



А.В. ПЕТУХОВА, И.А. СЕРГЕЕВА, А.И. ШВЕДЧИКОВ

ПРОЕКЦИИ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ

Учебно-методическое пособие для студентов
строительных специальностей

НОВОСИБИРСК 2010

Петухова А.В., Сергеева И.А., Шведчиков А.И. **Проекции с числовыми отметками: Учеб.-метод. пособие.** — Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2010. — 46 с.

Содержит материал для самостоятельной работы студентов по разделу «Проекции с числовыми отметками» курса начертательной геометрии, варианты заданий и методические указания к их выполнению.

Предназначено для студентов строительных специальностей.

Рассмотрено и рекомендовано к печати на заседании кафедры «Графика».

О т в е т с т в е н н ы й р е д а к т о р

ст. преп. *Л.А. Перевязкина*

Р е ц е н з е н т

канд. пед. наук, доц. кафедры начертательной геометрии
Новосибирского государственного архитектурно-строительного
университета *К.А. Вольхин*

© Петухова А.В., Сергеев И.А.,
Шведчиков А.И., 2010

© Сибирский государственный
университет путей сообщения, 2010

1. СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛА «МЕТОД ПРОЕКЦИЙ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ»

Программа курса начертательной геометрии для студентов строительных специальностей предусматривает изучение следующих вопросов:

Метод проекций с числовыми отметками и области его применения. Проекция точки, прямой и плоскости, гранных и кривых поверхностей, поверхности равного уклона, топографической поверхности.

Использование метода проекций с числовыми отметками при решении позиционных задач.

Использование метода проекций с числовыми отметками при решении инженерных задач.

Рекомендуемая учебная литература и стандарты

Основные сведения по разделу «Проекция с числовыми отметками» изложены в следующих учебниках и пособиях:

1. *Начертательная геометрия: Учеб. для строит. спец. вузов / Под ред. Н.Н. Крылова. М.: Высш. шк., 2001. 224 с.*
2. *Тарасов Б.Ф. Методы изображения в транспортном строительстве: Учеб. пособие для строит. спец. трансп. вузов / Б.Ф. Тарасов; Ленингр. ин-т инженеров ж.-д. трансп. им. В.Н. Образцова. Л.: Стройиздат, 1987. 248 с.*
3. *Русскиевич Н.Л. Справочник по инженерно-строительному черчению / Н.Л. Русскиевич, Д.И. Ткач, М.Н. Ткач. 2-е изд. Киев, 1987. 262 с.*
4. *Коросв Ю.И. Начертательная геометрия: Учеб. для архит. спец. вузов / Ю.И. Коросв. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Архитектура-С, 2004. 422 с.*

В курсе начертательной геометрии предусмотрено курсовое задание: построение границ земляных работ при проектировании автодороги и путепровода или строительной площадки. Работа выполняется на листе ватмана и оформляется в соответствии с требованиями следующих стандартов:

1. *ГОСТ 2.302–2006*. ЕСКД. Масштабы.
2. *ГОСТ 2.303–2006*. ЕСКД. Линии.
3. *ГОСТ 21.101–93*. СПДС. Основные требования к рабочей документации.
4. *ГОСТ 21.204–93*. СПДС. Условные графические обозначения и изображения элементов генеральных планов и сооружений транспорта.
5. *ГОСТ 21.302–96*. СПДС. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям.
6. *ГОСТ 21.508–93*. СПДС. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов.
7. *ГОСТ Р 21.1207–97*. СПДС. Условные графические обозначения на чертежах автомобильных дорог.
8. *СТО СГУПС 1.01* ПГС.05-2007.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ ЗАДАНИЯ

2.1. Постановка задачи

Содержание задания: нанести сооружение на план участка местности, выявить места расположения насыпей и выемок, определить границы земляных работ, построить поперечные профили характерных участков.

Каждый студент выполняет работу по индивидуальному варианту.

Исходными данными служат: чертеж проектируемого сооружения, план участка местности и таблица вариантов (см. прил. А и Б).

2.2. Общие сведения

Различные инженерные объекты: строительные площадки, железные и автомобильные дороги, путепроводы, плотины и т.п. в большинстве случаев проектируются на топографической поверхности. Для возведения сооружений требуется устройство насыпей и выемок с откосами определенных уклонов, исключающих обрушение грунта. Наглядное представление об этом дает рис. 1, на котором изображены участок топографической поверхности и горизонтальная площадка.

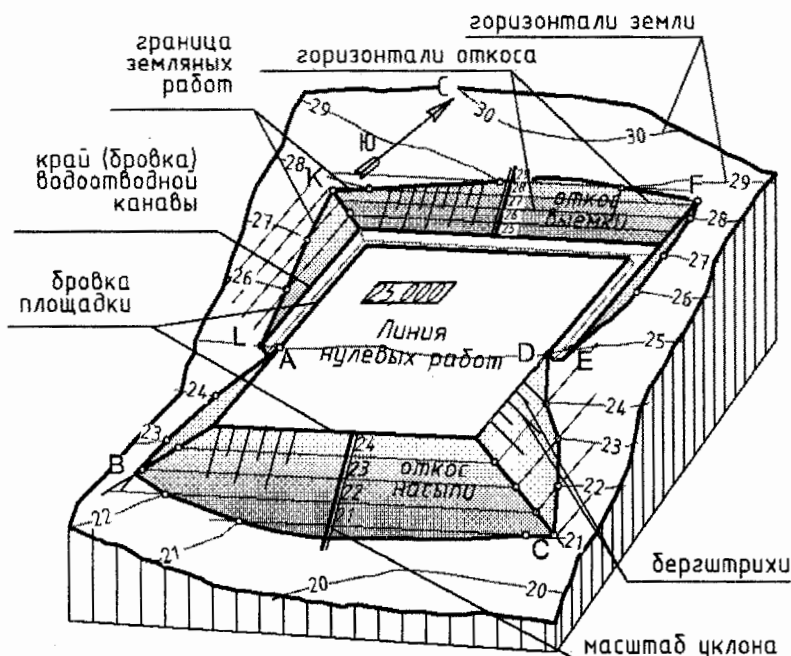


Рис. 1. Горизонтальная площадка с примыкающими к ней откосами насыпи и выемки

Топографическая поверхность на данном участке является покатой, поэтому при сооружении площадки в северной ее части грунт потребовалось вынуть, а в южной — насыпать. В области выемки откосы отодвинуты от бровки сооружения на ширину, необходимую для устройства водоотводной канавы (кювета).

2.3. Основные термины и определения

Аппарель — наклонный участок дороги.

Бергштрихи — линии ската поверхности — отрезки, перпендикулярные горизонталям откосов и направленные из верхней точки в нижнюю — указывают направление стока воды.

Линия нулевых работ — линия земляного сооружения, разделяющая насыпь и выемку.

Бровка — контурная линии проектируемой площадки или дорожного полотна.

Граница земляных работ — линии, по которым откосы насыпей и выемок пересекаются с топографической поверхностью.

Градуирование — определение положения точек, отметки которых выражены целыми числами и имеют единичное превышение.

Заложение прямой L — длина ее горизонтальной проекции.

Интервал прямой l — величина ее заложения, приходящаяся на единицу превышения

Линия наибольшего ската — прямая, принадлежащая плоскости и перпендикулярная ее горизонталям.

Масштаб уклонов — проградуированная проекция линии наибольшего ската.

Превышение прямой — разница отметок начала и конца прямой.

Поверхность одинакового ската — поверхность, огибающая семейство круговых конусов, угол наклона образующих которых одинаков, а вершины расположены на некоторой пространственной кривой.

Профиль — фигура, получаемая в результате пересечения поверхности вертикальной плоскостью.

Топографическая поверхность — поверхность рельефа местности. На плане чаще всего задается **горизонталями** — линиями, соединяющими точки с одинаковыми отметками.

Уклон прямой i — отношение превышения к заложению.

Числовые отметки — численные значения удаления точки от условной горизонтальной плоскости проекций, м.

2.4. Методика решения задачи

Основной задачей в контрольном задании является выявление границ земляных работ, т.е. тех линий, по которым откосы насыпей и выемок пересекаются с топографической поверхностью, а также между собой. На рис. 1 это линии $ABCD$ (граница насыпи) и $LKFE$ (граница выемки).

