

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

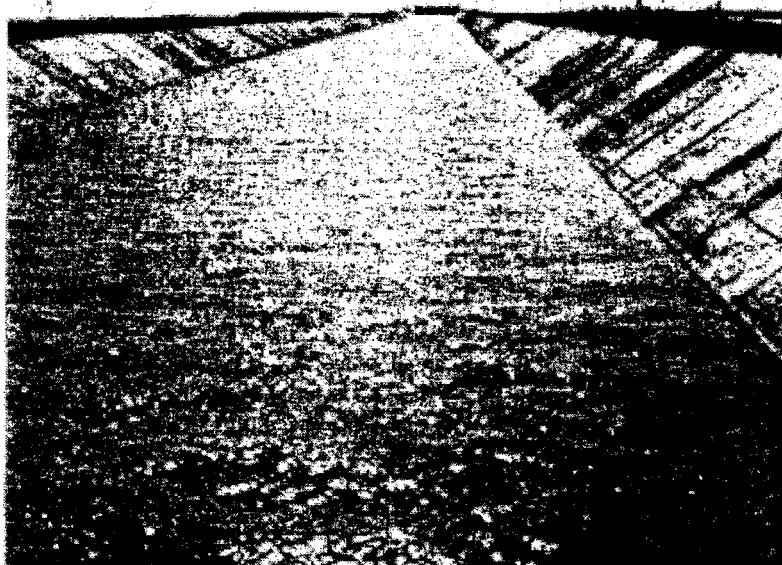
**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**КАФЕДРА НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ И  
ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ**

# **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**к разделу «Проекции с числовыми отметками»  
курса «Начертательная геометрия»**

**для студентов специальности  
1-74 05 01 «Мелиорация и водное хозяйство»**



**БРЕСТ 2012**

УДК 514.18(075)

Методические указания предназначены для студентов специальности 1-74 05 01 «Мелиорация и водное хозяйство».

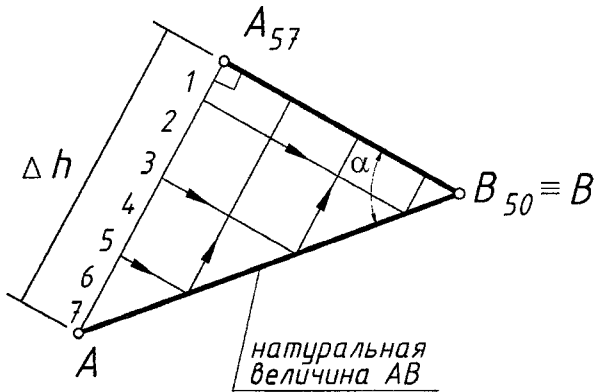
Методические указания содержат примеры решения задач по разделу «Проекция с числовыми отметками» курса «Начертательная геометрия»; рекомендации к выполнению задания «Привязка гидротехнического сооружения к топографической поверхности», пример его выполнения и оформления.

Составители: Винник Н.С. – зав. кафедрой  
Морозова В.А. – старший преподаватель  
Яромич Н.Н. – старший преподаватель

Рецензент: П.В. Зеленый, к.т.н., и.о. зав. кафедрой инженерной графики  
машиностроительного профиля УО «Белорусский национальный  
технический университет»



Когда отметки концов отрезка велики, от точки В можно отложить разность отметок концов отрезка прямой (рис.3), затем проградуйровать проекцию прямой так, как было показано в предыдущем примере.



$$\Delta h = h_A - h_B$$

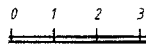


Рисунок 3

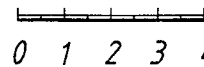
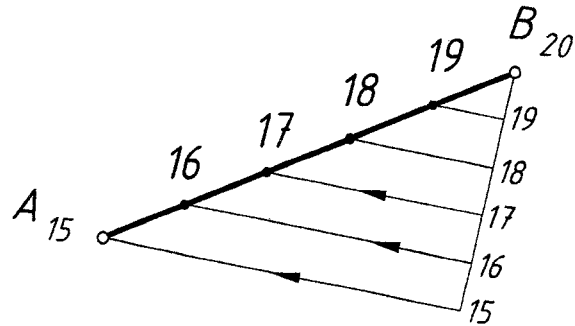


Рисунок 4

На рис.4 приведен пример градуирования отрезка прямой другим способом: проведением через одну из точек (например,  $B_{20}$ ) прямой под произвольным углом к АВ и делением этой прямой на такое число равных частей, которое равно разности отметок крайних точек заданного отрезка (в данном случае  $20-15 = 5$ ). Проведя прямые из точек 16, 17, 18, 19 параллельно прямой  $A_{15}15$ , и найдем точки с целыми отметками. Это способ пропорционального деления.

**Пример 2.** Через точку С провести горизонтальную прямую, пересекающуюся с прямой АВ. Через точку D провести прямую DK, параллельную АВ (рис.5).

