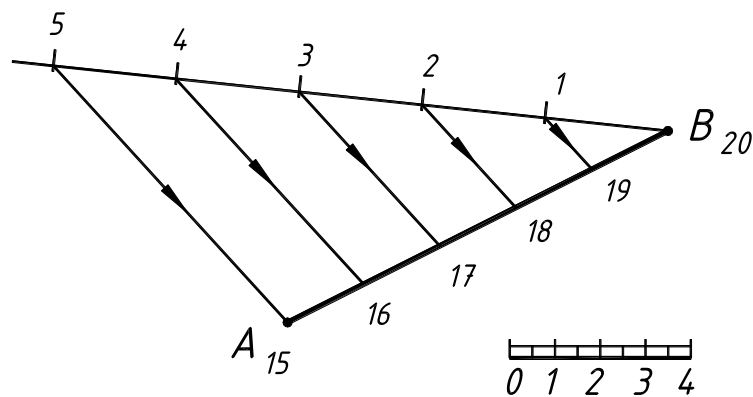


Рисунок 4 – Пропорциональное деление отрезка

Из точки B_{20} (или A_{15}) под произвольным углом проводится луч. Так как разность отметок точек А и В – составляет 5 единиц, то на этом луче откладываем 5 произвольных, но равных отрезков. Последняя засечка соединяется с точкой A_{15} . Из всех засечек проводятся прямые, параллельные ему. Этими линиями отрезок $A_{15}B_{20}$ делится на такое же количество равных частей. Проставляются отметки точек, имеющих целые числа.

4 Угловой масштаб

Угловой масштаб выполняется для определения интервалов прямых, имеющих разный уклон. Например, задается уклон выемки $i_v = 1:1$, уклон насыпи $i_n = 1:2$ и уклон дороги (подъездных путей) $i_d = 1:6$.

При заданном линейном масштабе 1:200 величина одной единицы равна 5мм.

Строится сетка, высота и ширина клеточек по 5мм (рисунок 5).

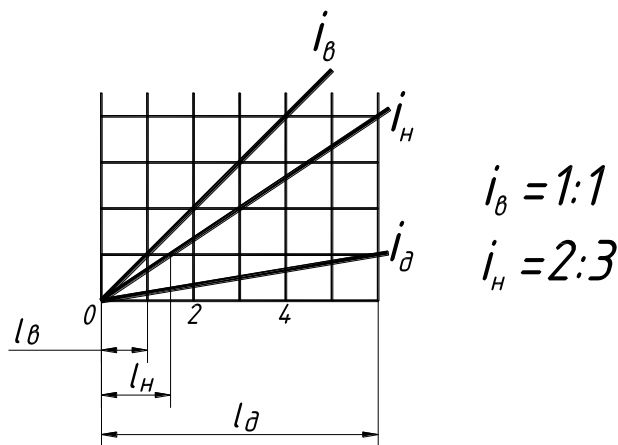


Рисунок 5 – Угловой масштаб

Чтобы построить прямую с уклоном 2:3, строим прямоугольник. Откладываем числитель (2 клеточки) на вертикальной линии, а знаменатель (3 клеточки) на горизонтальной. Диагональ этого прямоугольника и есть прямая с уклоном 2:3. На этой прямой находим точку, которая на одну единицу выше самой нижней точки. Проекция этого отрезка на горизонтальной плоскости P_0 и есть интервал выемки (l_v), остальные интервалы определяются аналогично.

5 Задание плоскости

В проекциях с числовыми отметками, как и в других методах, плоскость может быть задана тремя точками, не лежащими на одной прямой; прямой и точкой, не лежащей на этой прямой; двумя параллельными или двумя пересекающимися прямыми; плоской фигурой. Однако чаще всего задается масштабом уклона плоскости (масштабом падения), т. к. в проекциях с числовыми отметками такое задание является более наглядным и удобным для решения большинства инженерных задач.

Проекцию линии ската на плоскость Π_0 с нанесенными на ней интервалами называют масштабом уклона плоскости, который определяет положение плоскости в пространстве (рисунок 6).

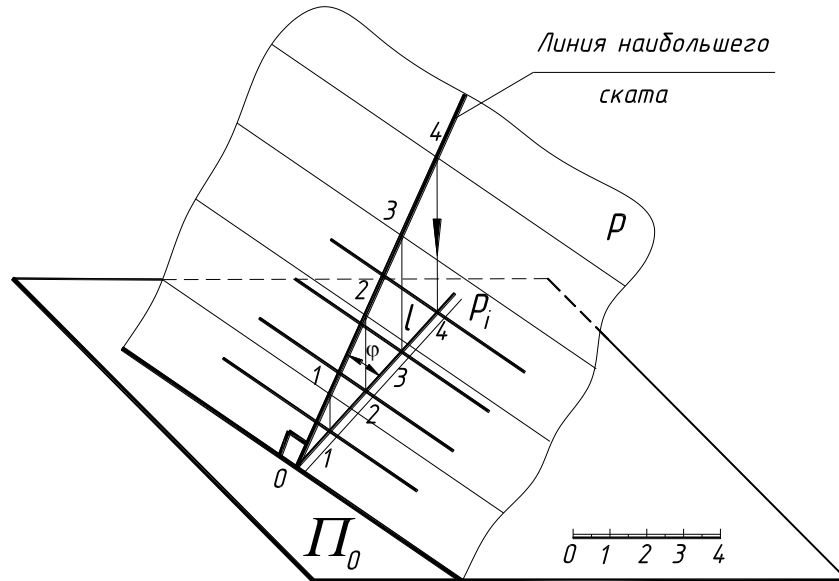


Рисунок 6 – Линия наибольшего ската

На рисунке 7 показан масштаб уклона. Он изображается двумя параллельными прямыми, тонкой и утолщенной, пересеченными отрезками проекций указанных горизонталей. Расстояния между этими проекциями называют интервалами плоскости. Угол α между линией ската и ее проекцией называется углом падения плоскости или углом наибольшего ската плоскости.

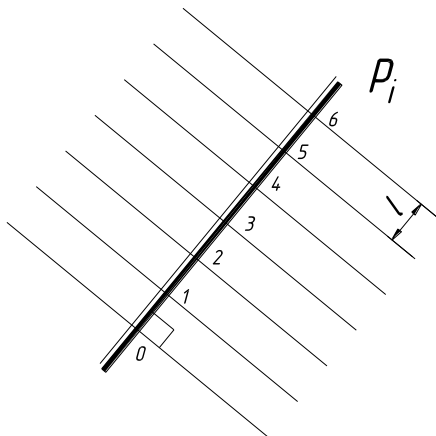


Рисунок 7 – Масштаб уклона

Из свойства проецирования прямого угла горизонтальная проекция линии наибольшего ската перпендикулярна горизонтальной проекции горизонтали. Поэтому на плане плоскость задается проекцией линии наибольшего ската (масштабом уклона) с интервалами и проекциями горизонталей, проходящими через них, перпендикулярными проекции линии ската (рисунок 7). Проставляются отметки каждой горизонтали.

Числовые отметки проставляются со стороны толстой линии.

6 Построение линии пересечения плоскостей

На рисунке 8 заданы две плоскости Q и P. Две плоскости пересекаются по прямой линии. Для ее построения достаточно построить две точки.

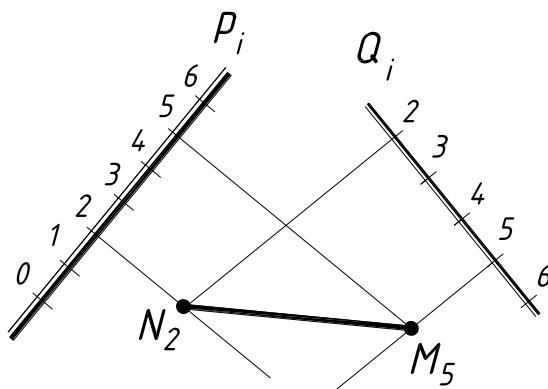


Рисунок 8 – Пересечение плоскостей

Таковыми точками будут точки пересечения одноименных горизонталей, т. к. пересекаться могут только те прямые, которые лежат в одной плоскости. Горизонтали, имеющие отметку 5, лежат в одной горизонтальной плоскости, а значит пересекаются (т. M5). Аналогично строится точка N2. Соединив две точки, принадлежащие обеим плоскостям, получим проекцию линии пересечения.

На рисунке 9 заданы две плоскости Ф и Л, имеющие одинаковый уклон, т. к. интервалы их равны, поэтому линия пересечения этих плоскостей будет биссекторной (M16 N18). Строится она так же, как в предыдущем примере.

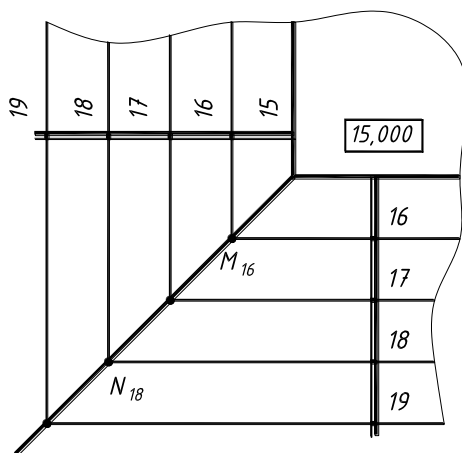


Рисунок 9 – Пересечение двух плоскостей откосов

7 Пересечение геометрических образов с топографической поверхностью

Задача по определению «*границ земляных работ*» сводится к нахождению точек пересечения горизонталей каждого откоса с одноименными горизонталями топографической поверхности.

Построения выполняют в следующем порядке:

1. По заданным уклонам определяют интервалы откосов и выемок (рисунок 10).

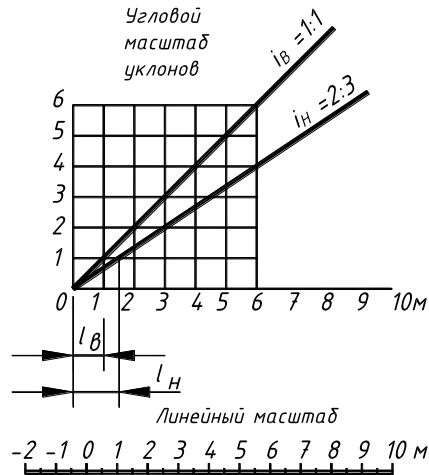


Рисунок 10 – Угловой масштаб откосов и выемок

2. От каждой бровки проводят линии наклона откосов срезки и подсыпки и градуируют (рисунок 11).