Первым шагом решения является нахождение линии нулевых работ и вычисление интервалов насыпи и выемки. Затем определяют места расположения насыпей и выемок и строят линию границы земляных работ. На последнем этапе строят профиль земли и сооружения.

2.4.1. Нахождение линии нулевых работ

Линия пересечения поверхности сооружения с топографической поверхностью называется линией нулевых работ. Методика определения ее положения зависит от нескольких условий:

- 1) пространственного расположения проектируемого сооружения (наклонное, горизонтальное, вертикальное),
- 2) формы топографической поверхности,
- 3) взаимного расположения проектируемой и топографической поверхностей.

На рис. 2 приведены различные варианты решения задачи: сооружение запроектировано без уклона, линия нулевых работ является горизонтальной, отметка которой совпадает с отметкой сооружения (рис. 2, а); сооружение запроектировано с уклоном – линия нулевых работ построена по точкам пересечения одноименных горизонталей поверхности сооружения и топоповерхности (рис. 2, б, в); сооружение запроектировано с уклоном, при этом его горизонтали почти параллельны горизонталям земли – линия нулевых работ определена с использованием метода плоскостей посредников (рис. 2, г).

Суть задачи сводится к определению точки встречи прямой (бровки сооружения) с поверхностью (земля). Задача решается дважды (для левой и правой бровок сооружения). Вводятся две дополнительные плоскости-посредники, проходящие через отрезки бровок сооружения. Графически они задаются горизонталями. Строятся линии пересечения посредников с топографической поверхностью. Отмечаются точки встречи бровок сооружения с землей. Иногда в качестве посредника принимается поверхность соответствующего откоса выемки или насыпи.

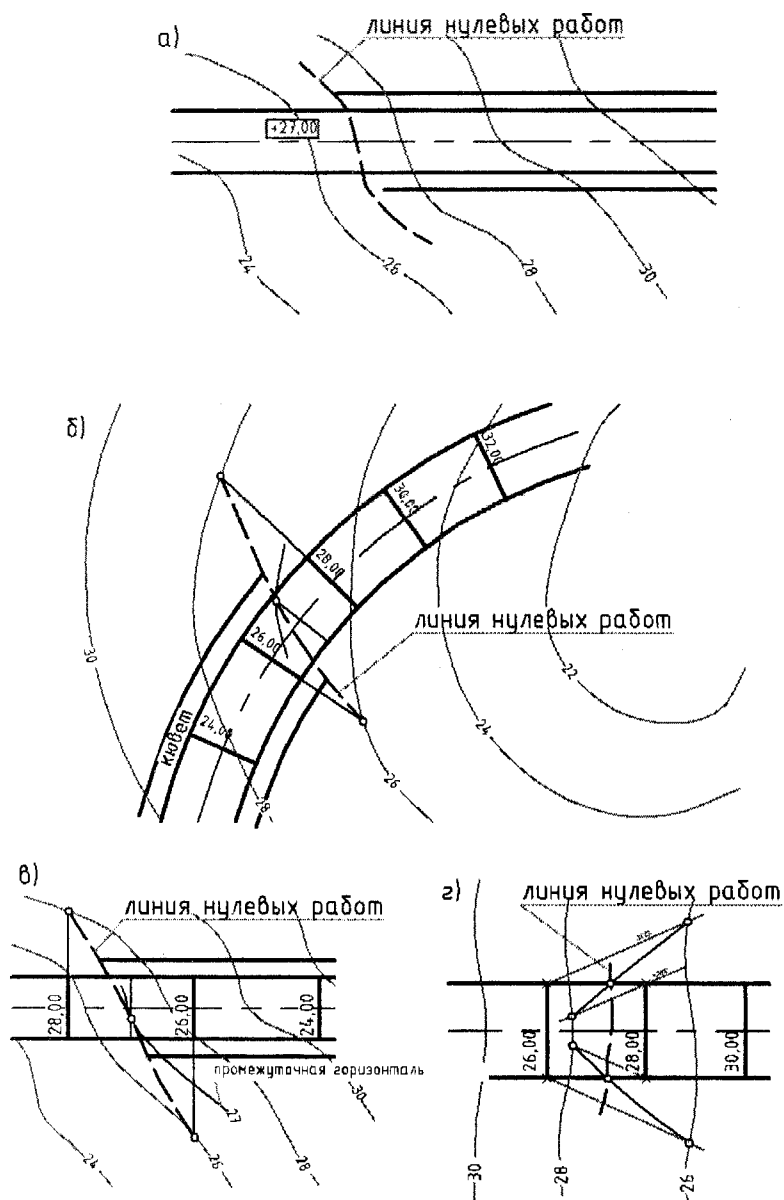


Рис. 2. Определение линии нулевых работ

2.4.2. Вычисление интервалов насыпей и выемок

Интервалом насыпей l_n и выемок l_v называется величина заложения принадлежащей поверхности откоса линии ската, приходящаяся на единицу превышения.

Вычисляется интервал по формулам (1) и (2).

$$l_n = \frac{1}{i_n}; \quad (1)$$

$$l_v = \frac{1}{i_v}, \quad (2)$$

где l_n — интервал насыпи; l_v — интервал выемки; i_n — уклон насыпи; i_v — уклон выемки.

Для выполнения чертежей удобно, когда интервалы насыпи и выемки вычислены с учетом масштаба изображения и шага горизонталей. Тогда формулы (1) и (2) необходимо дополнить несколькими коэффициентами, получив рабочие формулы (3) и (4).

$$l_n = Ma \frac{1}{i_n} 100; \quad (3)$$

$$l_v = Ma \frac{1}{i_v} 100, \quad (4)$$

где l_n — интервал насыпи; l_v — интервал выемки; i_n — уклон насыпи; i_v — уклон выемки; M — масштаб чертежа; a — разность отметок соседних горизонталей земли; 100 — это коэффициент для приведения единиц измерения от метров к сантиметрам.

2.4.3. Построение границ земляных работ

Границы земляных работ представляют собой контуры откосов и являются линиями пересечения поверхностей выемок и насыпей с землей. Эта линия строится по точкам пересечения одноименных горизонталей топографической поверхности и откоса.

Чтобы построить контуры откосов насыпей и выемок, следует:

- а) выявить форму поверхности откоса (она зависит от формы и расположения бровки сооружения);
- б) построить горизонталю поверхности откоса;

в) отметить точки пересечения горизонталей откоса с одноименными (т.е. имеющими те же отметки) горизонталями топографической поверхности;

г) соединить полученные точки плавной кривой;

д) построить линии пересечения смежных откосов (если они есть).

Форма поверхности каждого откоса зависит от формы и положения соответствующей ему бровки сооружения.

Мы будем выделять четыре основных случая:

1) бровка сооружения прямолинейна и горизонтальна;

2) бровка сооружения криволинейна и горизонтальна;

3) бровка сооружения прямолинейна и наклонна;

4) бровка сооружения криволинейна и наклонна.

В связи с этим существует четыре случая решения задачи. Рассмотрим поочередно каждый из них.

Случай 1. Бровка сооружения прямолинейна и горизонтальна

В этом случае примыкающий к бровке откос будет плоскостью, горизонтали которой параллельны бровке сооружения.

Пример решения задачи.

Условие: пусть проектируется некоторое линейное сооружение, бровка которого является горизонтальной прямой расположенной на отметке +16,00 метров над условной нулевой плоскостью рис. 3. Требуется построить линию пересечения откосов насыпи и выемки с земной поверхностью.

Пояснения к решению:

Определяем местоположение насыпи и выемки. Для чертежа, приведенного на рис. 3 горизонталь местности с отметкой +16,00 находится в одном высотном уровне с проектируемым сооружением. Она и будет служить границей между насыпью и выемкой — это линия нулевых работ. Так как левый участок земной поверхности расположен ниже уровня +16,00 (см. отметки горизонталей), то здесь должна разместиться насыпь. В правой части горизонтали земли имеют отметки +17, +18, +19 м, значит здесь — выемка. Вдоль выемки проводим линии края кювета.