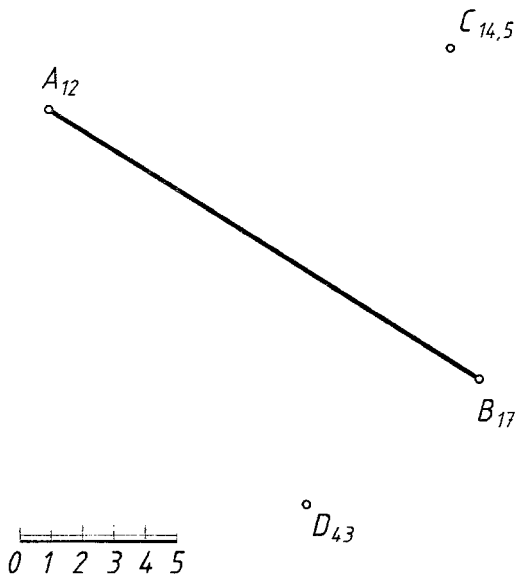


Рисунок 5

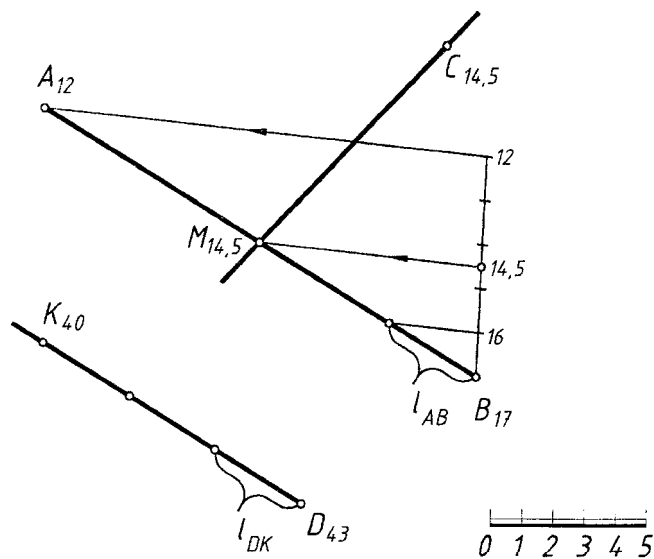


Рисунок 6

Горизонтальная прямая в проекциях с числовыми отметками -- это прямая, соединяющая точки с одинаковыми отметками, а точка пересечения проекций двух пересекающихся прямых имеет одинаковые отметки на каждой из прямых. Следовательно, необходимо проградуйровать прямую АВ и определить на ней точку с отметкой 14,5. Соединив найденную точку с точкой  $C_{14,5}$ , и получаем горизонтальную прямую, пересекающую прямую АВ.

Если две прямые параллельны между собой, то проекции их параллельны друг другу, имеют равные интервалы и отметки их возрастают в одну и ту же сторону. На основании этого правила строим прямую DK с интервалом таким же, как у прямой АВ (рис.6).

**Пример 3.** Определить отметку точки N прямой KN, параллельной плоскости  $Q_i$  (рис.7).

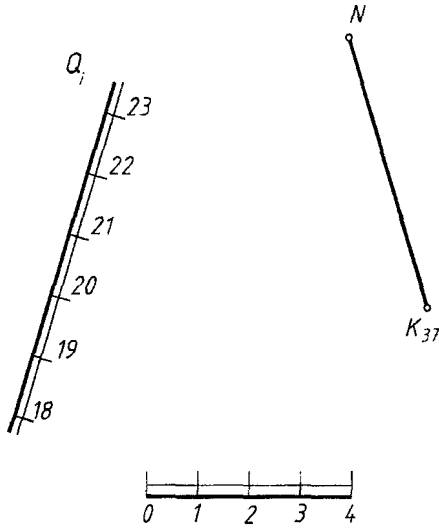


Рисунок 7

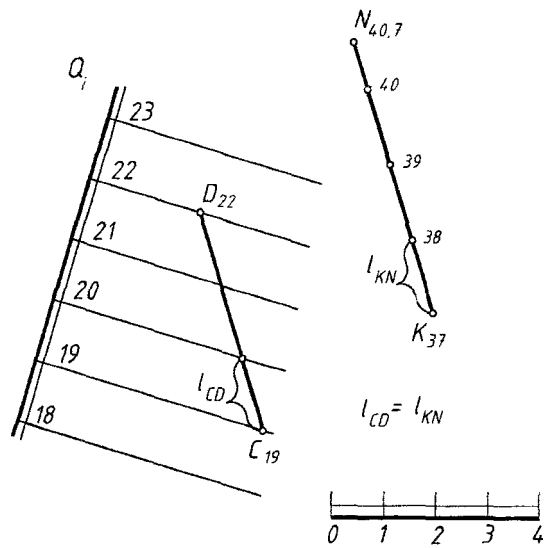


Рисунок 8

В плоскости  $Q_i$ , заданной масштабом уклонов, вводим произвольную прямую CD параллельно прямой KN (рис.8). Прямая в плоскости строится по двум точкам, отметки которых определяются в местах пересечения проекции прямой с горизонталями плоскости. А дальнейшее решение задачи основывается на признаке параллельности двух прямых, рассмотренном в предыдущем примере.

**Пример 4.** Построить линию пересечения заданных плоскостей (рис.9).

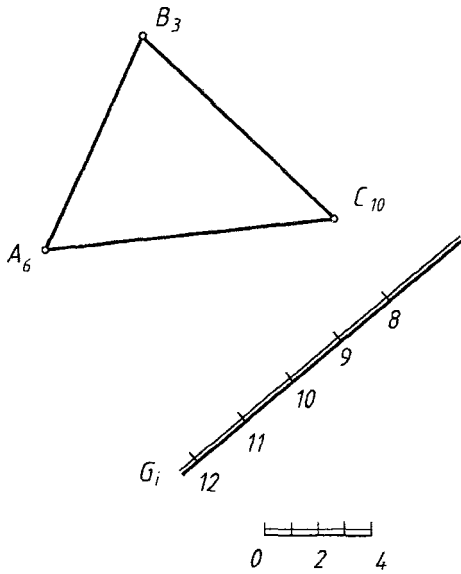


Рисунок 9

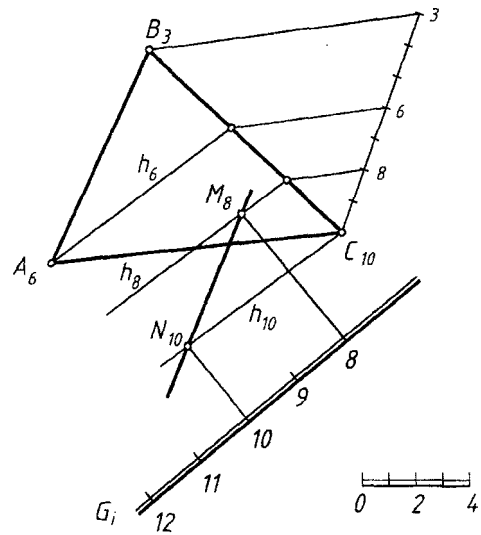


Рисунок 10

Решение задачи сводится к нахождению точек пересечения двух пар горизонталей с одинаковыми отметками. Для построения горизонталей в плоскости, заданной треугольником, градуируем сторону с наибольшей разницей в отметках (рис.10). Находим на ней точку с отметкой, равной отметке противоположающей вершины треугольника. Соединяем их и получаем горизонталь плоскости  $h_6$ . А все горизонталы в плоскости параллельны между собой.

**Пример 5.** Определить границы насыпей и выемок горизонтальной строительной площадки ABCD, если уклон выемки  $i_v = 2:3$ , а уклон насыпи  $i_n = 1:1$  (рис.11).