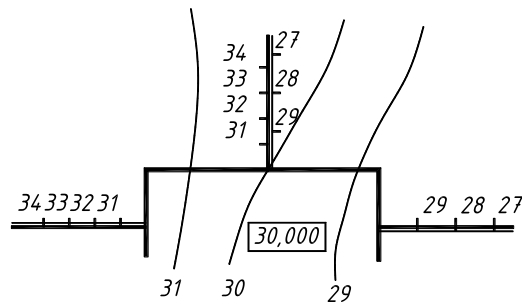


Рисунок 11 – Линии наклона

3. Строят горизонтали откосов и проставляются их отметки (рисунок 12).

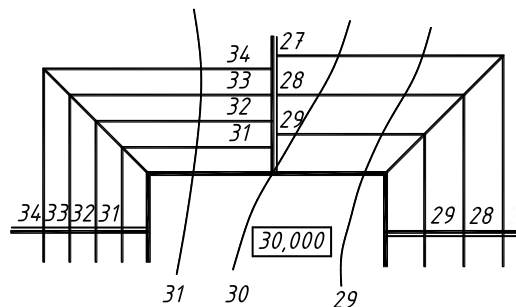


Рисунок 12 – Горизонтали откосов

4. Определяют точки пересечения одноименных горизонталей откосов и рельефа местности (рисунок 13). Для определения угловых точек искомой линии надо продолжить горизонтали откосов до пересечения со следующей горизонталью местности, хотя это пересечение и лежит за пределами искомой линии (границы земляных работ).

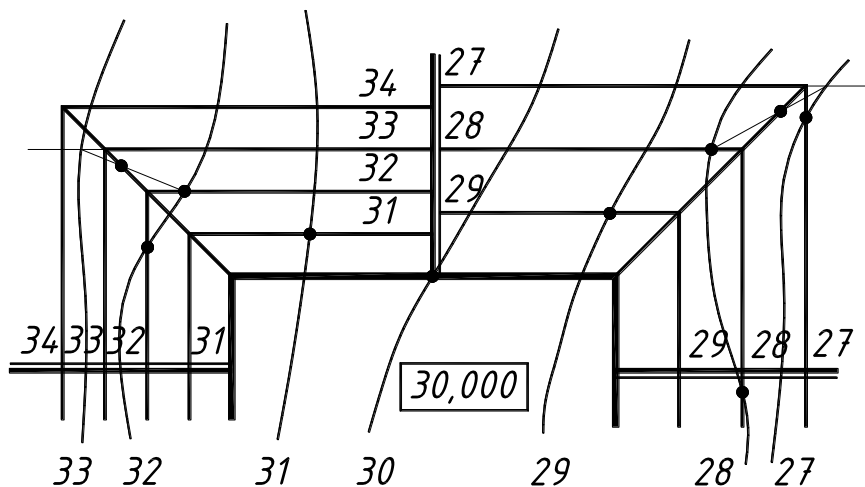


Рисунок 13 – Пересечения горизонталей откосов и горизонталей местности

5. Соединяют полученные точки плавной линией (рисунок 14). Для наглядности изображения линии бровки выделяют «бергштрихами» (рисунок 23), представляющими собой чередующиеся штрихи различной величины.

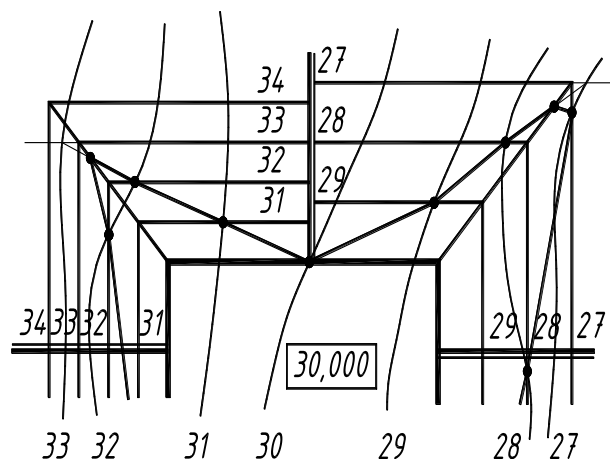


Рисунок 14 – Пересечение откосов и местности

8 Построение горизонталей на откосах дороги

Откос от дороги – это плоскость, касательная к системе конусов, стоящих вдоль бровки (края) дороги и расположенных в точках пересечения горизонталей дороги с бровкой дороги или границей канавки. Дорога имеет уклон, и по этому горизонтали откосов от нее не будут параллельны ее краям.

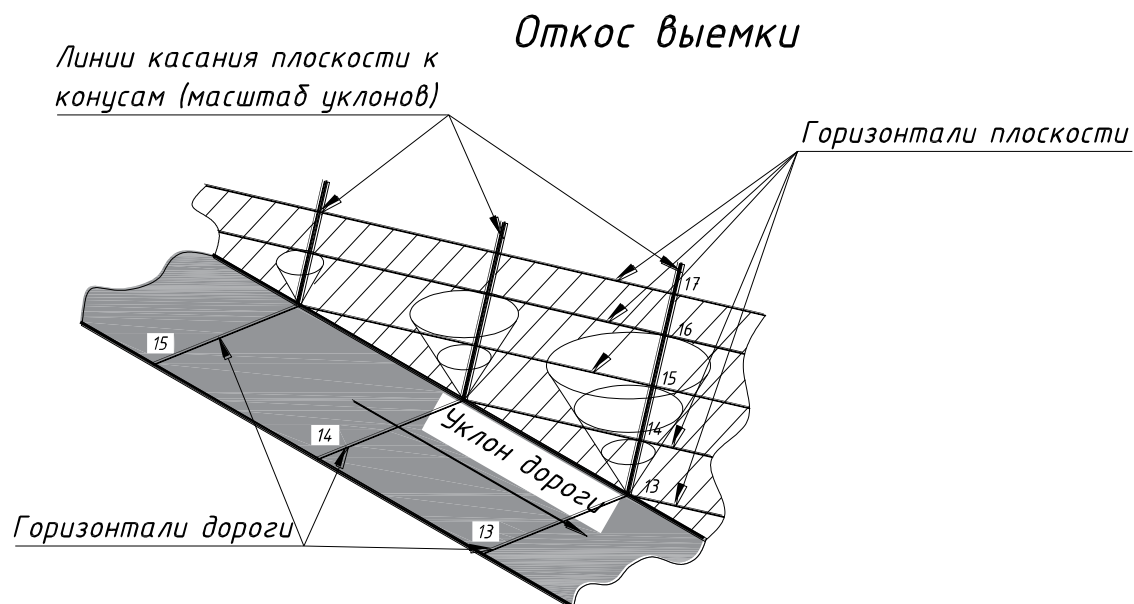


Рисунок 15 – Откос дороги с уклоном (выемка)

Конусы, расположенные вдоль кромки дороги, могут быть вершинами вниз или вверх (рисунок 15 и 16).

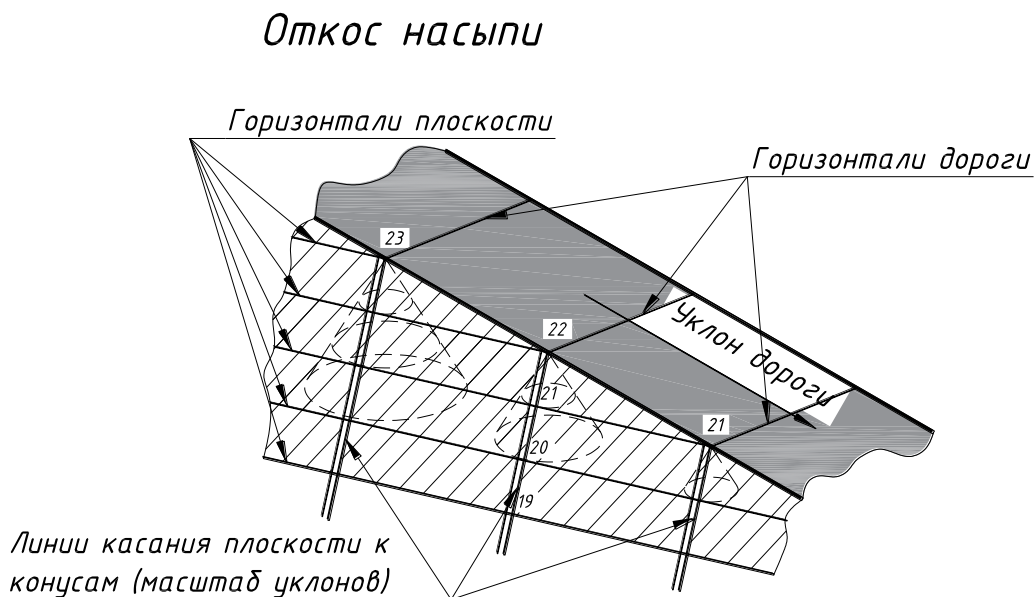


Рисунок 16 – Откос дороги с уклоном (насыпь)

Для упрощения построения достаточно построить:

- одну горизонталь;
- масштаб падения, перпендикулярный ей, с нанесенными интервалами;
- горизонтали плоскости, проведенные через интервалы и параллельные построенной горизонтали (рисунок 17).

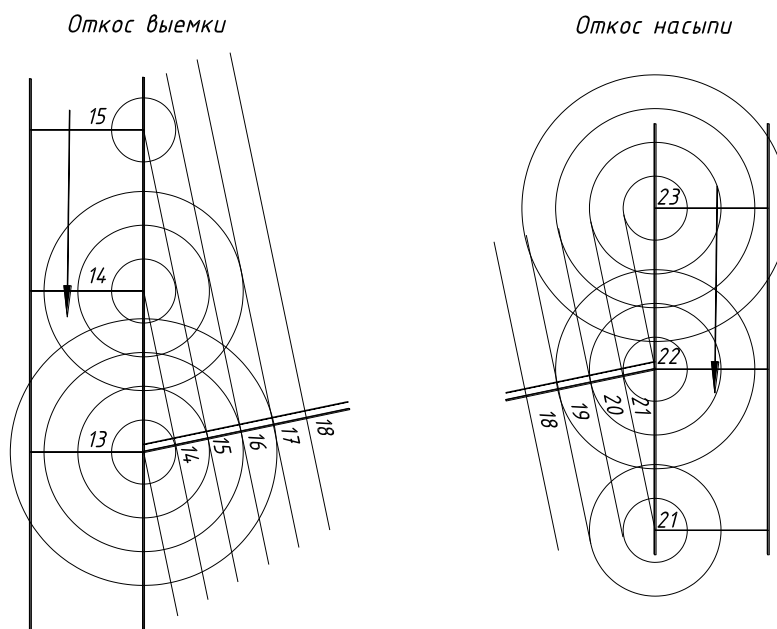


Рисунок 17 – Откос дороги с уклоном на чертеже

Так как горизонталь – окружность предыдущего конуса и вершина следующего конуса имеют одну и ту же отметку, то касательная, проведенная через вершину конуса к окружности – горизонтали, и будет горизонталью плоскости (рисунок 18).