С учетом масштаба вычисляем интервалы насыпи l_n и выемки l_v по формулам (3) и (4).

Строим линии масштабов уклонов. В данном случае они перпендикулярны бровке сооружения. Градуируем их через l_n и l_b и проводим параллельно бровке дороги горизонтали откоса (рис. 4)

Примечание. Масштаб уклона откоса *выемки* строим не от бровки сооружения, а от внешней границы водоотводной канавы.

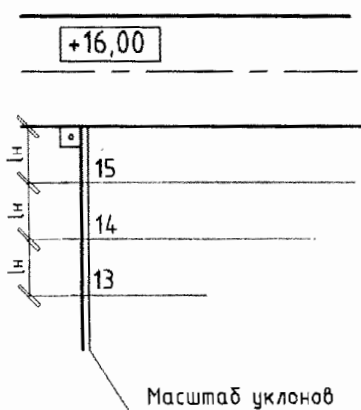
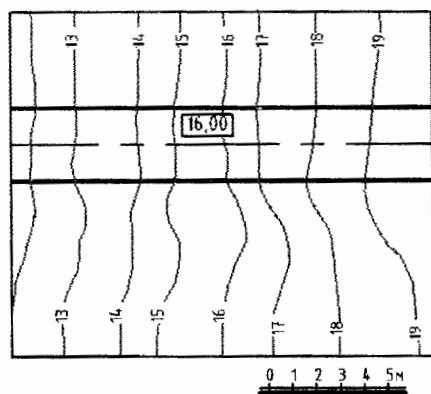


Рис. 3. Случай 1 (пример условия)

Рис. 4. Случай 1 – проектирование плоскостного откоса насыпи

Находим точки пересечения горизонталей откосов с одноименными горизонталями поверхности земли A, B, C, D, L, M, N, Q (рис. 5). Линии $A-B-C-D$ (для насыпи) и $L-M-N-Q$ (для выемки) и будут искомой границей земляных работ.

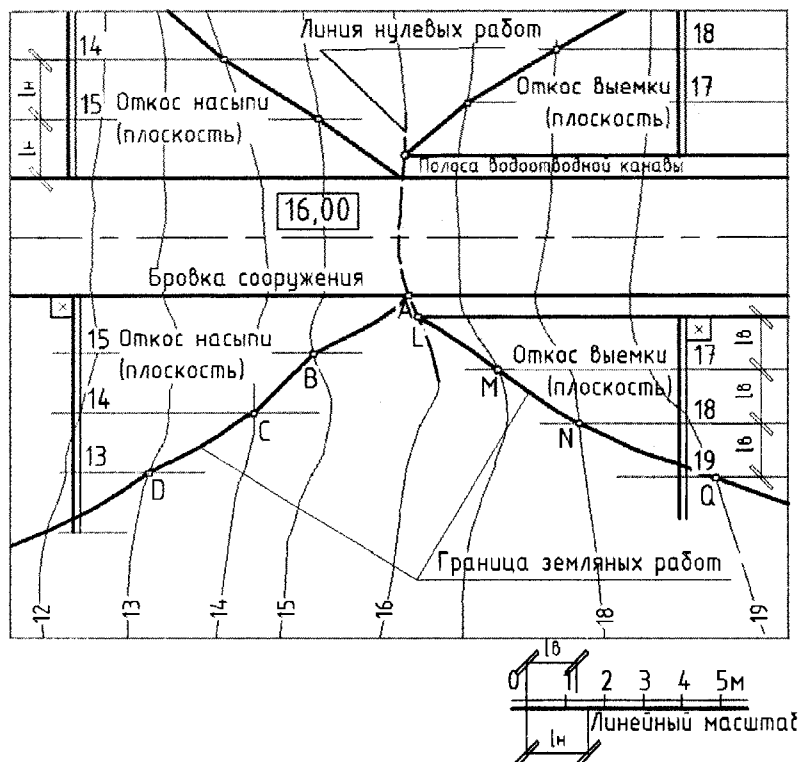


Рис. 5. Случай 1 – нахождение границы земляных работ

Случай 2. Бровка сооружения — горизонтальная кривая

Если бровка сооружения — горизонтальная кривая, то откос насыпи/выемки будет конической поверхностью, горизонтали которой самоподобные кривые (в случае, когда бровка имеет форму окружности, то горизонтали откоса — это дуги концентрических окружностей).

Рассмотрим решение задачи на следующем примере: пусть требуется построить линию пересечения земной поверхности с откосами насыпи и выемки, примыкающими к бровке сооружения, являющейся дугой окружности, расположенной на отметке +16,00 (рис. 6).

Сравнивая отметки фактической земли и отметки проектируемого сооружения, определяем места, где требуется устройство насыпи или выемки. Отмечаем положение линии нулевых работ

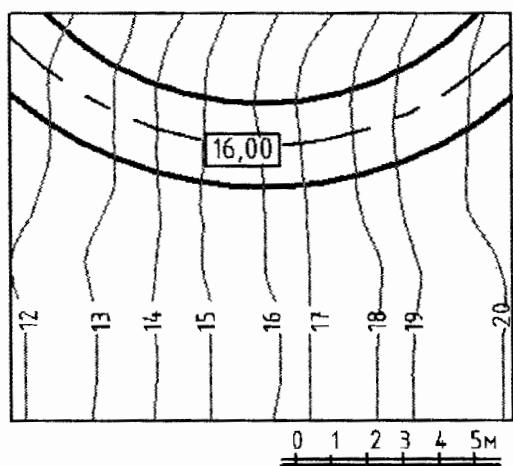


Рис. 6. Случай 2 (условие)

(очевидно, что для чертежа, приведенного на рис. 6, это будет горизонталь топографической поверхности с отметкой +16,00, равной отметке бровки сооружения). Слева разместится насыпь, справа — выемка.

Строим линии масштаба уклонов для откосов насыпи и выемки, (они совпадают с радиальным направлением,

«смотрят» в центр окружности, являющейся контурной линией сооружения — бровкой) (рис. 7). Градуируем их через интервалы, вычисленные по формулам (3) и (4). Проводим через полученные метки горизонтали откосов насыпи и выемки (это окружности с общим центром, совпадающим с центром дуги криволинейной бровки).

Так же, как и в предыдущем примере, линию масштаба уклона откоса выемки строим не от бровки сооружения, а от внешней границы водоотводной канавы.

Находим точки их пересечения с одноименными горизонталями поверхности земли (на рис. 8 — линии $A-B-C-D-E$ и $L-M-N-Q-P$).

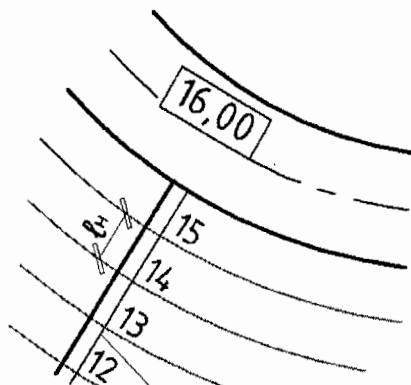


Рис. 7. Случай 2 — проектирование конического откоса насыпи

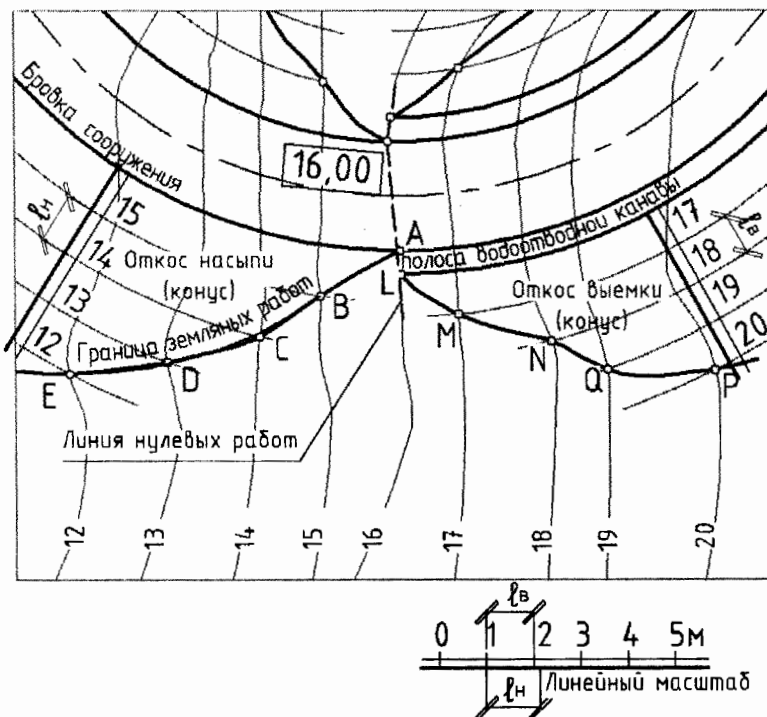


Рис. 8. Случай 2 нахождение границы земляных работ

Случай 3. Бровка сооружения — наклонная прямая

В случае, когда бровка сооружения — наклонная прямая, поверхность примыкающего к бровке откоса будет плоскостью, горизонтали которой *не параллельны* бровке.