На пересечении контура площадки с одноименной топографической горизонталью находим точки нулевых работ 1 и 2 (рис.12). Строим для откосов выемки и насыпи масштабы уклонов и через их деления проводим горизонталы откосов параллельно контуру площадки. Интерва-

лы откосов в соответствии с условием замеряем на линейном масштабе. Находим линии пересечения плоскостей откосов между собой, соединя точки пересечения одноименных горизонталей откосов.

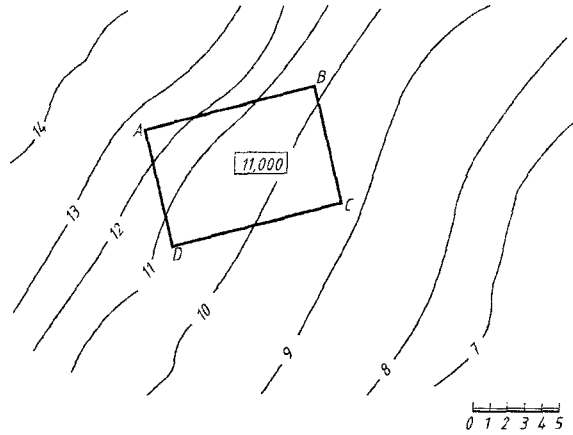


Рисунок 11

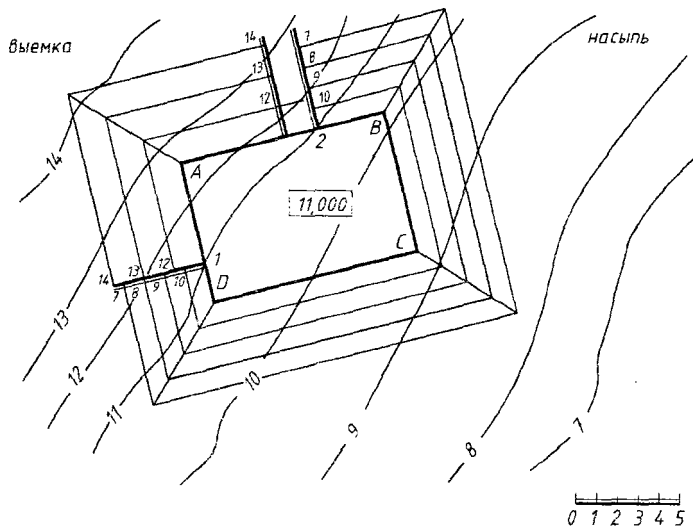


Рисунок 12

Линию пересечения плоскостей откосов с топографической поверхностью строим, соединяя точки пересечения одноименных проектных горизонталей и горизонталей топографической поверхности (рис.13).

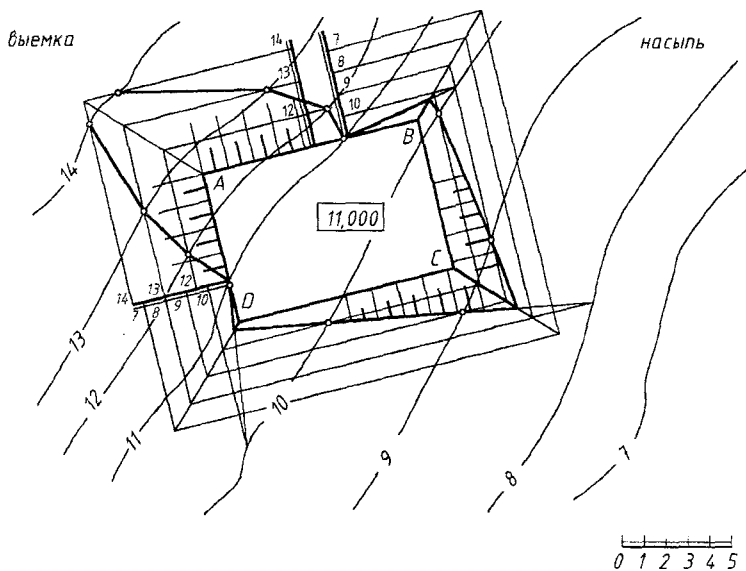


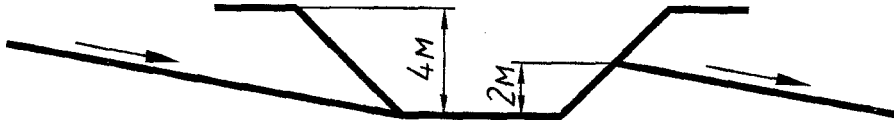
Рисунок 13

## ЗАДАНИЕ

### Привязка гидротехнического сооружения к топографической поверхности

#### СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

1. Начертить в масштабе 1:200 план гидротехнического сооружения.
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.



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, он должен 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 должна быть основная надпись, форма и размеры которой даны на рис.14. Лист располагается вертикально. Размещение изображений на чертеже см. на рис.15.

Толщина и тип линий применяются в соответствии с ГОСТ 2.303-68. Построения выполняются тонкими линиями (0,2 мм), а затем линии видимого контура обводятся сплошной основной линией, толщина которой 0,8-1 мм, линии невидимого контура – штриховой (0,4-0,5 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. Для выполнения надписей разрешается наносить вспомогательную сетку. Масштабы изображений выбираются в соответствии с ГОСТ 2.302-68. Выбранный масштаб указывается в основной надписи. Образец работы см. на рис.18.

20	Наименование темы				Масштаб	10
					Лист	
10	Чертил		1-74 05 01 М-139		10	
10	Проверил		БрГТУ НГиИГ			
	40	55	20	50	20	
	185					

Рисунок 14

#### ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

1. Выбрать свой вариант задания (рис.20-23). 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. рис.15).
4. Построить линейный масштаб и угловой масштаб уклонов.