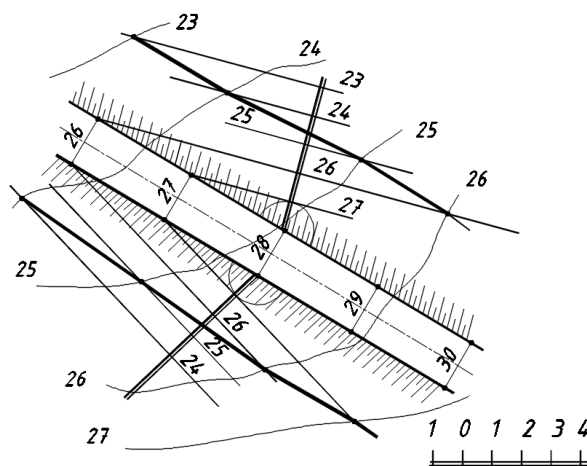


Рисунок 18 – Пересечение откосов дороги и местности

Масштаб уклона плоскости откоса проводится из вершины любого конуса перпендикулярно горизонталям (через точки касания горизонталей плоскости с горизонталями конуса).

9 Задание топографической поверхности

Поверхности, образование которых не подчинено определенным законам, называются каркасными. К ним относится и земная поверхность, которую принято называть топографической поверхностью (рисунок 19).

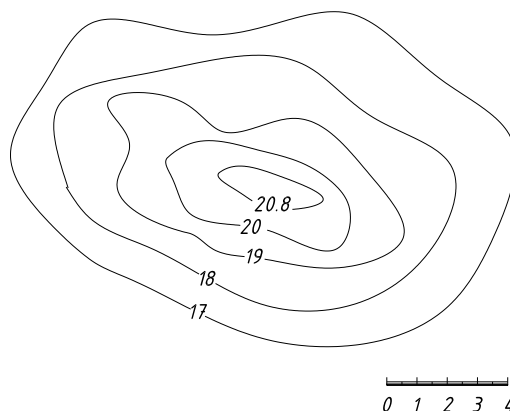


Рисунок 19 – Топографическая поверхность

На чертеже она задается проекциями горизонталей. Горизонтالي – это линии пересечения топографической поверхности с плоскостями, параллельными плоскости нулевого уровня. Расстояние между плоскостями – 1 ед.

Горизонтالي представляют собой замкнутые плоские кривые, по взаимному расположению которых и по отметкам можно судить о рельефе изображаемой местности.

10 Построение профиля топографической поверхности

Профилем топографической поверхности называется линия, полученная в результате сечения поверхности проецирующей плоскостью.

На рисунке показан план топографической поверхности, заданной горизонталями с числовыми отметками. Эта поверхность пересекается плоскостью 1–1 (рисунок 20).

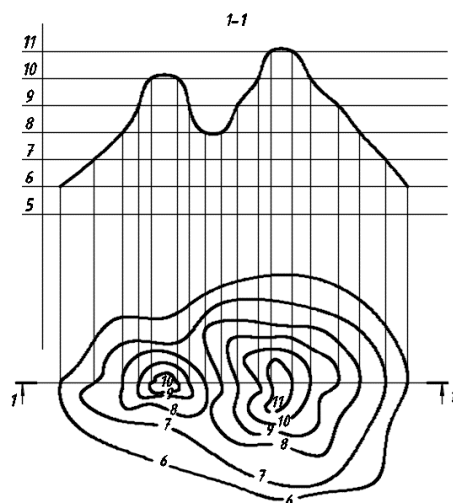


Рисунок 20 – Профиль топографической поверхности

В проекционной связи построен разрез – линия пересечения топографической поверхности плоскостью.

В масштабе чертежа слева и выше наносятся отметки 5...11, через них проводятся горизонтальные линии, на которых отложены точки пересечения горизонталей местности с плоскостью. Полученные точки соединяются плавной кривой линией.

11 Построение линии пересечения топографической поверхности с плоскостью

Чтобы построить линию пересечения топографической поверхности с плоскостью, надо построить точки пересечения горизонталей местности с горизонталями плоскости. Пересекаться могут только те горизонтالي, которые имеют одну и ту же отметку, т. к. лежат в одной горизонтальной плоскости. Полученные точки пересечения соединяются ломаной или плавной кривой линией.

Определение нуля работ.

Точки и линии, где не срезают и не насыпают землю, называются точками и линиями нуля работ.

На плане строительной площадки линия нуля работ совпадает с горизонталью, которая имеет ту же отметку, что и отметка строительной площадки (рисунок 21).

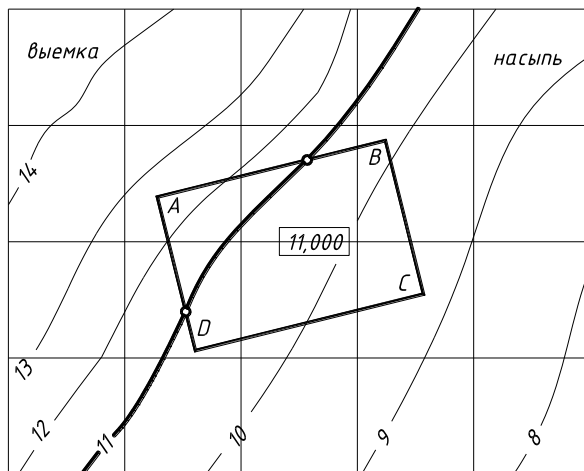


Рисунок 21 – Определение точек нулевых работ

Строим для откосов выемки и насыпи масштабы уклонов и через их деления проводим горизонтали откосов параллельно контуру площадки. Интервалы откосов в соответствии с условием замеряем на линейном масштабе.

Находим линии пересечения плоскостей откосов между собой, соединяя точки пересечения одноименных горизонталей откосов (рисунок 22).

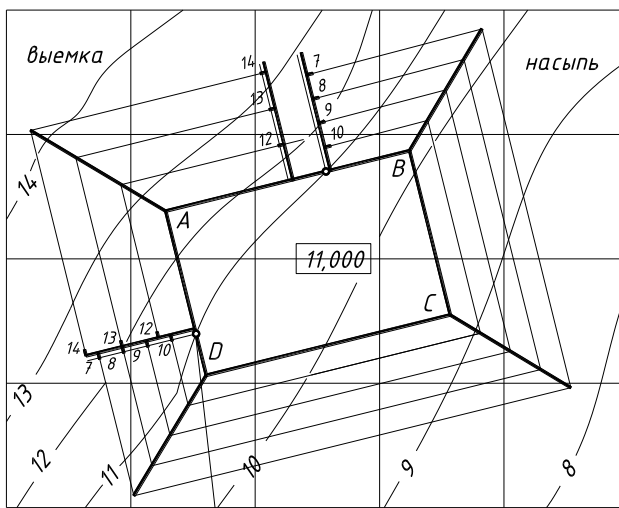


Рисунок 22 – Линии пересечения плоскостей откосов

Линию пересечения плоскостей откосов с топографической поверхностью строим, соединяя точки пересечения одноименных проектных горизонталей и горизонталей топографической поверхности (рисунок 23).

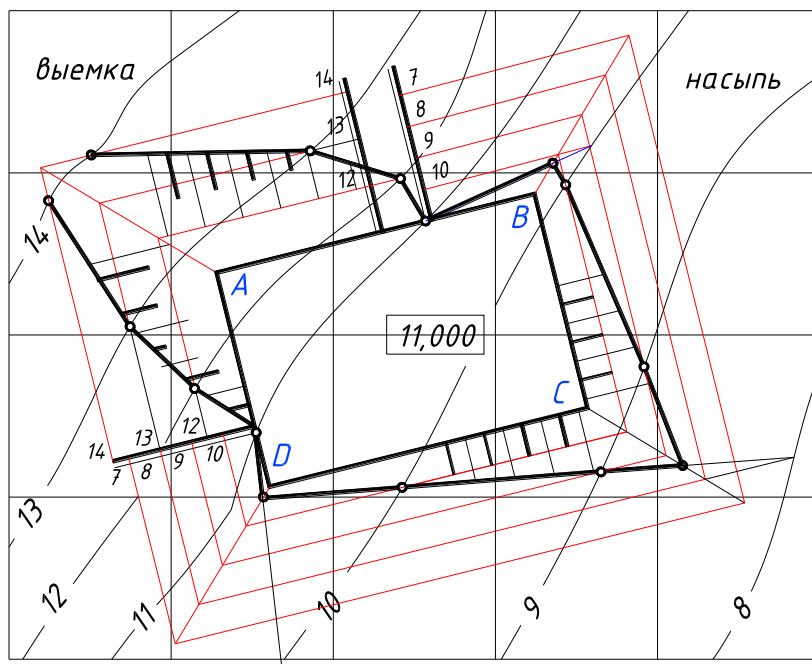


Рисунок 23 – Пересечение плоскостей откосов с топографической поверхностью

ЗАДАНИЕ 1. Проекция с числовыми отметками

СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

1. Начертить в масштабе 1:200 план гидротехнического сооружения (рисунок 24). Компонировку чертежа смотреть в приложении 1 и 2.
2. Запроектировать земляное сооружение (строительную площадку) на заданной отметке.

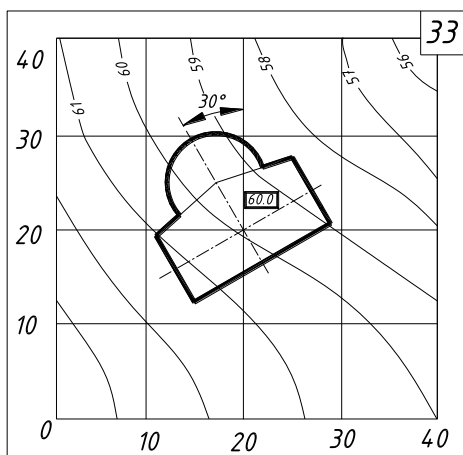


Рисунок 24 – Условие задания № 1

3. Построить линию пересечения откосов выемок и насыпей земляного сооружения между собой и с топографической поверхностью, приняв уклон откосов выемок $i_v = 1:1$, уклон откосов насыпей $i_n = 2:3$.
4. Построить продольный профиль (сечение) земляного сооружения (задается преподавателем).