Плоскость каждого откоса насыпи или выемки сооружения строится как касательная к поверхности прямого кругового конуса, уклон образующих которого равен уклону откоса, а вершина расположена в точке принадлежащей бровке сооружения.

Пример условия задачи представлен на рис. 9.

Решение.

Путем сравнения отметок сооружения с отметками горизонталей местности определяем местоположение насыпи и выемки. Эскизно намечаем положение линии нулевых работ.

Примечание. В данном примере целесообразно на начальной стадии линию нулевых работ определить приближенно, а в дальнейшем уточнить ее положение посредством вспомогательных построений.

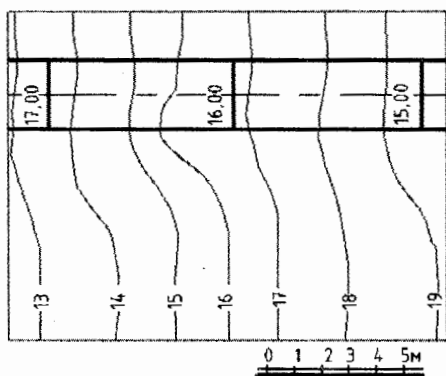


Рис. 9. Случай 3 (пример условия)

Затем строим круговое основание конуса с радиусом равным l_n и вершиной в точке бровки, с отметкой выраженной целым числом (на рис. 10 это точка с отметкой +17,00). Касательно к нему строится 16-я горизонталь откоса насыпи (прямая линия, проходящая через точку, расположенную на бровке, и имеющую отметку +16,00 м). Перпендикулярно к этой горизонтали проводят линию масштаба уклона и градуируют ее с интервалом l_n . Через полученные метки проводят горизонтالي откоса с отметками +15, +14, +13 (см. рис. 10).

На рис. 11, а представлено решение задачи на участке насыпи.

На рис 11, б определена граница земляных работ в области выемки. Здесь вершина конуса с отметкой +15,00 вынесена с бровки сооружения на контурную линию канавы, а основание конуса обращено вверх и имеет радиус l_n .

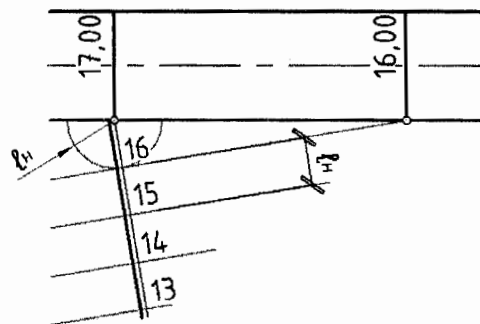


Рис. 10. Случай 3 – проектирование плоскостного откоса насыпи

Примечание. Уточненное положение линии нулевых работ определено с использованием метода плоскостей посредников (см. п. 4.4.1), в качестве которых выступают плоскости откосов. Точкой встречи бровки дороги с плоскостью

откоса насыпи является точка A , с плоскостью откоса выемки — точка L . Для их нахождения построены продолжения 17-й горизонтали откоса насыпи и 16-й горизонтали откоса выемки, отмечены точки их пересечения с 17-й и 16-й горизонталями местности. До полученных точек продлены линии границ земельных работ и определены точки их пересечения с бровкой сооружения (со стороны насыпи) и с линией кювета (со стороны выемки). Полученные в результате этой операции точки A и L показывают уточненное место расположения линии нулевых работ.

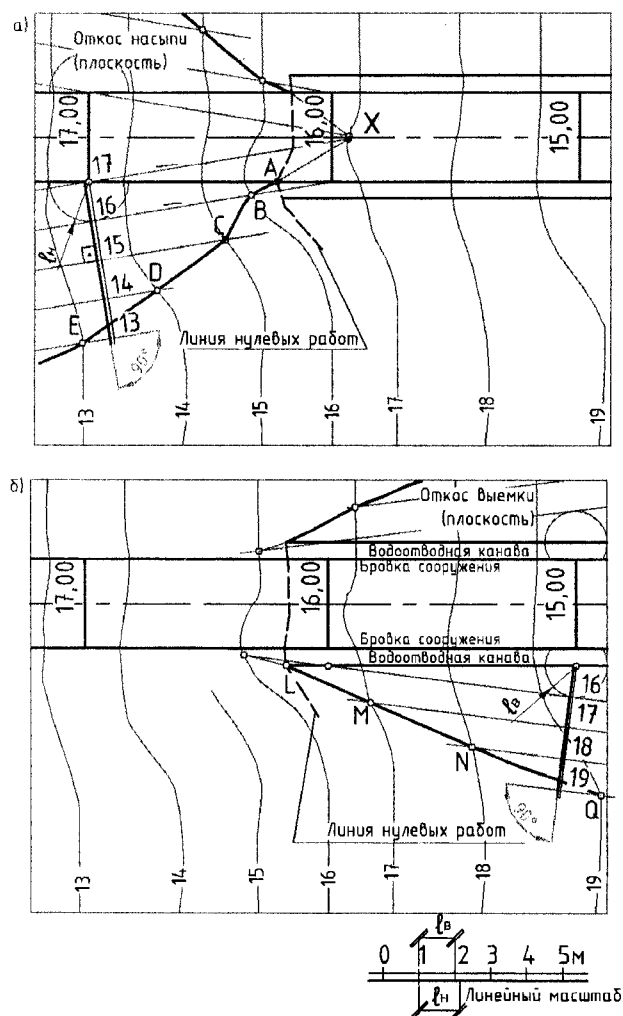


Рис. 11. Случай 3 (пример решения задачи): а — насыпь; б — выемка

Случай 4. Бровка сооружения — кривая линия, расположенная на уклоне

В случае, когда бровка сооружения — кривая линия, расположенная на уклоне — поверхность примыкающего к бровке откоса является поверхностью одинакового ската, которая представляет собой «оггибающую» семейства прямых круговых конусов с вершинами, расположенными на некоторой пространственной кривой S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 (рис. 12, а, б). При этом наклон образующих к основанию для всех конусов один и тот же. Горизонталями такой поверхности являются лекальные кривые, касательные для семейства круговых горизонталей конусов с одинаковыми отметками.