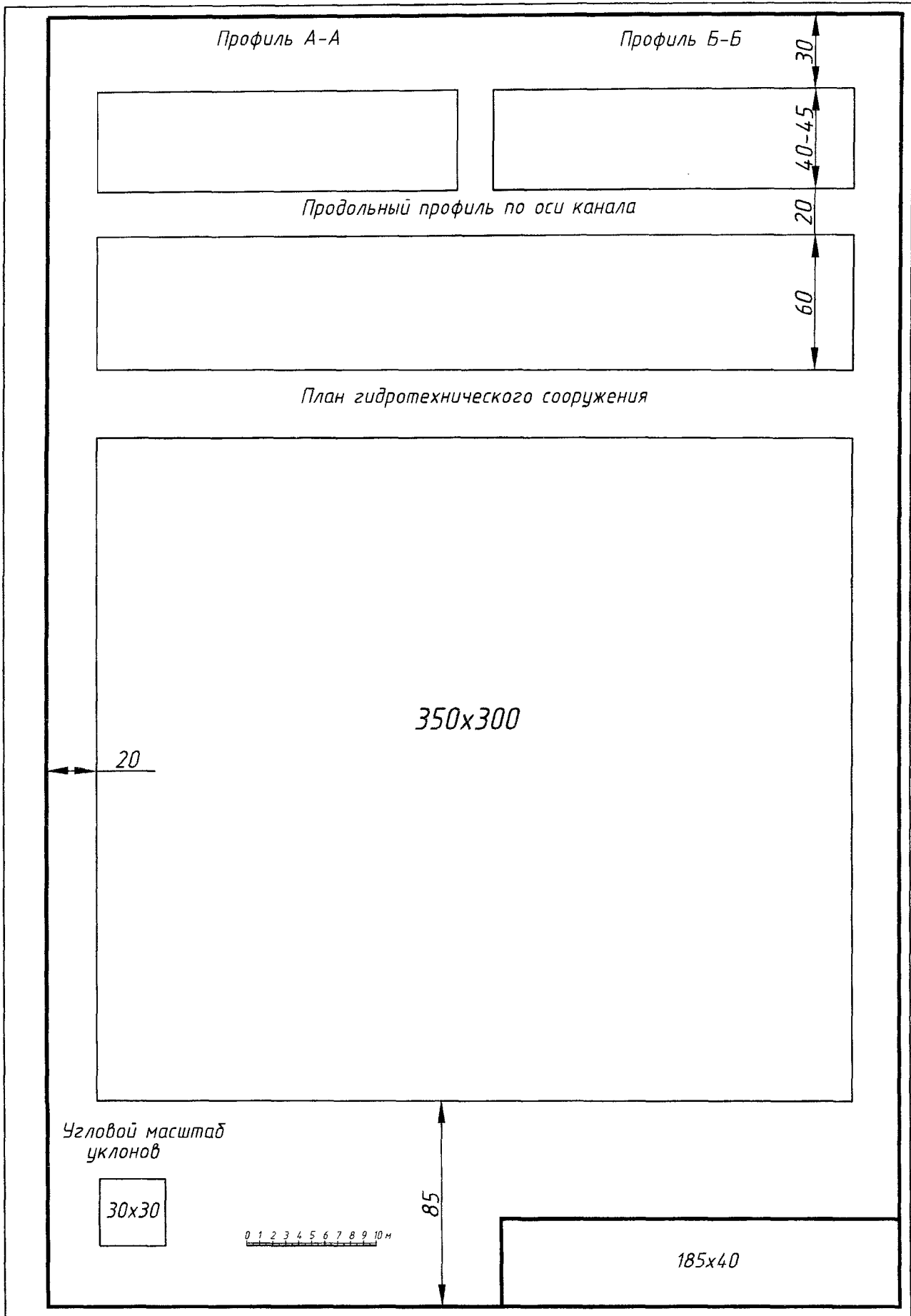


Рисунок 15



5. Вычертить в масштабе 1:200 план земляного сооружения. Размеры водоемов даны на рис.19.
6. Запроектировать откосы водоема и каналов, для чего:
  - а) построить линии наибольшего ската внутренних откосов;
  - б) проградировать их;
  - в) через точки, отметки которых выражены целыми числами, провести проектные горизонталы;
  - 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 горизонталы топографической поверхности, контуры дна водоема и каналов, размеры которых выбираем по рис.19.

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

Построение углового масштаба уклонов показано на рис.16. Строится сетка квадратов. Сторона каждого квадрата равна единице длины, т.е. 5 мм для заданного масштаба. Через точку 0 проводятся прямые заданного уклона.

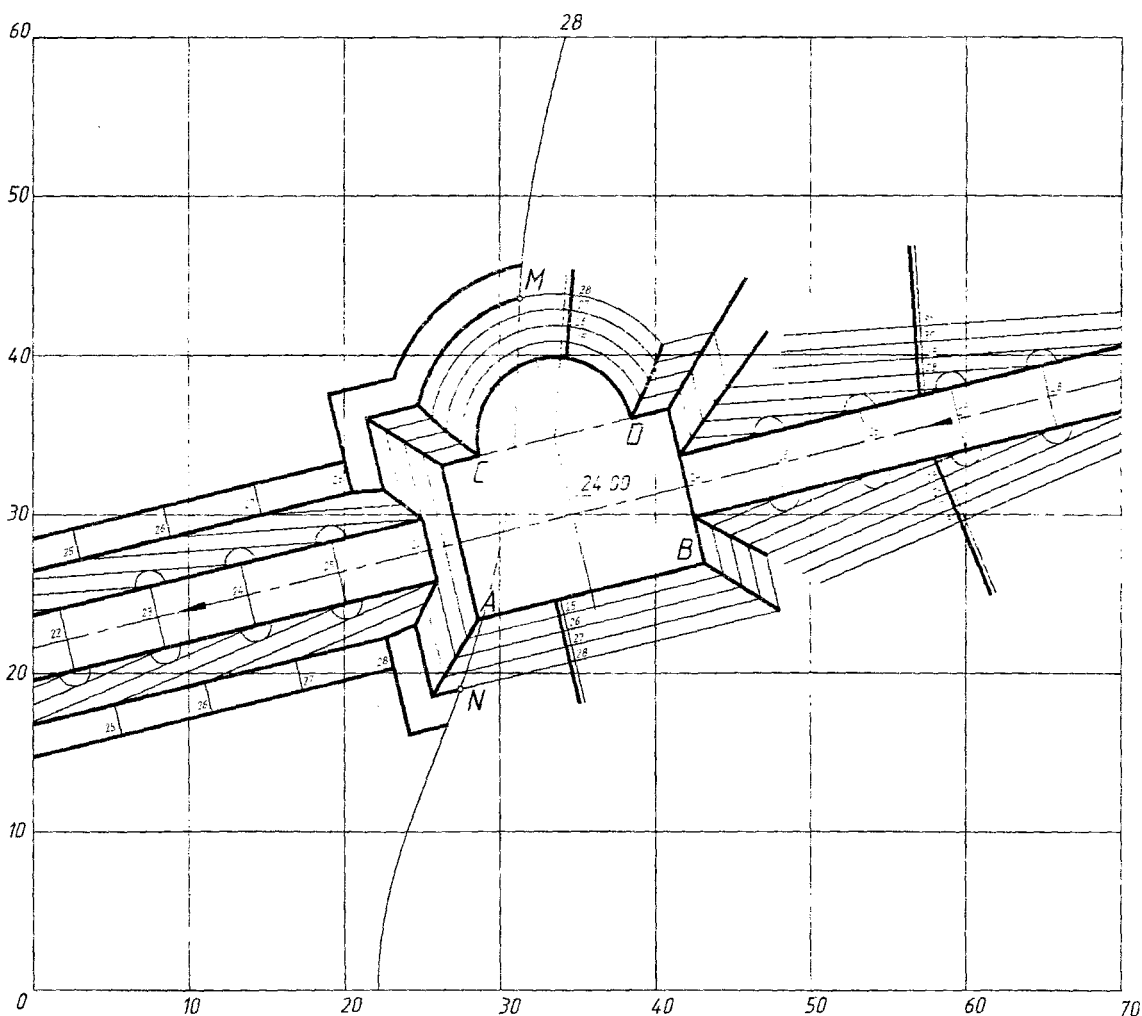
Например, для построения углового масштаба наружных откосов  $i_n= 1:1,5$  необходимо отложить от точки 0 в вертикальном направлении 1 единицу (превышение), в горизонтальном – 1,5 единицы (заложение) и полученную точку соединить отрезком прямой линии с точкой 0. Отрезок прямой отсекает на горизонталях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