РЕШЕНИЕ

1. Для построения линии пересечения откосов земляного сооружения (рисунок 25) устанавливаем линию нулевых работ, которая пройдет по 60-й горизонтали местности, т. к. площадка земляного сооружения имеет отметку 60. Слева от шестидесятой горизонтали местности земляное сооружение будет в выемке, справа – на насыпи. Перпендикулярно границам площадки строим масштабы уклона откосов выемки и насыпи. Параллельно кромкам площадки проводим горизонтали откосов с отметками 59, 58, 57 и т. д. для насыпи и 61, 62, 63 и т. д. для выемки. Линия пересечения откосов проходит через точки пересечения горизонталей, имеющих одинаковые отметки.

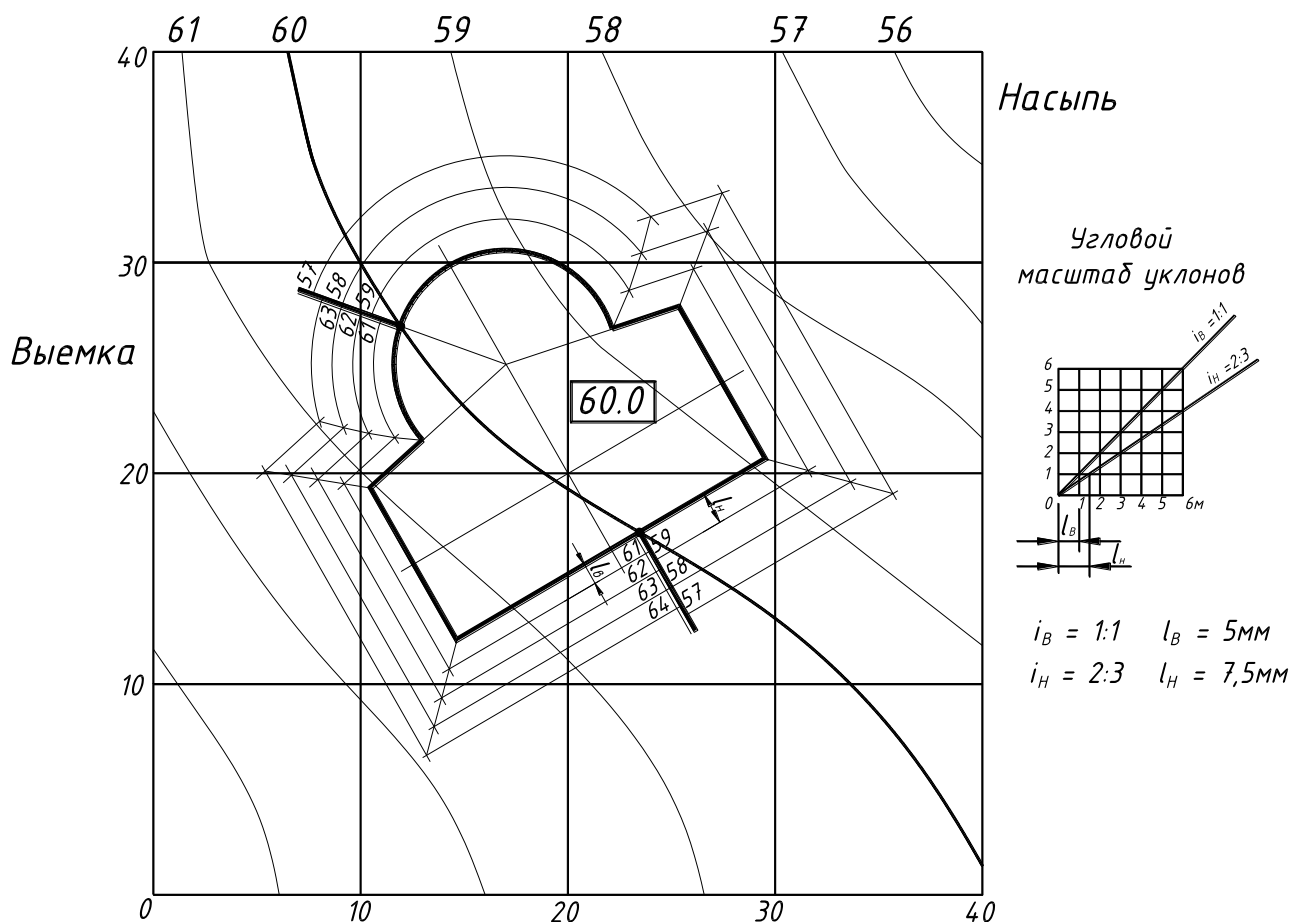


Рисунок 25 – Построение горизонталей откосов земляного сооружения

1. Границей земляных работ является линия пересечения откосов выемок и насыпей с топографической поверхностью. Пересечения горизонталей откосов выемки и насыпи с горизонталями топографической поверхности, имеющими одинаковые отметки, определяют точки, через которые проходит линия пересечения откосов с топографической поверхностью (рисунок 26). Строительная площадка имеет отметку 60, следовательно, контур площадки составляют горизонтали, имеющие отметку 60. Горизонталь топографической поверхности с отметкой 60 пересекает контур строительной площадки в двух точках – точках нулевых работ (см. рисунок 26). Определив точки пересечения откосов с горизонталями топографической поверхности, имеющими одинаковые отметки, проводим границу земляного сооружения. Линии пересечения откосов с топографической поверхностью определяются только для данного откоса и должны пересекаться только на линии пересечения откосов между собой.

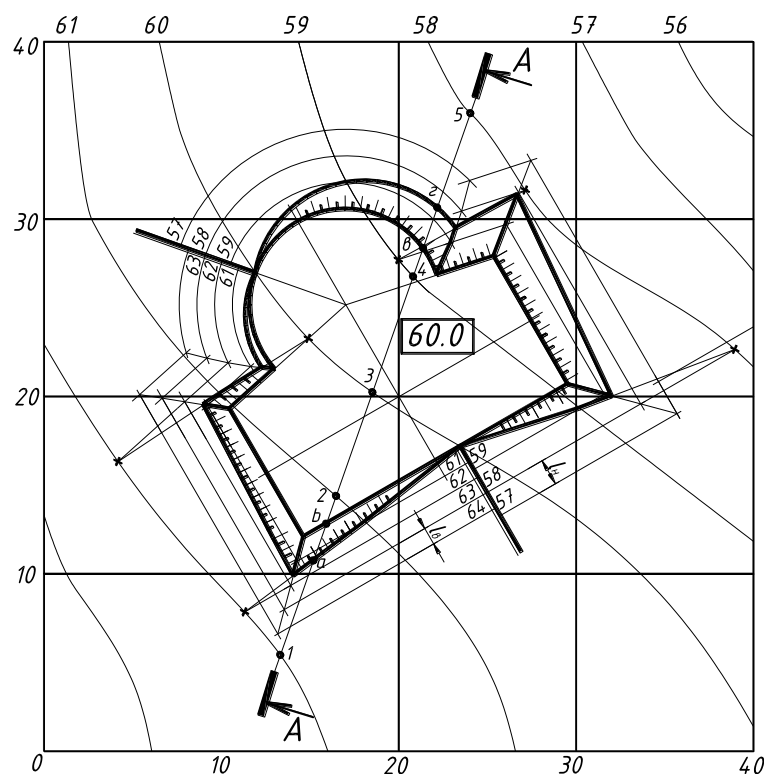


Рисунок 26 – Линии пересечения откосов с топографической поверхностью

2. Для построения профиля топографической поверхности определяем точки пересечения линии сечения А–А (рисунок 26) с горизонталями местности. На горизонтальной прямой 56 (рисунок 27) откладываем расстояния по линии А–А между горизонталями поверхности 62–61, 61–60, 60–59, 59–58, замеряемые на эюре (рисунок 26). Из полученных точек 1, 2, 3, 4 и 5 проводим вертикальные прямые.

Параллельно горизонтальной прямой 56 проводим прямые 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63 и 64 с интервалом, равным единице превышения горизонталей местности (одному метру, т. е. 5 мм). Через точки пересечения горизонтальных и вертикальных прямых с одинаковыми отметками проводим кривую профиля топографической поверхности.

Для построения профиля земляного сооружения замеряем по линии А–А расстояние от 60-й горизонтали местности до границ земляного сооружения и построенных откосов, точки а, б, в и г.

Данные расстояния откладываем на горизонтальной прямой 56 вправо и влево от точки 3 (рисунок 27) с учетом ориентации площадки относительно профиля местности. Точки а и б переносим вертикально на отметку площадки 60.



Рисунок 27 – Профиль земляного сооружения

Для построения линии откосов, необходимо точки а и г перенести на ранее построенную линию профиля топографической поверхности. Через полученные точки проводим линию сечения откосов.

ЗАДАНИЕ 2. Строительная площадка с дорогой в числовых отметках

СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

1. Начертить в масштабе 1:200 план гидротехнического сооружения (рисунок 28). Компонку чертежа смотреть в приложении 1 и 3.
2. Запроектировать строительную площадку с дорогой на заданной отметке.

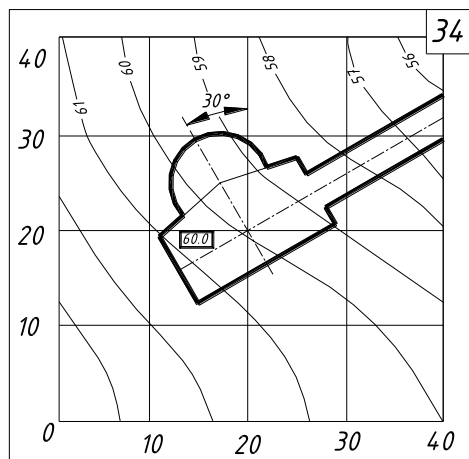


Рисунок 28 – Условие задания № 2

3. Построить линию пересечения откосов выемок и насыпей строительной площадки с дорогой, между собой и с топографической поверхностью, приняв уклон откосов выемок $i_v = 1:1$, уклон откосов насыпей $i_n = 2:3$.
4. Построить продольный профиль (сечение) земляного сооружения (задается преподавателем).

ЗАДАНИЕ 3. Привязка строительной площадки с дорогами к топографической поверхности

СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

1. Начертить в масштабе 1:200 план гидротехнического сооружения (рисунок 29). Компонку чертежа смотреть в приложении 1 и 4.
2. Запроектировать строительную площадку на заданной отметке с дорожным полотном (одна из дорог, задана с уклоном $i_d = 1:6$).