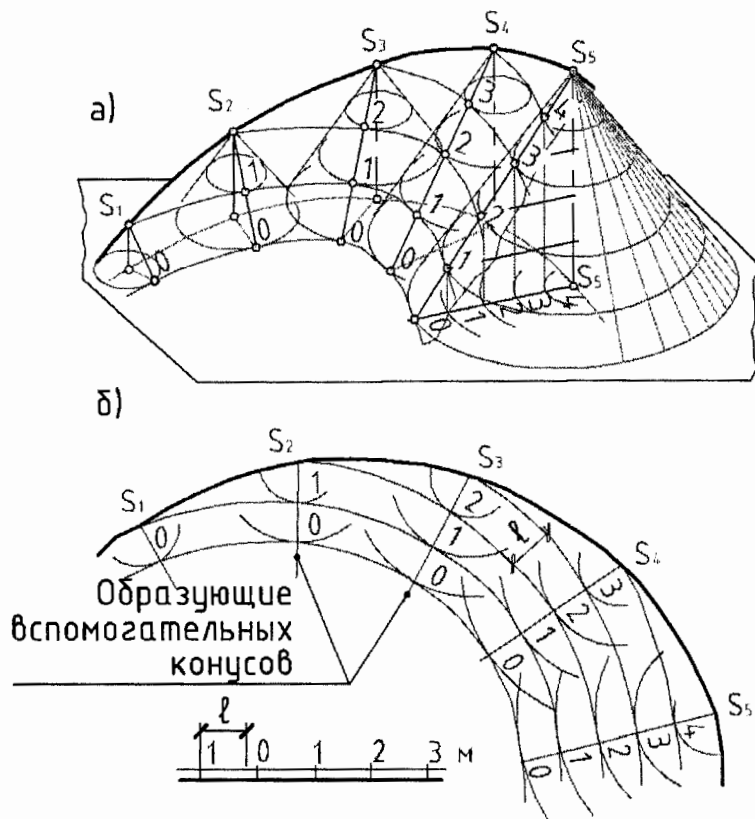


Рис. 12. Поверхность одинакового ската: а — наглядное изображение; б — план

На рис. 12, б показано построение горизонталей поверхности одинакового ската в плане. Точки S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 направляющей кривой приняты за вершины прямых круговых конусов, для каждого из которых при данном уклоне i и интервале l образующих построены в заданном масштабе круговые горизонталю. Огибающие кривые, проведенные касательно к горизонталям конусов, имеющим одинаковые отметки, и есть искомые горизонталю поверхности одинакового ската.

Условие конкретной задачи с построением откосов насыпи и выемки, представляющих собой поверхности одинакового ската, представлено на рис. 13.

Криволинейная в плане бровка сооружения имеет уклон, определяемый отметками +17,00; +16,00; +15,00; +14,00. Сравнение отметок бровки сооружения и горизонталей местности показало, что левая часть сооружения располагается — в выемке. Линию нулевых работ предстоит определить построением.

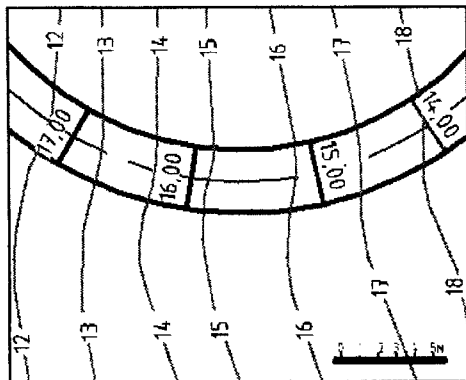


Рис. 13. Случай 4 — пример условия

На участке насыпи точки с отметками +17,00 и +16,00 на бровке сооружения принимались за вершины конусов, для которых строились круговые горизонталю с радиусами соответственно $l, 2l, 3l$ и т.д. Касательно к этим горизонталям проводились лекальные кривые — горизонталю откоса. Точки A, B, C, D, E описывают положение границы земляных работ со стороны насыпи (рис. 14, а).

Начальная точка A насыпи определилась в пересечении линии BX с бровкой сооружения, где X — точка пересечения продолженной за бровку 16-й горизонталю откоса с одноименной горизонталю плоскости.

На участке выемки вершины конусов с отметками +15,00 и +14,00 выбирались на контурной линии канавы, а конусы располагались основаниями вверх. Начальная точка L выемки определя-

лась пересечением контура канавы с линией MU границы земляных работ. При этом точка Y является результатом взаимного пересечения 15-х горизонталей местности и откоса.

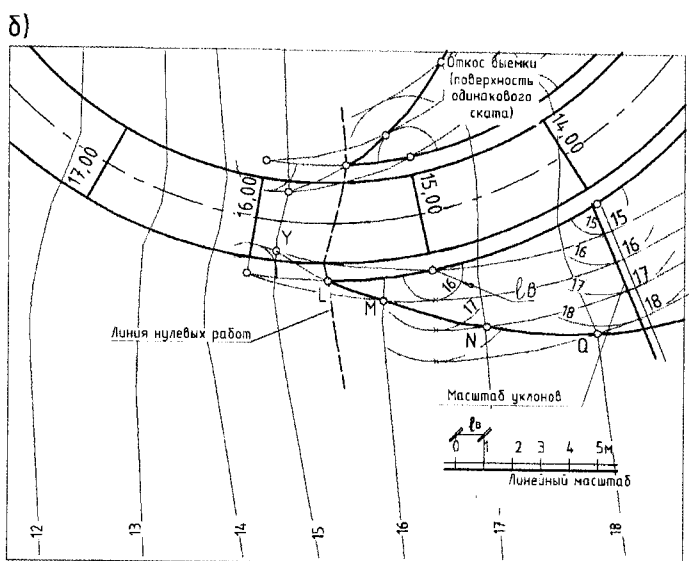
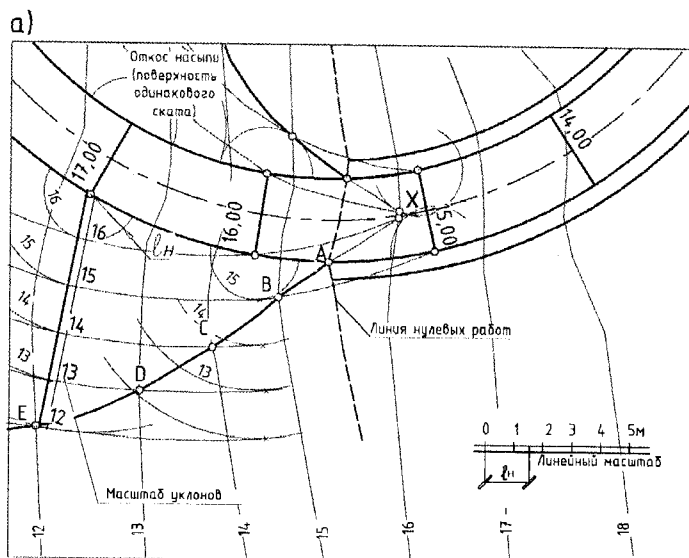


Рис. 14. Случай 4. Пример решения: а — насыпь; б — выемка

2.3.3. Построение линий пересечения откосов земляного полотна

Линии пересечения откосов между собой строятся по точкам пересечения их одноименных горизонталей.

Для плоских откосов с одинаковыми уклонами это будут прямые линии — биссектрисы углов, образованных соответствующими бровками площадки. В случае пересечения конического и плоскостного откоса с одинаковыми уклонами, плоскость расположена параллельно образующей конуса, а линия пересечения имеет форму параболы. Конический откос и поверхность одинакового ската при одинаковом уклоне образующих пересекаются по гиперболе, которая вырождается на плане в прямую линию.

На рис. 15 представлены некоторые случаи пересечения откосов.

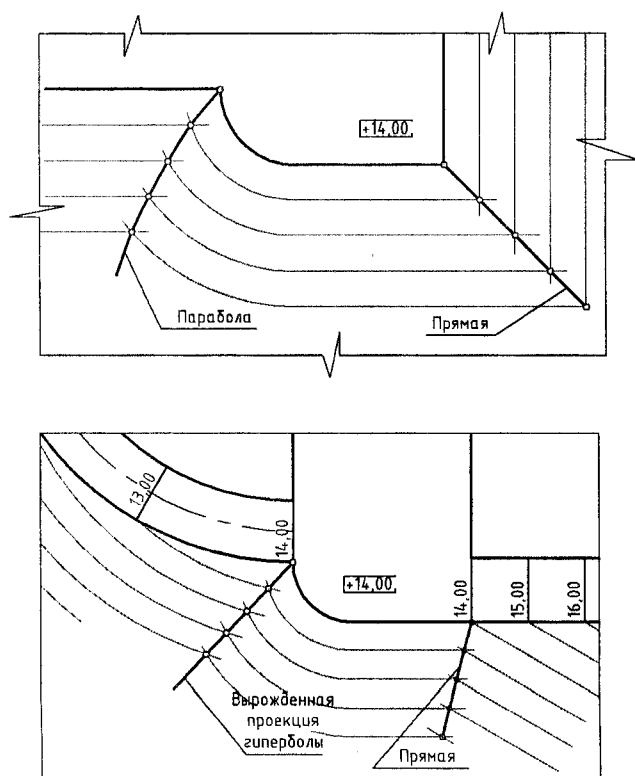


Рис. 15. Построение линий пересечения смежных откосов

Отметим также, что линии пересечения двух смежных откосов с поверхностью земли и линия пересечения этих откосов между собой должны пересекаться в одной точке (см. на рис. 19 точки K, L, M, N).