Затем проектируем чашу водоема. Для этого к горизонтальной площадке дна водоема проводим линии наибольшего ската откосов и градуируем их интервалом внутренних откосов  $i_b$ . Точкам на линиях наибольшего ската устанавливаем соответствующие отметки (на рис.16 после отметки дна водоема 24 м пойдут отметки 25, 26, 27, 28 м). Через полученные точки проводим проектные горизонталы параллельно кромкам дна водоема.

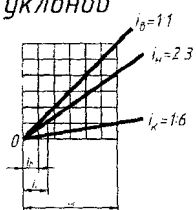
Рассмотрим построение плана внутренних откосов на прямолинейном участке АВ. Отрезок АВ является проекцией 24-й проектной горизонтали. Перпендикулярно АВ строим линию наибольшего ската плоскости откоса, на ней откладываем интервалы  $i_b= 5$  мм и проводим 25, 26, 27 и 28-ю горизонталы параллельно АВ.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

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



Угловой масштаб  
уклонов



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 м

Рисунок 16

Построение плана внутренних откосов на прямолинейном наклонном участке канала показано на рис.17. Так как дно канала имеет уклон  $i_k$ , то необходимо определить его горизонтали. Для этого градуируем ось канала интервалом  $I_k$  и перпендикулярно оси проводим горизонтали дна канала.

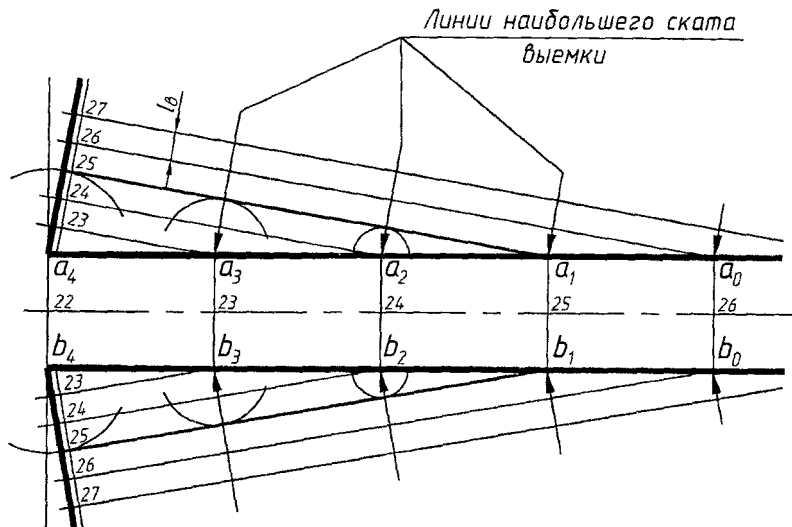


Рисунок 17

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  $I_b$ , 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  $I_b$ . Для построения этих горизонталей проводим перпендикулярно горизонтали 25 линию наибольшего ската плоскости откоса и откладываем на ней интервалы.

Горизонтали 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. рис.16 и 18). В нашем примере местом нулевых работ являются точки М 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.

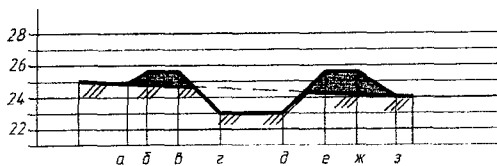
На гребне насыпи параллельно контуру водоема и канала устраиваем дорогу шириной 2 метра. Так как контуры водоема горизонтальны, то и дорога вокруг него тоже будет горизонтальной. На рис.16 и 18 горизонтальный участок дороги ограничен со всех сторон горизонтальными линиями с отметкой 28 м. Дорога, идущая вдоль канала, имеет тот 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.18).

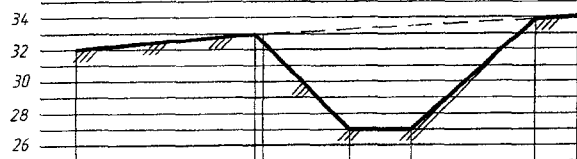
Граница земляных работ, т.е. линия пересечения откосов с поверхностью земли, проходит через точки взаимного пересечения проектных горизонталей с одноименными горизонталями земли (см. рис.18).

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. Горизонтали проводятся тонкими сплошными линиями. Горизонтали поверхности земли в области запроектированного сооружения - штриховыми линиями.