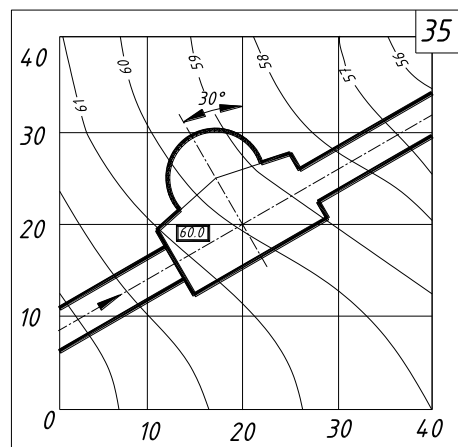


Рисунок 29 – Условие задания № 3

3. Построить линию пересечения откосов выемок и насыпей строительной площадки и дорожного полотна, между собой и с топографической поверхностью, приняв уклон откосов выемок $i_v = 1:1$, уклон откосов насыпей $i_n = 2:3$, уклон дороги $i_d = 1:6$.
4. Построить продольный профиль (сечение) земляного сооружения (задается преподавателем).

ЗАДАНИЕ 4. Привязка гидротехнического сооружения к топографической поверхности

СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

1. Начертить в масштабе 1:200 план гидротехнического сооружения (рисунок 30).
2. Запроектировать водоем глубиной 4 метра с двумя каналами. Дно канала, впадающего в водоем, сопрягается с дном водоема. Канал, вытекающий из водоема, начинается на высоте 2-х метров от его дна.

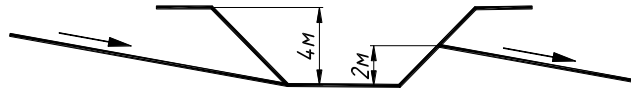


Рисунок 30 – Схема проектируемого гидротехнического сооружения

3. Построить линию пересечения откосов выемок и насыпей земляного сооружения между собой и с топографической поверхностью, приняв уклон откосов выемок $i_v = 1:1$, уклон откосов насыпей $i_n = 1:1,5$ и уклон дна канала $i_k = 1:6$.
4. Построить продольный профиль (сечение) гидротехнического сооружения по осям каналов и два поперечных профиля: по насыпи и по выемке.

ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖА

Чертеж выполняется на листе формата А2 (420x594) карандашом в соответствии с ГОСТами и ЕСКД и должны отличаться выразительностью, аккуратностью и четкостью графического исполнения. Поле чертежа ограничивается рамкой – слева 20 мм от линии обреза листа, с других сторон по 5 мм. В правом нижнем углу листа располагается основная надпись, форма и размеры которой даны в приложении 1.

Лист располагается вертикально. Расположение изображений на чертеже см. на рисунок 31.

Толщина и тип линий применяются в соответствии с ГОСТ 2.303-68. Построения выполняются тонкими линиями (0,5 мм), а затем линии видимого контура обводятся сплошной основной линией, толщина которой 0,8-1 мм, линии невидимого контура – штриховой (0,5 мм), все остальные линии – тонкие (0,3 мм). Все надписи на чертежах выполняются стандартным шрифтом по ГОСТ 2.304-81. Высота цифр должна быть не менее 3,5 мм. Масштабы изображений выбираются в соответствии с ГОСТ 2.302-68. Выбранный масштаб указывается в основной надписи. Образец работы см. на рисунок 34.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

1. Выбрать свой вариант задания (задается преподавателем). Ознакомиться с образцом работы.
2. Изучить тему по любому рекомендуемому учебному пособию.
3. Скомпоновать лист, т. е. отвести на листе место для каждого изображения (см. рисунок 31).
4. Построить линейный масштаб и угловой масштаб уклонов.
5. Вычертить в масштабе 1:200 план земляного сооружения. Размеры водоемов даны в приложении 5.
6. Запроектировать откосы водоема и каналов, для чего: а) построить линии наибольшего ската внутренних откосов; б) проградуйровать их; в) через точки, отметки которых выражены целыми числами, провести проектные горизонтали; г) определить линии пересечения откосов.
7. Определить точки нулевых работ на кромке водоема.
8. На гребне насыпи выполнить дорогу шириной 2 метра.
9. Запроектировать на насыпи наружные откосы гидротехнического сооружения, определить линии пересечения откосов между собой и с поверхностью земли.
10. На месте выемки развить внутренние откосы сооружения до пересечения их с поверхностью земли.
11. Построить профили сооружения: а) продольный; б) поперечные.
12. Проверить правильность выполненной работы и выполнить обводку чертежа.
13. Откосы оформить бергштрихами.
14. Выполнить необходимые надписи.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЧЕРТЕЖА

Выполняем компоновку чертежа, т. е. вычерчиваем рамку, выделяем место для основной надписи и необходимых изображений. Вычерчиваем линейный масштаб, учитывая заданный числовой масштаб 1:200. Длина его имеет произвольное число делений. Вычерчиваем сетку квадратов плана топографической поверхности. Сторона каждого квадрата в натуре равна 10 м, что соответствует 5 см на чертеже при заданном масштабе. Имея задание и сетку, вычерчиваем горизонтали топографической поверхности, контуры дна водоема и каналов, размеры которых выбираем в соответствии с заданием.

Для построения проектных горизонталей откосов нужно определить их интервалы (lv , ln), а также интервал уклона каналов (lk). Внутренними считать откосы, обращенные к зеркалу воды. Интервалы можно определить аналитически по формуле $l=1/i$, где i – уклон, и графически с помощью углового масштаба уклонов.

Построение углового масштаба уклонов показано на рисунк 33. Строится сетка квадратов. Сторона каждого квадрата равна единице длины, т. е. 5 мм для заданного масштаба. Через точку 0 проводятся прямые заданного уклона.

Например, для построения углового масштаба наружных откосов $in = 1:1,5$ необходимо отложить от точки 0 в вертикальном направлении 1 единицу (превышение), в горизонтальном – 1,5 единицы (заложение) и полученную точку соединить отрезком прямой линии с точкой 0. Отрезок прямой отсекает на горизонталях масштаба расстояния кратные длине интервала ln . Аналогично строятся прямые уклона iv и ik .

Затем проектируем чашу водоема. Для этого к горизонтальной площадке дна водоема проводим линии наибольшего ската откосов и градуируем их интервалом внутренних откосов lv . Точкам на линиях наибольшего ската устанавливаем соответствующие отметки (на рисунок 33 после отметки дна водоема 24 м пойдут отметки 25, 26, 27, 28 м). Через полученные точки проводим проектные горизонтали параллельно кромкам дна водоема.

Рассмотрим построение плана внутренних откосов на прямолинейном участке АВ. Отрезок АВ является проекцией 24-й проектной горизонтали. Перпендикулярно АВ строим линию наибольшего ската плоскости откоса, на ней откладываем интервалы $lv = 5$ мм и проводим 25, 26, 27 и 28-ю горизонтали параллельно АВ. Аналогично строятся другие откосы.

Поверхность откоса, идущая вверх от части окружности CD, является конической поверхностью. Проекции горизонталей поверхности откоса представляют равноудаленные друг от друга части концентрических окружностей, расстояния между которыми равны интервалу lv .

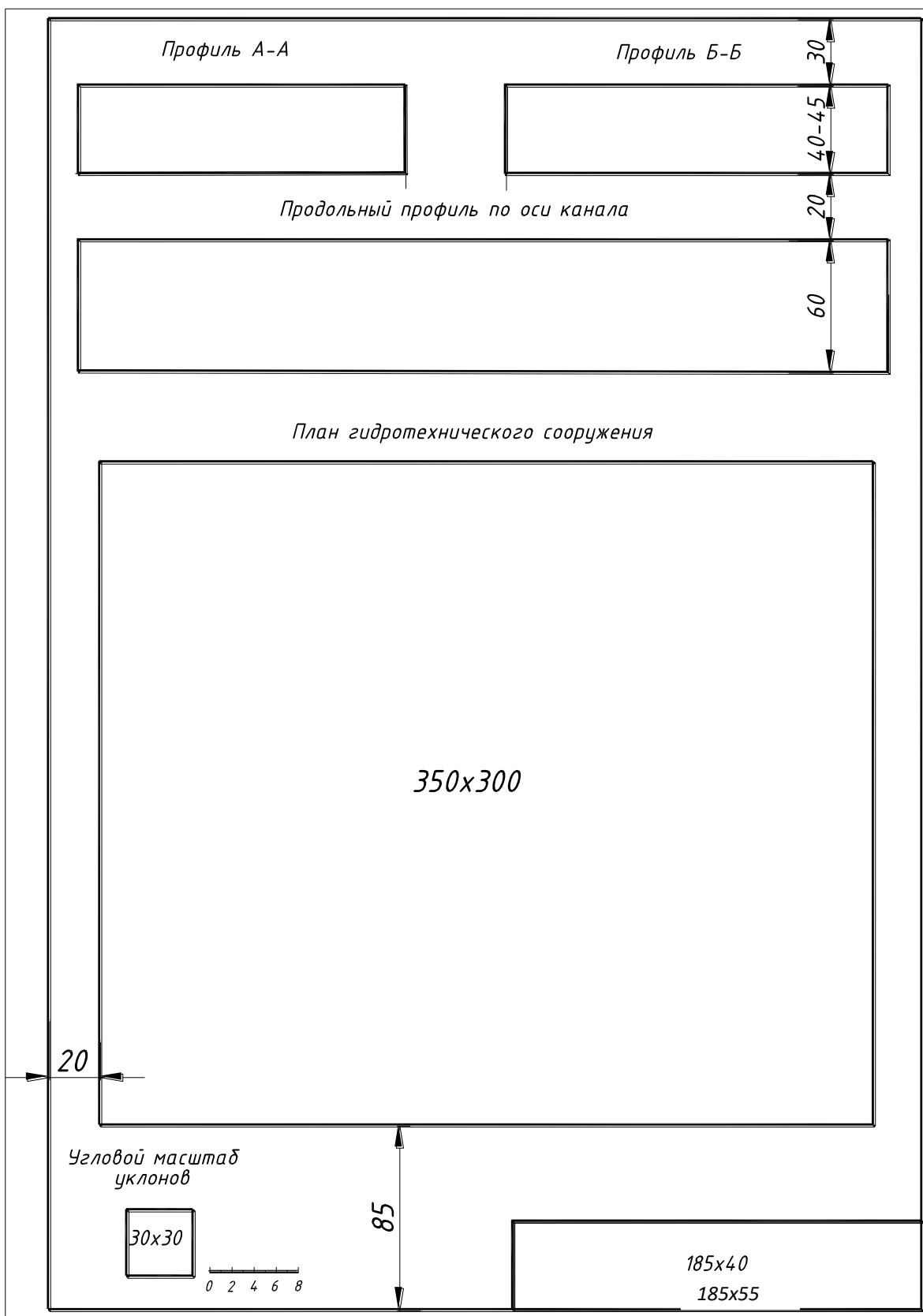


Рисунок 31 – Компонировка чертежа задание № 4

Линии пересечения откосов пройдут через точки пересечения горизонталей с одинаковыми отметками.