2.3.4. Построение поперечных профилей земляного полотна сооружения

Одной из задач данного эпюра является построение поперечного профиля сооружения.

Поперечный профиль — это разрез поверхности вертикальной секущей плоскостью по заданному направлению. Как правило, секущая плоскость принимается нормальной, т.е. перпендикулярной оси сооружения или его бровке.

Поперечный профиль инженерного сооружения обычно содержит профиль топографической поверхности и профиль объекта — автодороги, строительной площадки и пр.

Профиль топографической поверхности представляет собой некоторую незакономерную кривую, опорные точки которой расположены на горизонталях земли в секущей плоскости.

Профиль проектируемого/реконструируемого объекта строится по характерным точкам сооружения, попавшим в секущую плоскость — это точки на линиях границ земляных работ, бровок, краях кюветов и пр. Профиль сооружения обычно включает профиль водоотводной канавы, который вычерчивается с учетом ее формы и конструкции.

Пример построения поперечного профиля вдоль линии 1—1 приведен на рис. 16.

В настоящем задании во всех вариантах канава будет трапециидальной, ширина верха k задана, глубина h вычисляется по формуле

$$h = 0,4k. \quad (5)$$

Полевой откос канавы имеет уклон, одинаковый с уклоном откоса выемки. Со стороны площадки уклон 1:1 (рис. 17).

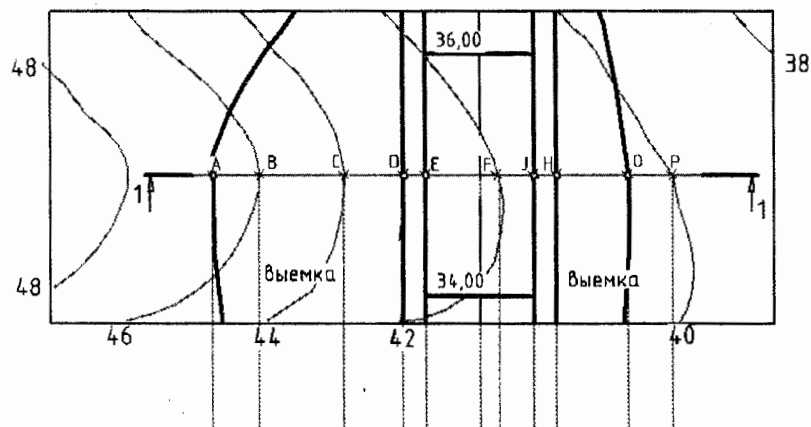
Порядок вычерчивания профиля

Рассмотрим последовательность вычерчивания профиля на примере, изображенном на рис. 16.

Шаг 1. На отведенном под изображение профиля месте проводим вертикальную и горизонтальную линии — ось ординат

и ось абсцисс. Градуируем ось ординат – ставим метки, и подписываем значения высотных отметок (они должны лежать в диапазоне между самой наименьшей и самой наибольшей отметками земли и сооружения в пределах секущей плоскости 1–1). В нашем примере диапазон составляет от +36,00 до +46,00 м ($\pm 2-4$ м). Через целые отметки проводим вспомогательные горизонтальные линии – сетка профиля.

План (фрагмент)



Профиль 1-1

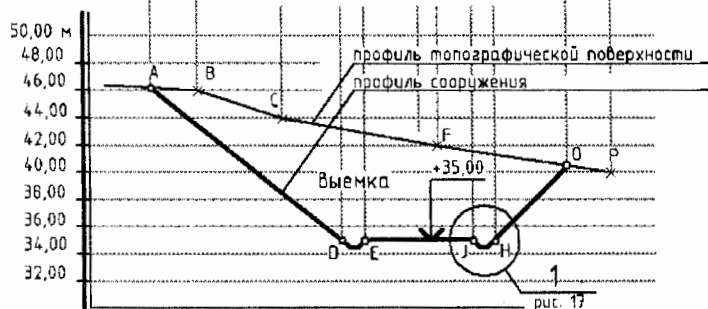


Рис. 16. План и профиль автодороги на участке выемки

Шаг 2. Обращаемся к чертежу ПЛАНА. Отмечаем на нем точки, в которых горизонтالي топографической поверхности пересекают прямую 1–1 (на рис. 16 это точки B, C, F, P). Каждая из

этих точек имеет отметку, равную отметке своей горизонтали. Например, на рис. 16 точка *B* имеет отметку +46,00; точка *C* — отметку +44,00 м; точка *F* — +42,00 м; точка *P* — +40,00 м.

Шаг 3. Переносим полученные точки на чертеж профиля. Для этого, нам нужно знать расстояния между точками *B'*, *C'*, *F'*, *P'* и их высотное положение. Линия, соединяющая точки *B'*, *C'*, *F'*, *P'* и будет искомым профилем топографической поверхности.

Шаг 4. Строим профиль сооружения. Действия аналогичны. На чертеже плана отмечают характерные точки сооружения (*A*, *D*, *E*, *J*, *H*, *O*) вдоль линии 1–1 (см. рис. 16). На профиле откладываем высотные отметки. Они заданы для всех точек, за исключением лежащих на границе земляных работ (*A'* и *O'*), отметки которых совпадают с отметками земли, т.е. лежат на профиле топографической поверхности. Соединяем *A'*, *D'*, *E'*, *J'*, *H'*, *O'*. Это и есть поперечный профиль сооружения вдоль линии 1–1.

Оформление поперечных профилей

Чертеж профиля может сопровождаться заголовком, боковином, подпрофильной таблицей, содержащей фактические и проектные данные, шкалой ординат, сеткой, подписями, содержащими отметки, уклоны и др. сведения. Оформление поперечных профилей, выполненных в рамках инженерных проектов, варьируется в зависимости от типа сооружения, назначения чертежа и самого профиля.

Например, на рис. 18 представлены два варианта оформления поперечного профиля, согласно ГОСТ Р 21.1701–97 «Правила выполнения рабочей документации автомобильных дорог». На рис. 18, *а* представлен пример оформления поперечного профиля земляного полотна автомобильной дороги, п. 8.1. ГОСТ. Рис. 18, *б* является примером оформления поперечного профиля конст-

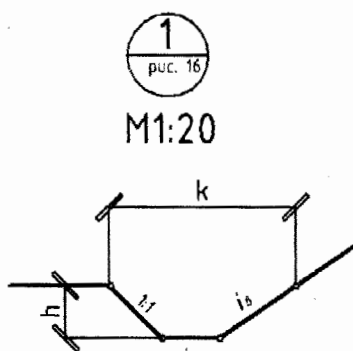


Рис. 17. Профиль водоотводной канавы

рукций земляного полотна автомобильной дороги согласно п. 8.2 того же ГОСТа.