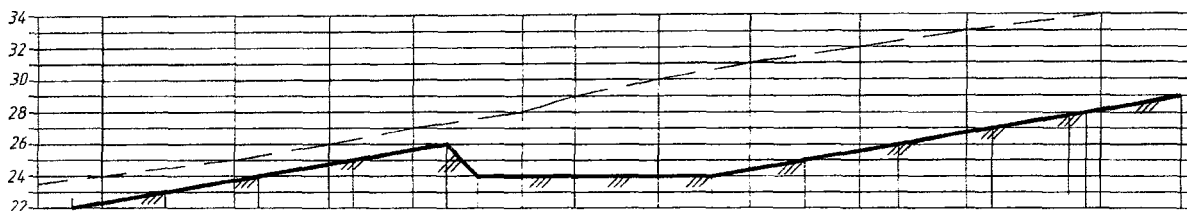
Профиль А-А



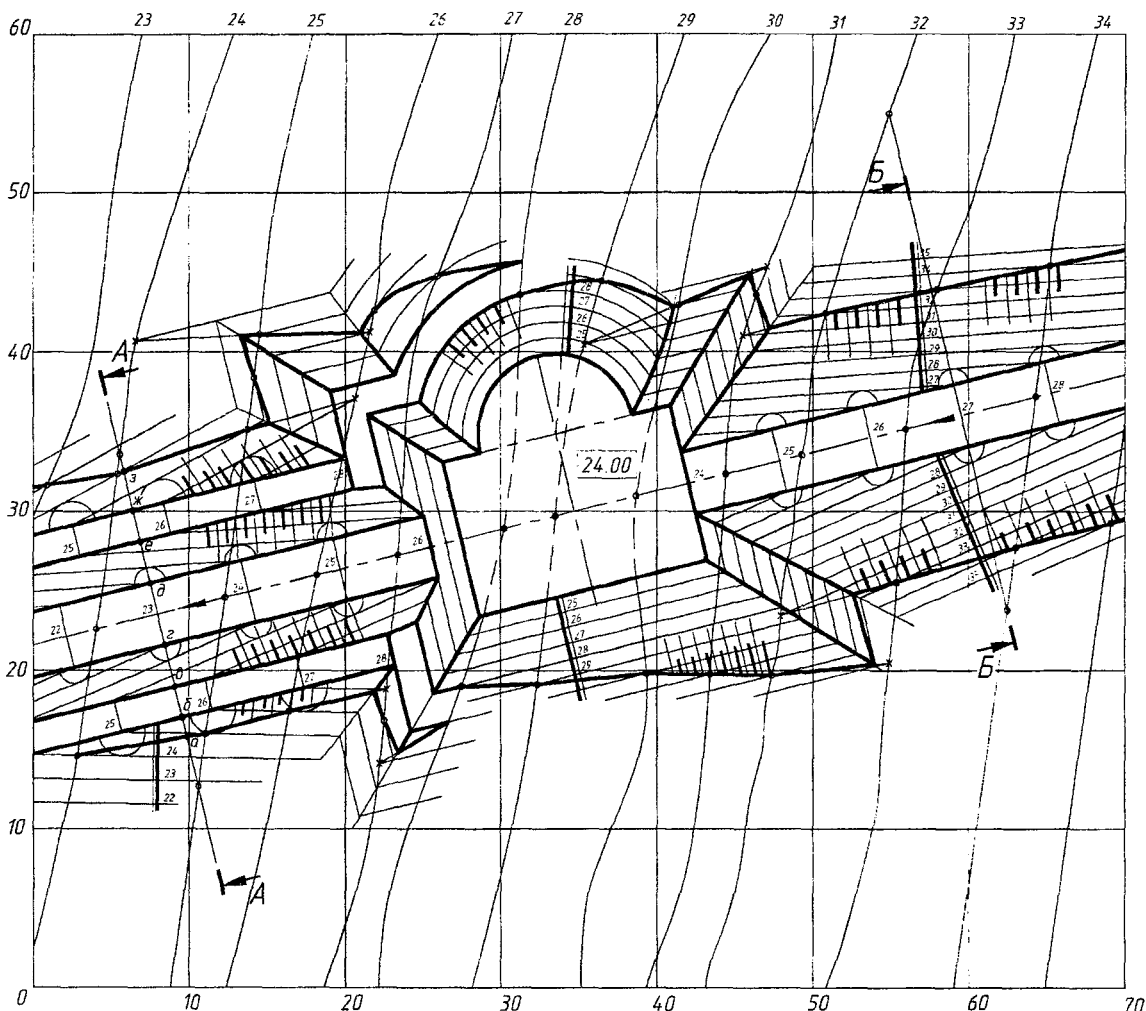
Профиль Б-Б



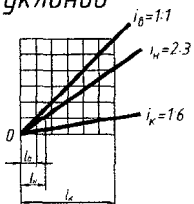
Продольный профиль по оси канала



План гидротехнического сооружения



Угловой масштаб  
уклонов



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 м

Привязка гидротехнического сооружения  
к топографической поверхности

Масштаб  
1:200

Чертил		1-74 05 01 М-139	Лист
Проверил		БргТУ НГИИГ	

Рисунок 18

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 рис.18.

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: 1, 2, 3 – точки, 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.