Построение плана внутренних откосов на прямолинейном наклонном участке канала показано на рисунке 32. Так как дно канала имеет уклон i_k , то необходимо определить его горизонтали. Для этого градуируем ось канала интервалом l_k и перпендикулярно оси проводим горизонтали дна канала.

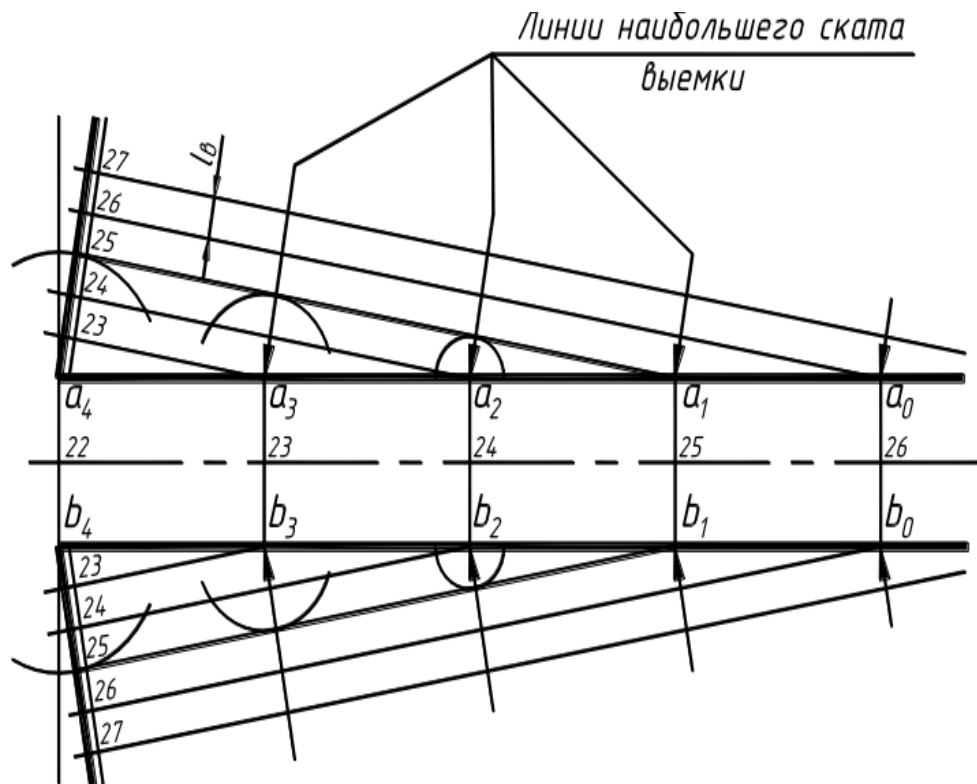


Рисунок 32 – Построение внутренних откосов канала

Рассмотрим откос, идущий вверх от кромки a_0, a_1, a_2 и т. д. Кромка $a_0 - a_4$ не горизонтальна, поэтому линии уровня (горизонтали) откоса не параллельны ей. Так, горизонталь 25 пересекает кромку канала в точке a_1 с отметкой 25 м, а горизонталь 24 – в точке a_2 с отметкой 24 м и т. д. Так как откос канала представляет собой плоскость, имеющую интервал l_v , то горизонталь 25 должна проходить на расстоянии одного интервала от точки a_2 с отметкой 24 м, на расстоянии двух интервалов от точки a_3 с отметкой 23 м. Проекция горизонтали 25 касается окружностей, проведенных из точки a_2 радиусом, равным одному интервалу, из точки a_3 радиусом равным двойному интервалу и т. д. Проекции горизонталей 23, 24, 26 и др. проходят параллельно проекции горизонтали 25 через одинаковые интервалы l_v . Для построения этих горизонталей проводим перпендикулярно горизонтали 25 линию наибольшего ската плоскости откоса и откладываем на ней интервалы.

Горизонталь откоса канала пересекаются с одноименными горизонталями откоса водоема в точках, через которые проходит линия пересечения откосов.

Построение плана откоса канала, идущего вниз от кромки b_0-b_4 , аналогично.

Точки нулевых работ на верхней кромке водоема определяются в местах пересечения одноименной горизонтали поверхности земли с кромкой (см. рисунки 33 и 34). В нашем примере местом нулевых работ являются точки M и N пересечения 28 горизонтали поверхности земли с верхней кромкой водоема, имеющей также отметку 28. Замечаем, что левая часть водоема с каналом

проходят выше поверхности земли, а правая часть водоема со вторым каналом проходят ниже поверхности земли. Следовательно, слева мы имеем дело с насыпью, а справа – с выемкой.

На гребне насыпи параллельно контуру водоема и канала устраиваем дорогу шириной 2 метра. Так как контуры водоема горизонтальны, то и дорога вокруг него тоже будет горизонтальной. На рисунках 33 и 34 горизонтальны участок дороги ограничен со всех сторон горизонтальными линиями с отметкой 28 м. Дорога, идущая вдоль канала, имеет то же уклон, что и канал.

На участке насыпи проектируем наружные откосы водоема и канала. Построение плана наружных откосов будет отличаться от построения внутренних только величиной интервала (см. рис. 34).

Граница земляных работ, т.е. линия пересечения откосов с поверхностью земли, проходит через точки взаимного пересечения проектных горизонталей с одноименными горизонталями земли (см. рисунок 34).

После всех построений производится окончательное оформление плана. Основными линиями вычерчиваются контуры дна водоема и каналов, контуры дороги, линии пересечения откосов между собой и с поверхностью земли. Горизонтالي проводятся тонкими сплошными линиями. Горизонтالي поверхности земли в области запроектированного сооружения штриховыми линиями.

Для более наглядного направления ската поверхностей откосов у верхних их кромок наносятся чередующиеся между собой длинные и короткие штрихи. Их направление должно совпадать с направлением линии наибольшего ската.

Построение профилей земляного сооружения показано на рисунке 34.

В инженерной практике строят продольные профили, когда секущая плоскость совпадает с осью сооружения, и поперечные, когда секущая плоскость расположена перпендикулярно оси. Построение профиля сводится к построению вертикальной проекции сечения. Вначале строим сетку, на которой горизонтальные линии обозначают горизонтальные плоскости, расположенные через 1 метр. Вертикальные линии проводятся в местах характерных точек. Характерными являются точки, у которых секущая плоскость пересекается с горизонталями земли и контурами запроектированного гидротехнического сооружения.

Например, точки – 1, 2, 3, образовавшиеся от пересечения следа секущей плоскости А-А с горизонталями топографической поверхности; а, б, в, г, д, е, ж, з – характерные переломные точки сооружения. Отметки характерных точек и расстояния между ними снимаются с плана чертежа.