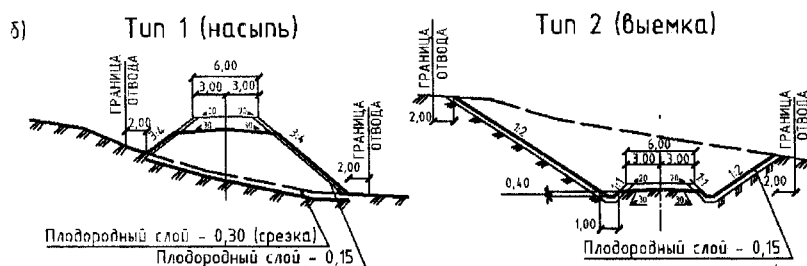
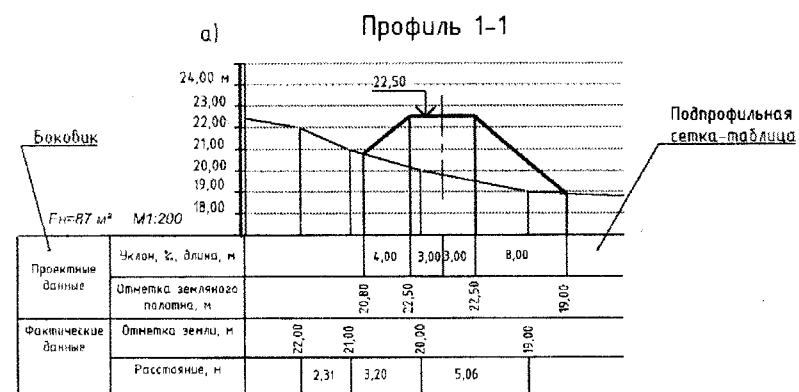


Рис. 18. Поперечный профиль автомобильной дороги: а — профиль земляного полотна; б — профиль конструкции земляного полотна

На поперечном профиле *земляного полотна* автомобильной дороги общего пользования и подъездных дорог показывают:

- ось проектируемого земляного полотна (при реконструкции, кроме того, — ось существующего земляного полотна);
- линию фактической поверхности земли и линии ординат от точек ее переломов;
- контуры проектируемого земляного полотна и водоотводных сооружений, линии ординат от точек их переломов (при реконструкции, кроме того, — контур существующего земляного полотна);

— контур проектируемой поверхности дорожного покрытия и отметки уровней (высоты, глубины) в точках ее переломов;

— контур срезки плодородного слоя, удаления торфа, непригодного грунта;

Поперечный профиль *земляного полотна* автомобильной дороги должен сопровождаться подпрофильной сеткой-таблицей, выполненной согласно прил. Ж ГОСТ Р 21.1701–97. В подпрофильной сетке-таблице приводят проектные и фактические данные, при этом расстояния указывают натуральные (для измерения можно воспользоваться масштабной линейкой представленной в форме графического изображения линейного масштаба), уклоны наносят в промилях (промилле – это уклон, выраженный в метрах на километр длины, т.е. $i/1000$). Над боковиком подпрофильной таблицы указывают масштаб и площади фигур выемки и насыпи. Эта информация служит основой для определения объемов земляных работ.

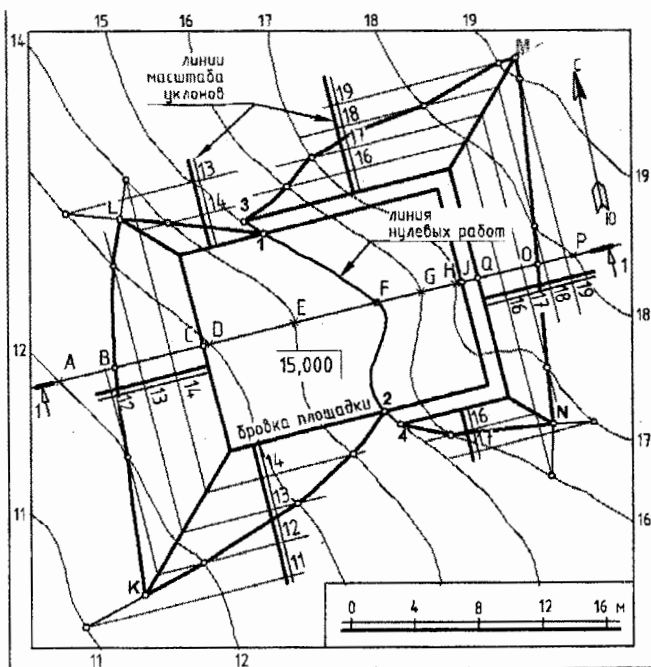
На поперечном профиле *конструкции земляного полотна* показывают:

- ось проектируемой автомобильной дороги;
- линию фактической поверхности земли (условно);
- контур проектируемого земляного полотна с указанием крутизны откосов, а при реконструкции, кроме того, контур существующего земляного полотна;
- ширину земляного полотна и его элементов;
- ширину проезжей части, разделительной полосы, обочин и укрепительных полос;
- направление и величину уклонов верха земляного полотна и поверхности дорожной одежды;
- конструкцию дорожной одежды (схематично);
- элементы укрепления обочин, откосов и водоотводных сооружений (схематично) с указанием обозначения документации, необходимой для его выполнения;
- контур и величину срезки плодородного слоя, удаления торфа и замены непригодного грунта;
- дренажные устройства и их обозначения (схематично);
- выносные элементы (узлы, фрагменты);
- границу полосы отвода земель (при необходимости).

Примечание. При выполнении задания преподаватель назначает положение секущей плоскости и указывает стандарт, по которому он должен быть оформлен.

3. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ

Рассмотрим на ряде примеров методику решения задач при проектировании на топографической поверхности различных инженерных сооружений. Они представлены на рис. 19–22.