### РАЗМЕРЫ ВОДОЕМОВ И ПРИМЫКАЮЩИХ КАНАЛОВ

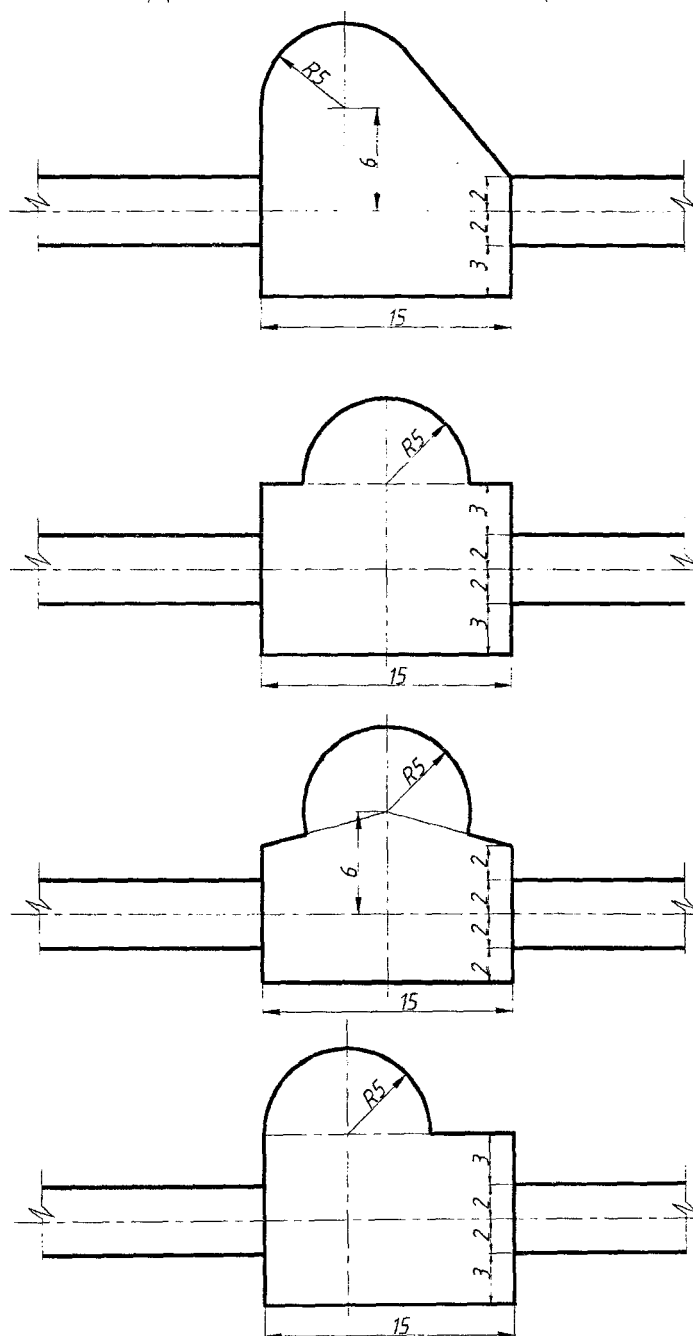


Рисунок 19

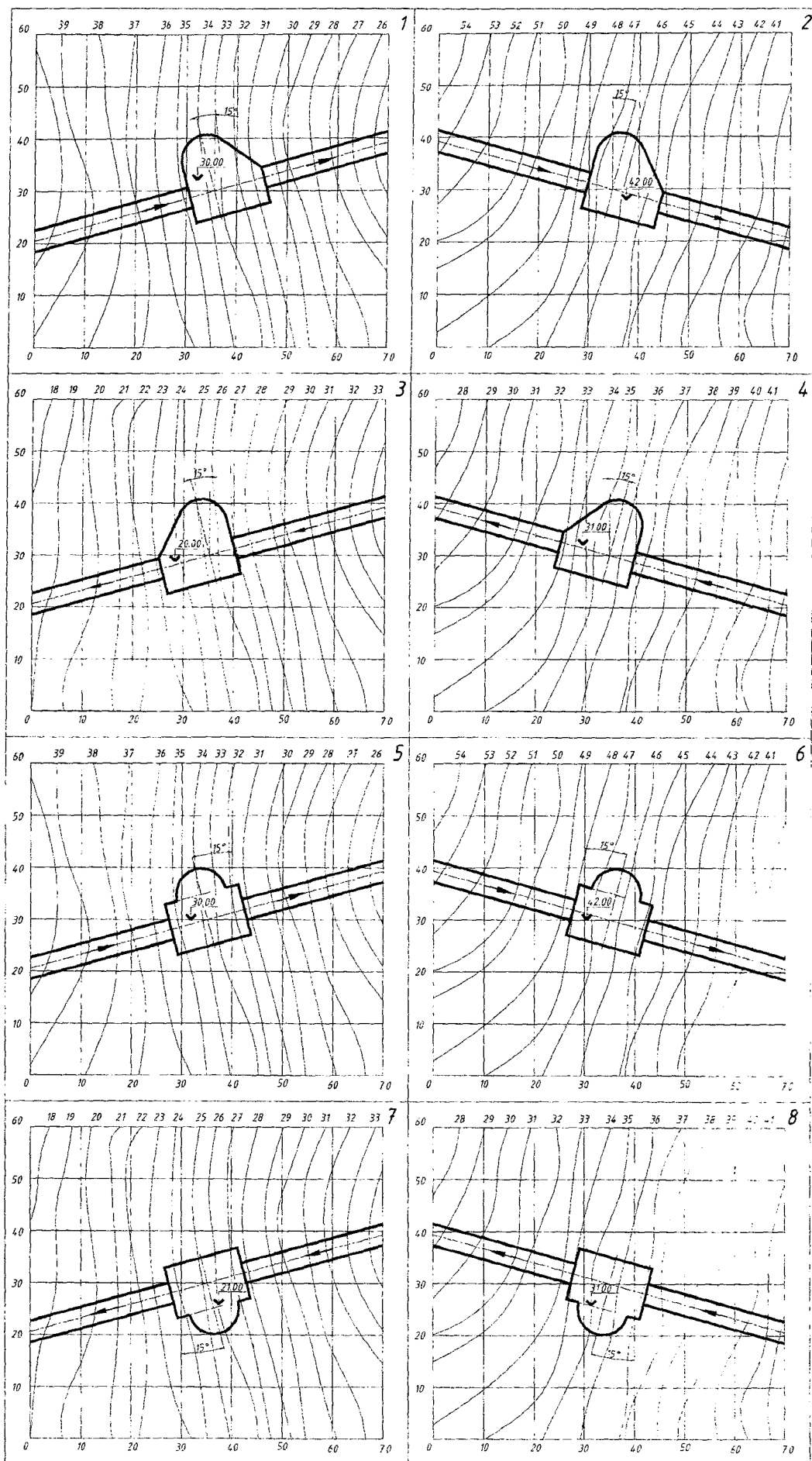


Рисунок 20

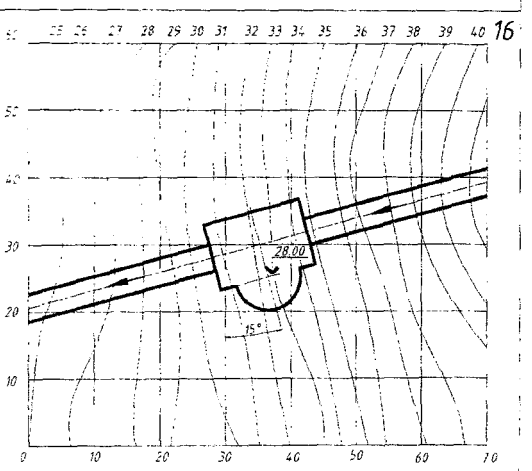
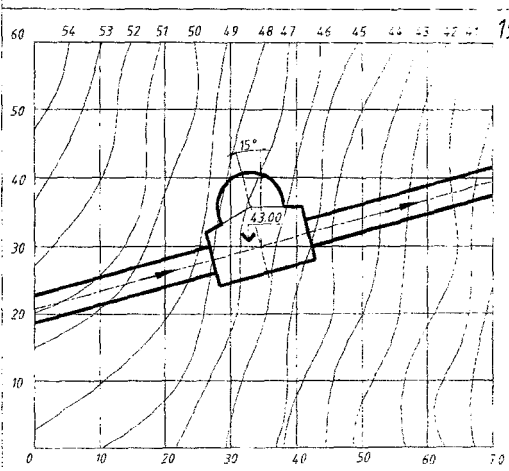
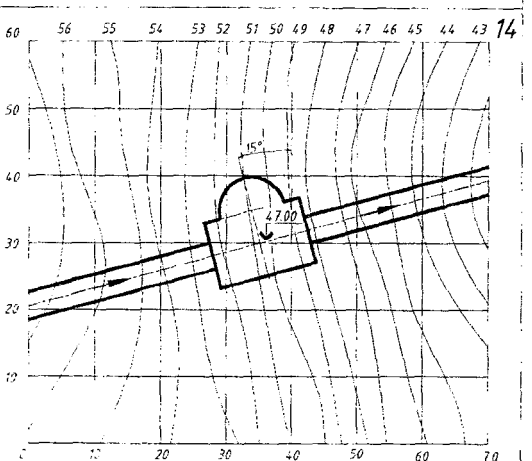
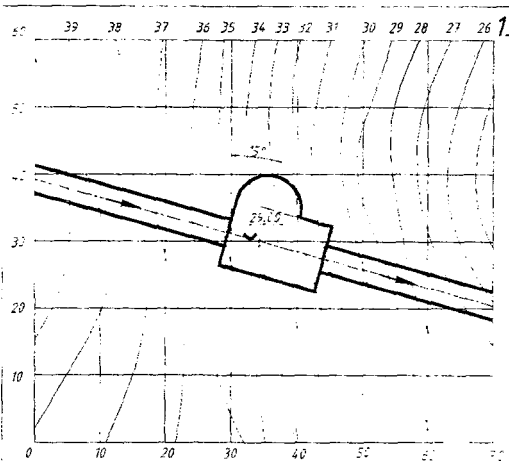
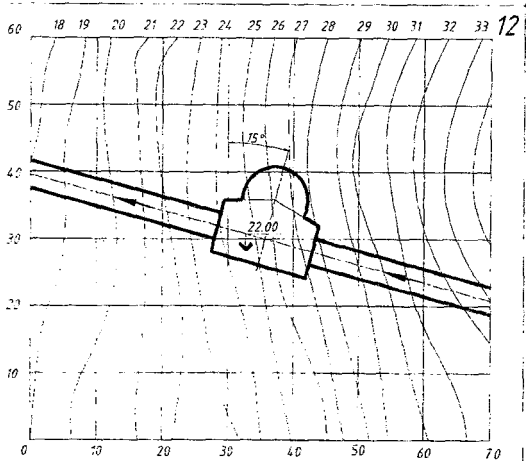
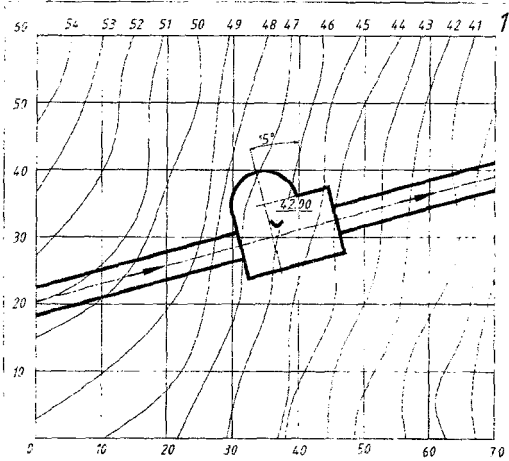
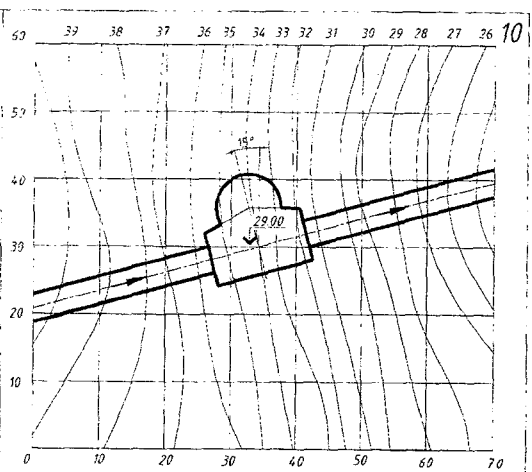
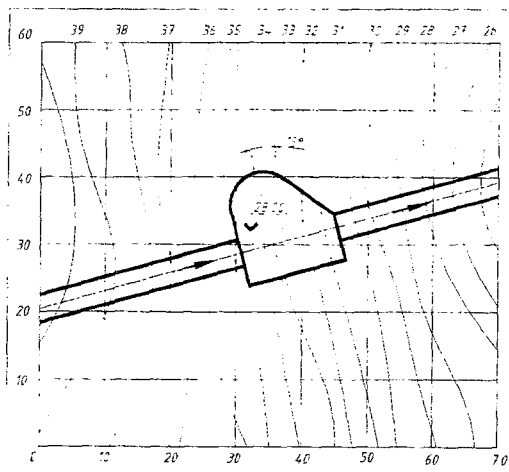


Рисунок 21

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

**Составители:** Винник Наталья Семеновна  
Морозова Виктория Александровна  
Яромич Наталья Николаевна

# МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к разделу «Проекции с числовыми отметками»  
курса «Начертательная геометрия»

для студентов специальности  
*1-74 05 01 «Мелиорация и водное хозяйство»*

Ответственный за выпуск: Винник Н.С.  
Редактор: Боровикова Е.А.  
Корректор: Никитчик Е.В.  
Компьютерная верстка: Кармаш Е.Л.

---

Подписано к печати 25.09.2012 г. Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага «Снегурочка».  
Усл. п.л. 2,33. Уч. изд. л. 2,5. Тираж 100 экз. Заказ № 1090. Отпечатано на ризографе  
учреждения образования «Брестский государственный технический университет».  
24017, г. Брест, ул. Московская, 267.