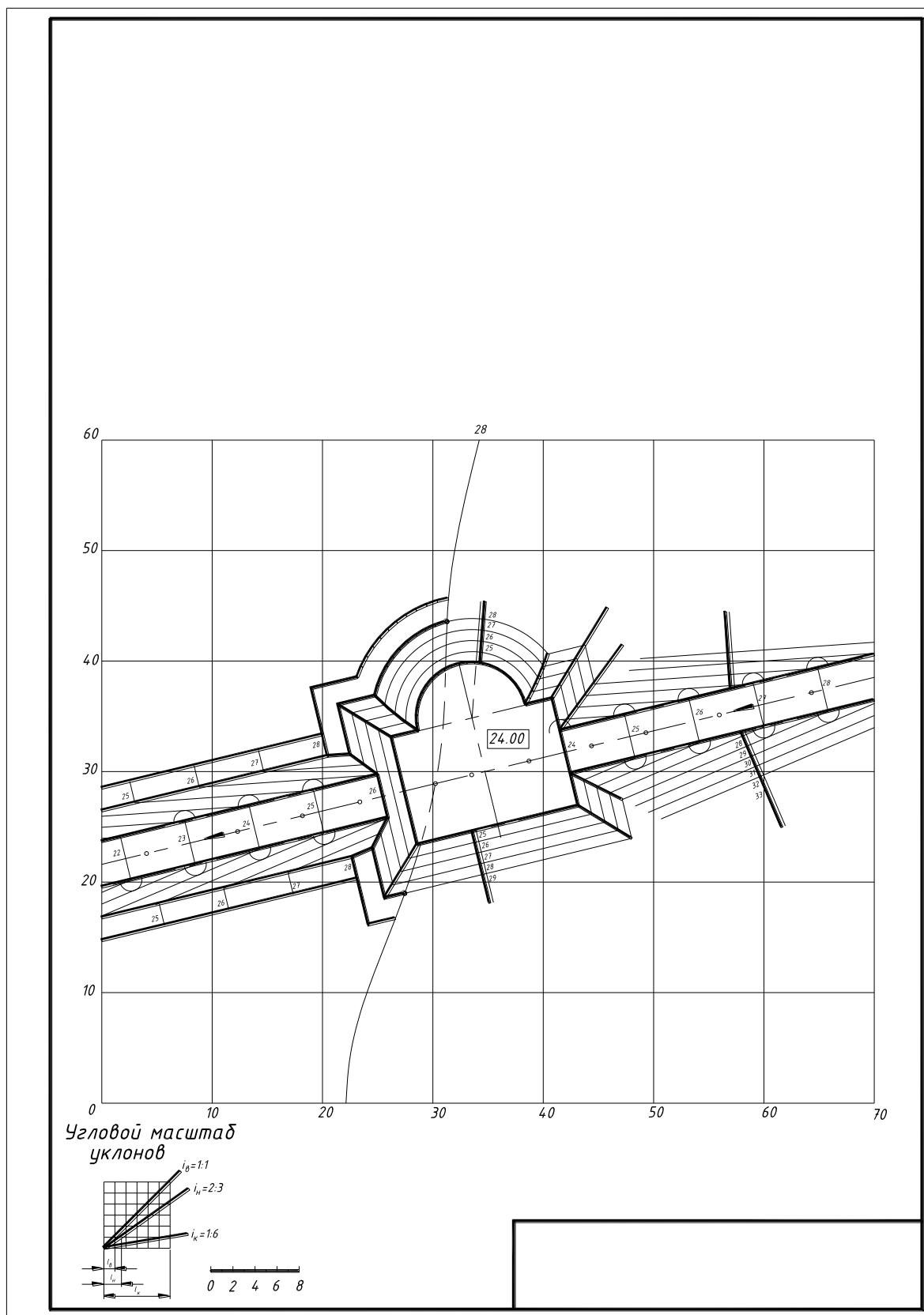


Рисунок 33 – Построение горизонталей откосов гидротехнического сооружения

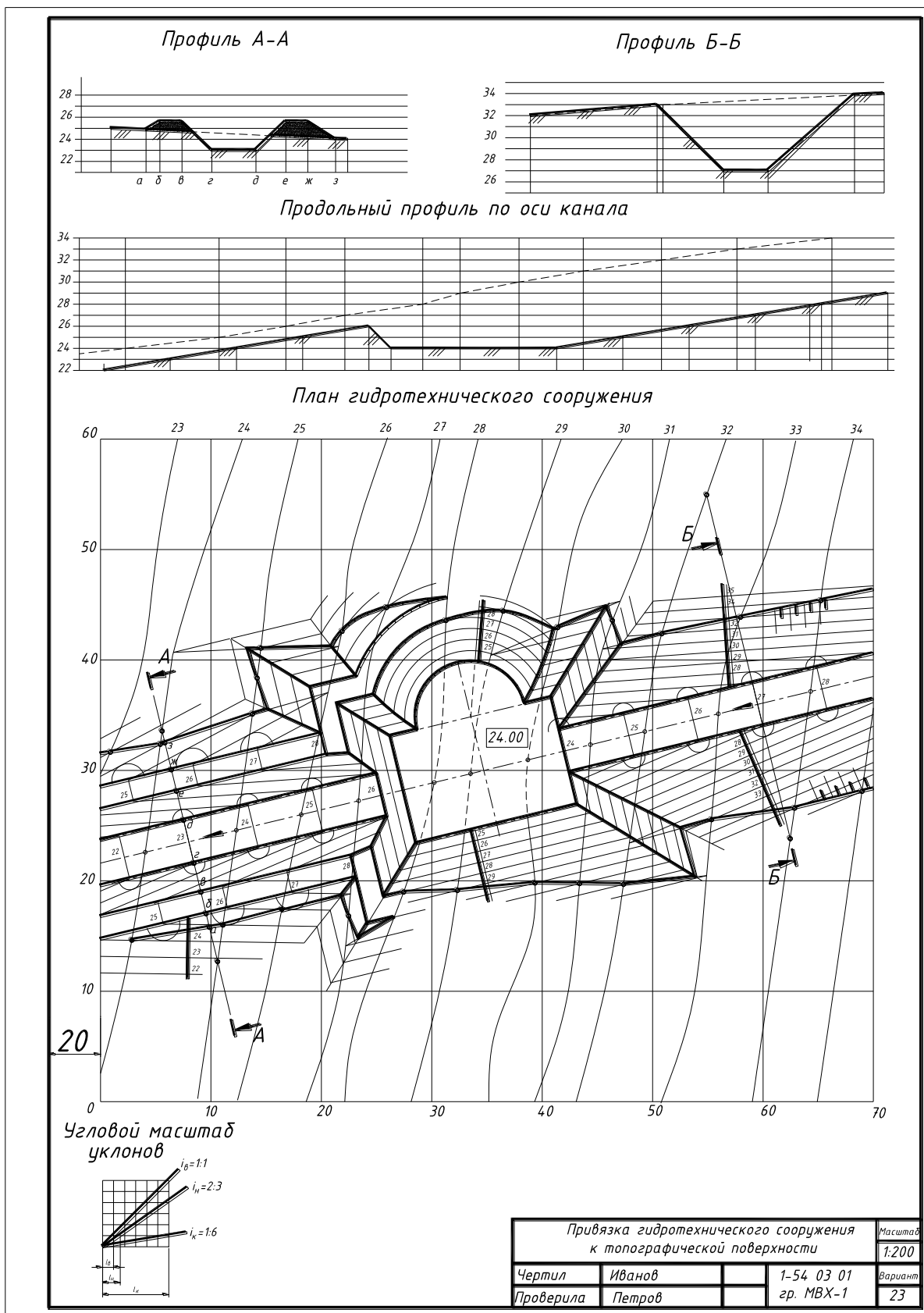
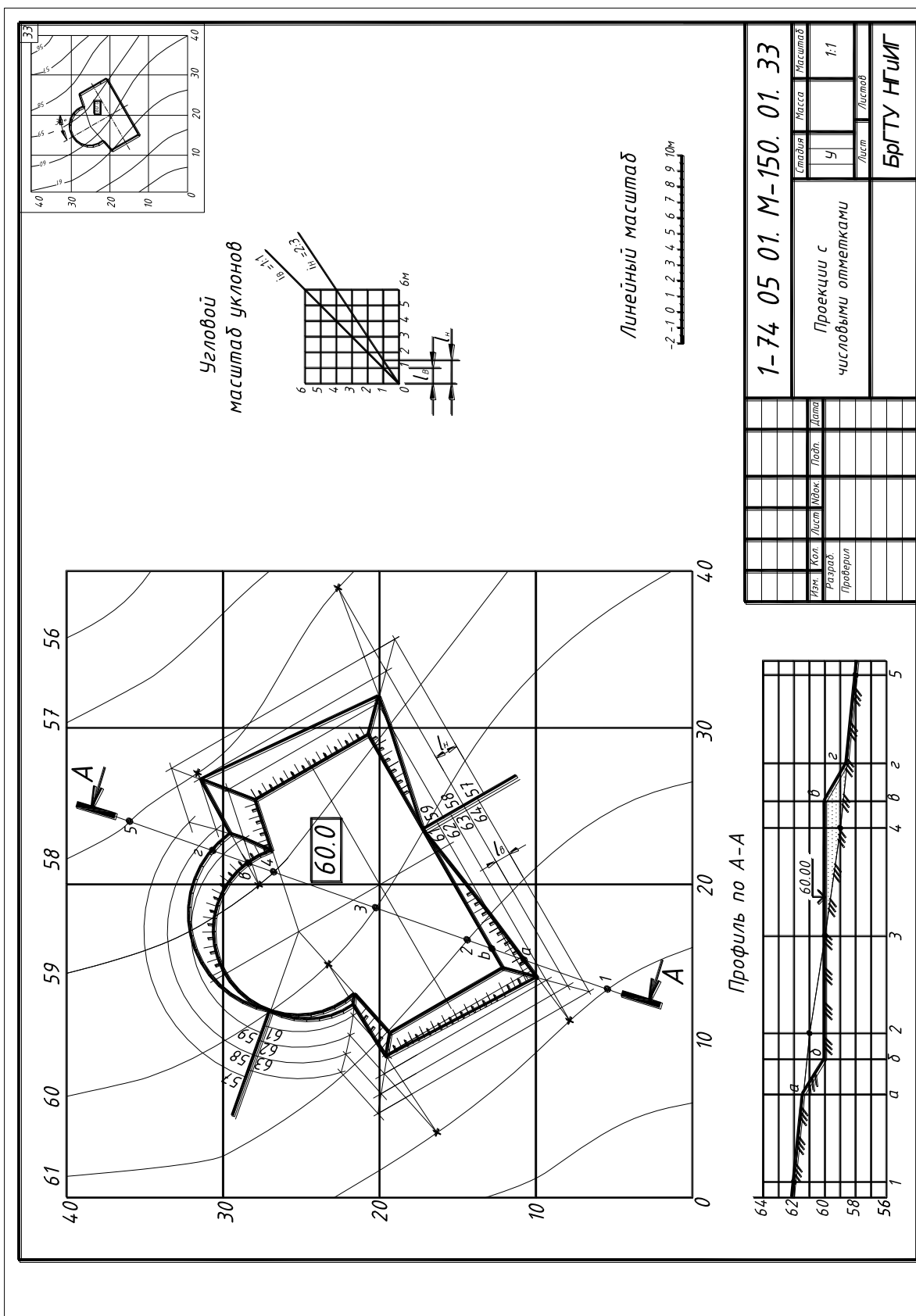
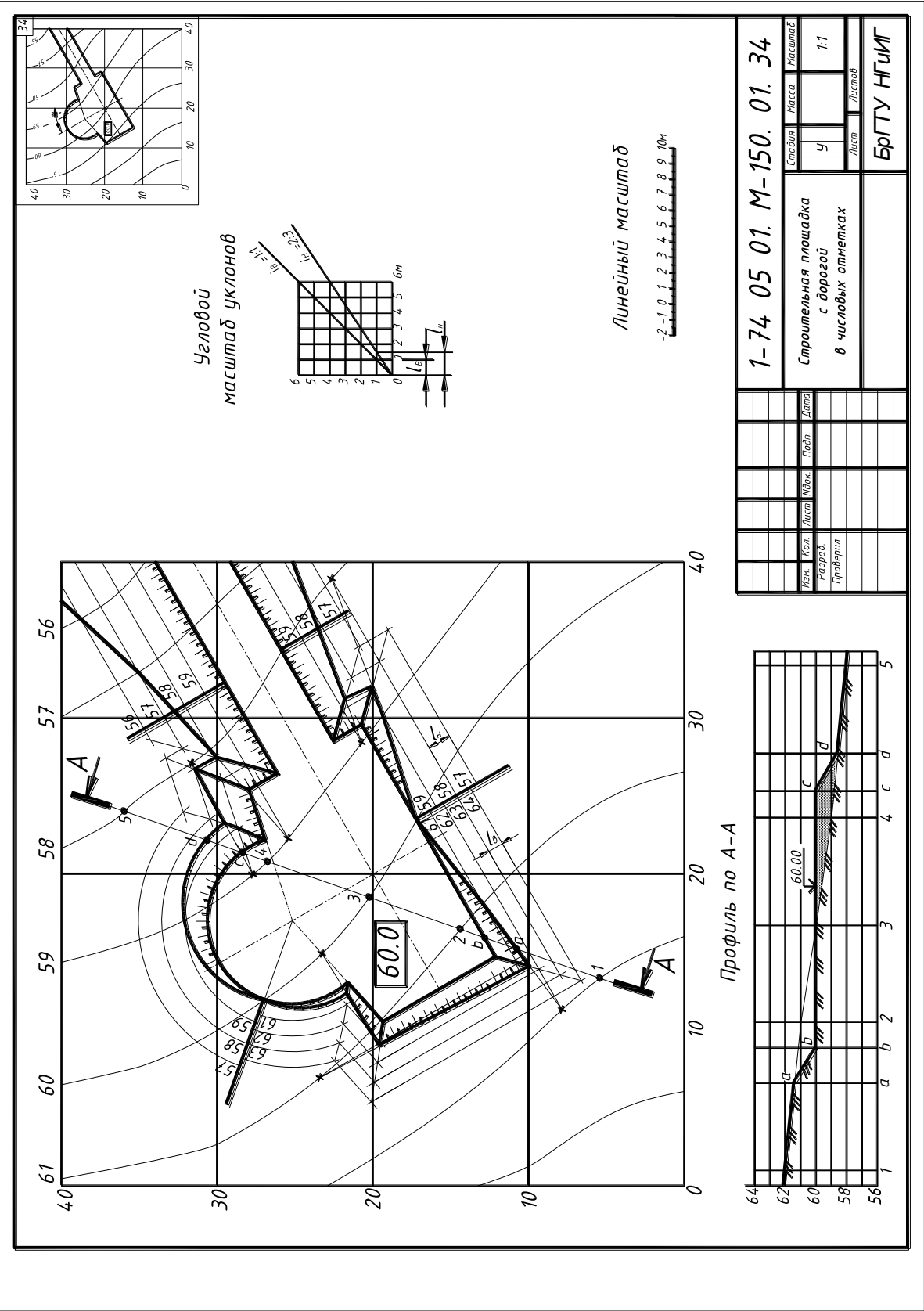
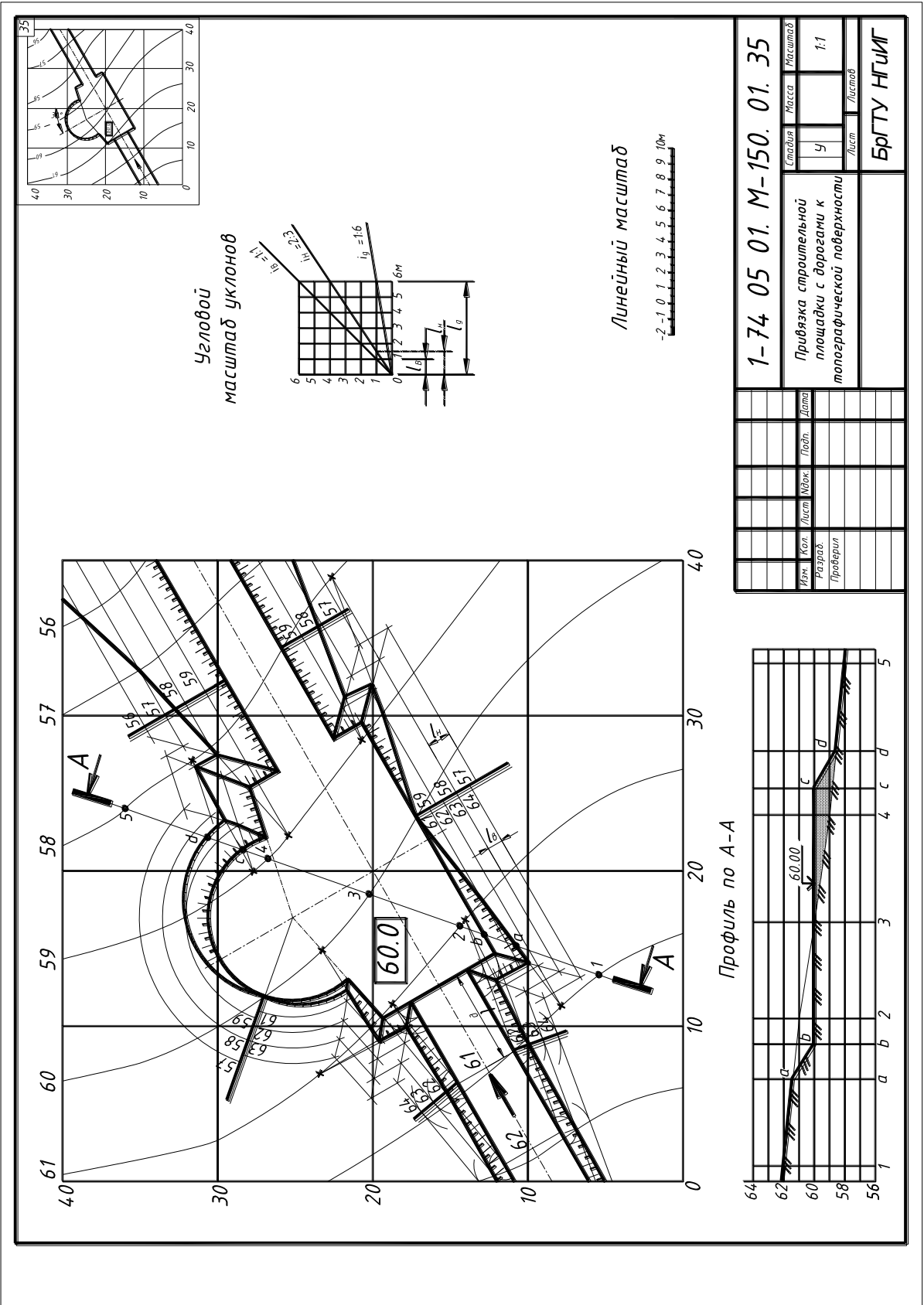


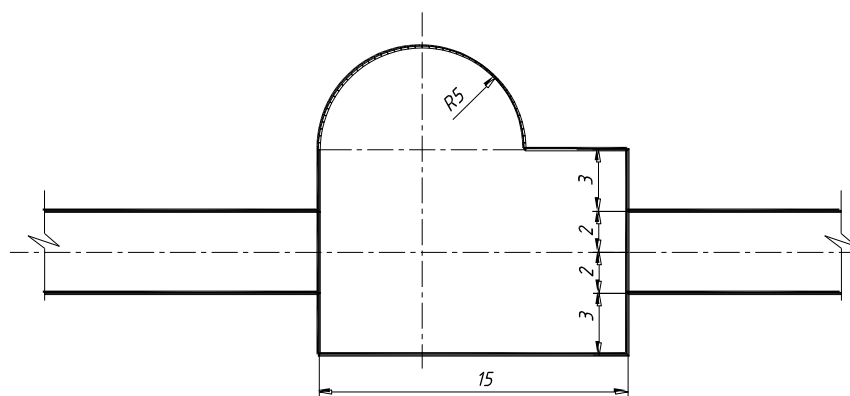
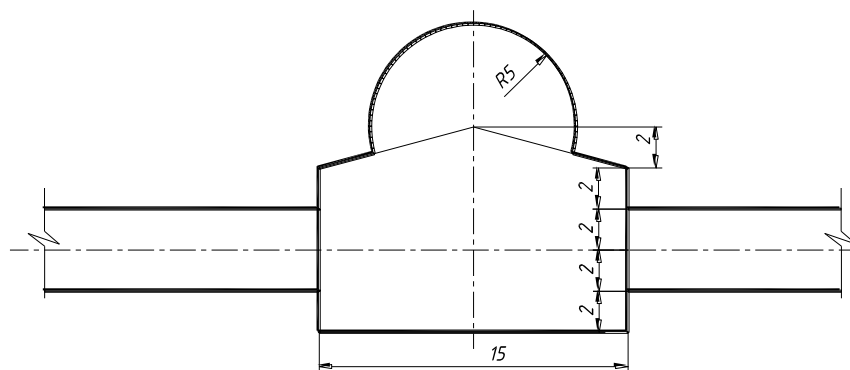
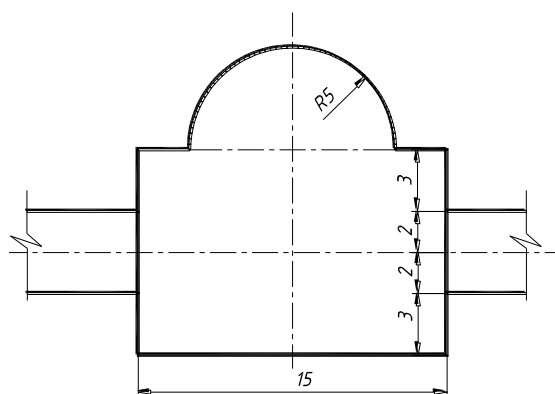
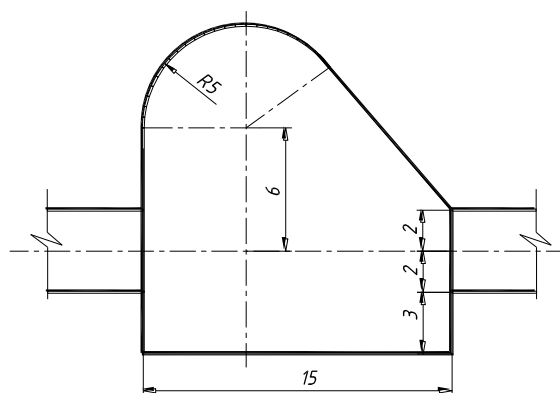
Рисунок 34 – Построение откосов и профилей задание № 4

[illegible][illegible]









Словарь используемых терминов

Бергштрихи – чередующиеся с равным интервалом короткие и длинные штрихи, показывающие направление спуска от какого-либо контура в проекциях с числовыми отметками.

Градуирование плоскости – построение горизонталей плоскости с отметками, выраженными целыми числами и отличающимися на единицу.

Градуирование прямой – нахождение промежуточных отметок отрезка, выраженных целыми числами и отличающимися на единицу.

Заложение отрезка – проекция отрезка на плоскость нулевого уровня.

Интервал прямой – величина заложения отрезка, у которого разность отметок концевых точек равна единице.

Масштаб уклона – градуированная проекция линии наибольшего ската плоскости.

Отметка – расстояние от точки до плоскости проекции (плоскости нулевого уровня).

Плоскость нулевого уровня – плоскость, от которой производится отсчет высот в проекциях с числовыми отметками.

Поверхность равного уклона – линейчатая поверхность, образованная перемещением прямого кругового конуса по заданной направляющей.

Профиль – фигура сечения поверхности вертикальной плоскостью. Уклон прямой – отношение разности отметок концевых точек отрезка к его горизонтальной проекции (заложению).

Список рекомендуемой литературы

1. Стандарт университета. Общие требования и правила оформления / под ред. Т. Н. Базенкова. – Брест : БГТУ, 2014.
2. ЕСКД. Общие правила выполнения чертежей. - М., 1990.
3. Начертательная геометрия [Текст]: учеб. для студ. строит. спец. / Н. Н. Крылов; Г. С. Иконникова; В. Л. Николаев; В. Е. Васильев. –М.: Высш. шк., 2010. 223с.

Учебное издание

Составители:

*Базенков Тимофей Николаевич
Матюх Светлана Анатольевна*

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению заданий по инженерной графике

«Проекции с числовыми отметками»

для студентов технических специальностей

Ответственный за выпуск: Матюх С. А.

Редактор: Митлошук М. А.

Компьютерная верстка: Вашкевич Ю. А.

Корректор: Дударук С. А.

Подписано в печать 21.03.2023 г. Формат 60x84 ¹/₈. Бумага «Performer».
Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. 1,86. Уч. изд. л. 2. Заказ № 186. Тираж 19 экз.
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный
технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/235 от 24.03.2014 г.