Профиль 1-1

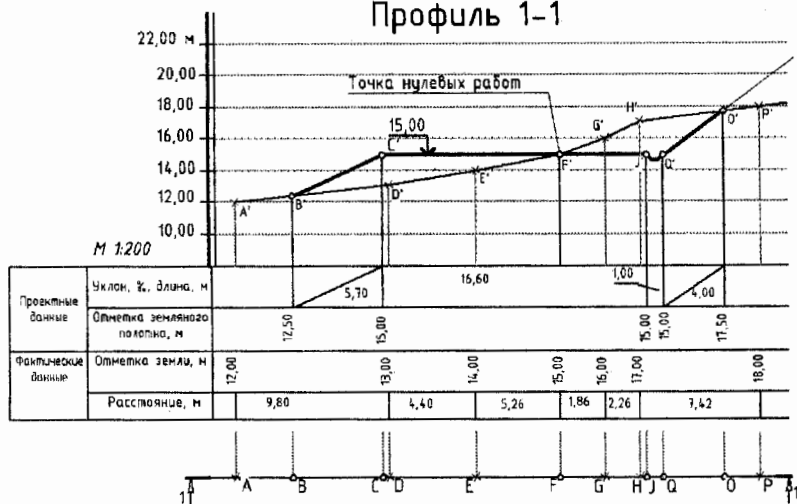


Рис. 19. Прямоугольная горизонтальная площадка. Все откосы – плоскости

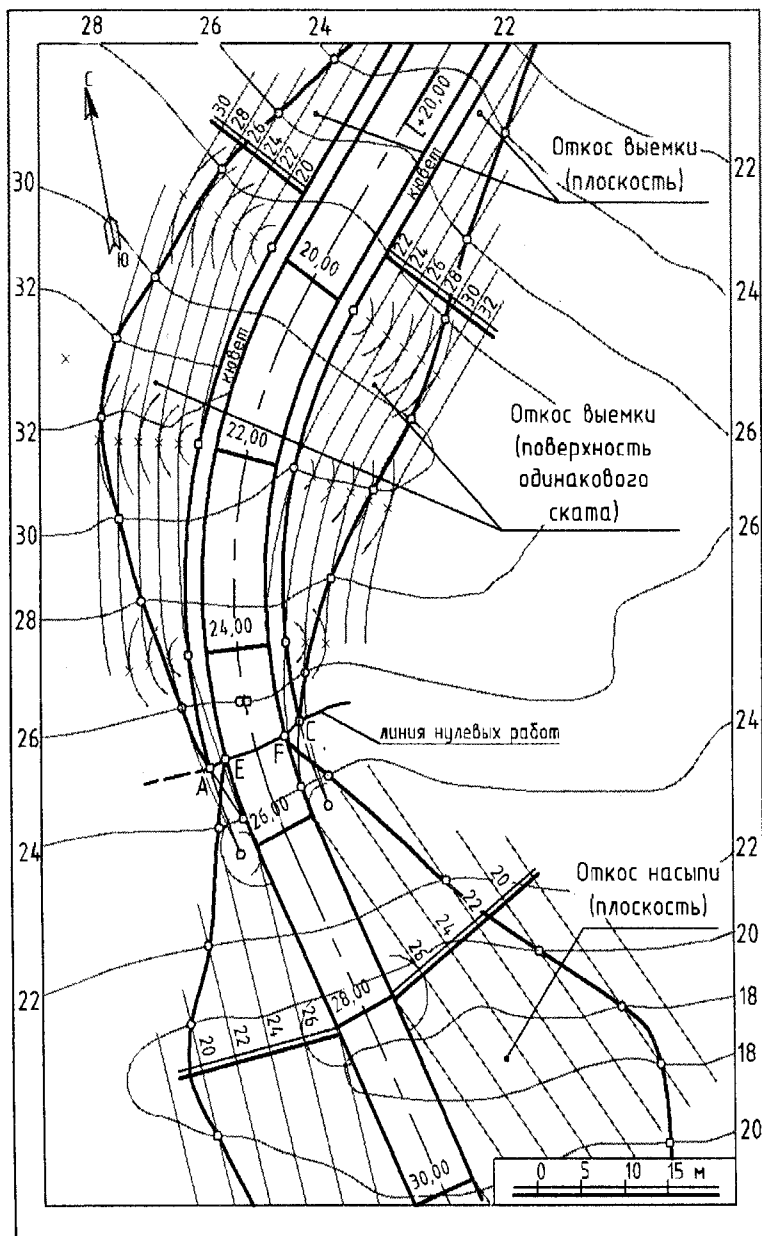
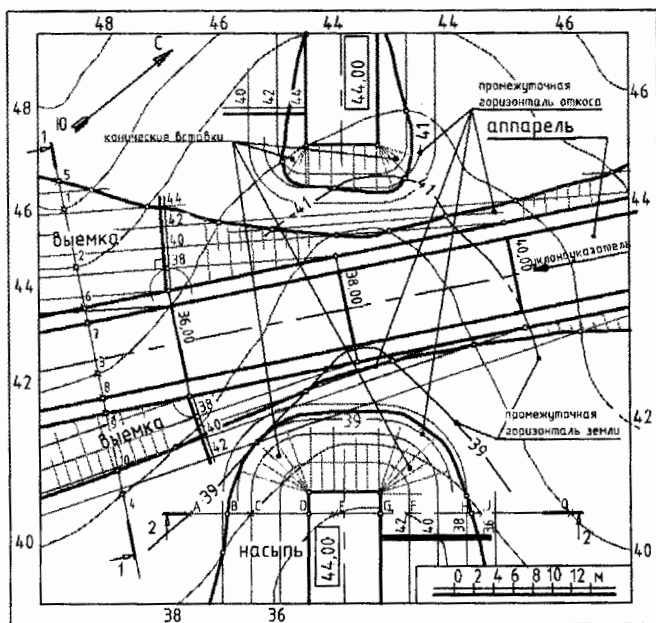


Рис. 20. Участок дороги с аппарелью (горизонталы проведены через 2 м)



Профиль 2-2

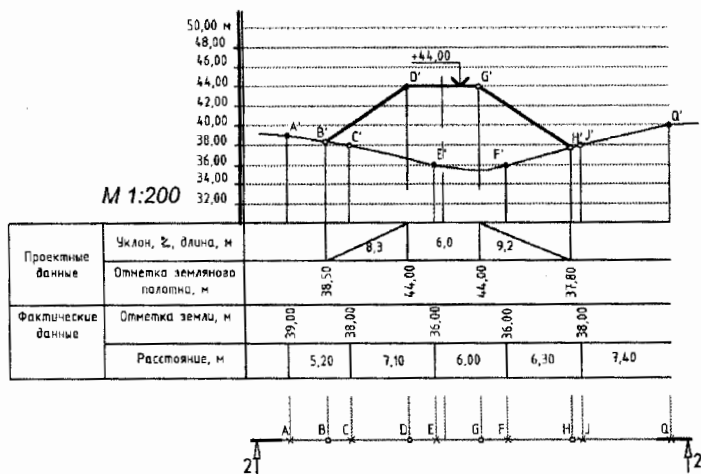


Рис. 21. Путепровод — участок пересечения двух автомобильных дорог, полотна которых расположены в разных уровнях. Опоры и пролетное строение путепровода не показаны. Профиль 1-1 приведен на рис. 16

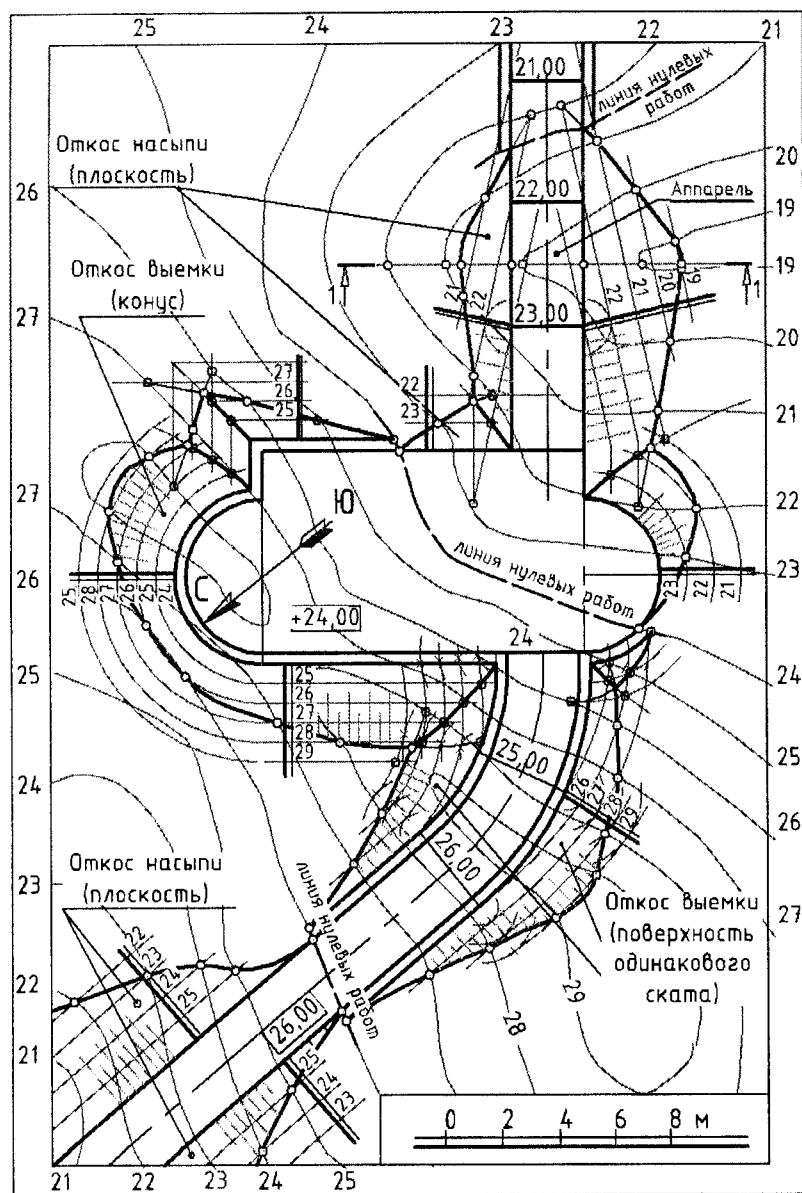


Рис. 22. Строительная площадка с двумя наклонными въездами (аппарелями) — прямым и криволинейным. Профиль 1-1 представлен на рис. 18

4. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ЗАДАНИЯ

С целью закрепления знаний, полученных в процессе изучения раздела «Проекция с числовыми отметками», а также для приобретения навыков в решении задач по проектированию на земной поверхности инженерных сооружений, студенты выполняют контрольное курсовое задание.

4.1. Последовательность выполнения графической работы

На основном этапе работы все построения выполняются в карандаше, в тонких линиях.

1. Вычерчивается увеличенный до размеров 360 мм (ширина) на 400 мм (высота) план участка топографической поверхности. Для этого сначала строится топографическая сетка, и с ее помощью наносятся горизонтали заданного участка местности.

2. На вычерченный план участка накладывается проектируемое сооружение с учетом направления меридиана. При этом привязка сооружения к местности осуществляется с помощью заданного угла φ , составленного северным направлением меридиана местности и одним из элементов сооружения. Следует иметь в виду, что направление меридиана неизменно.

Различные варианты положения проектируемого сооружения в зависимости от величины заданного по варианту угла φ показаны на рис. 23 (так, если при

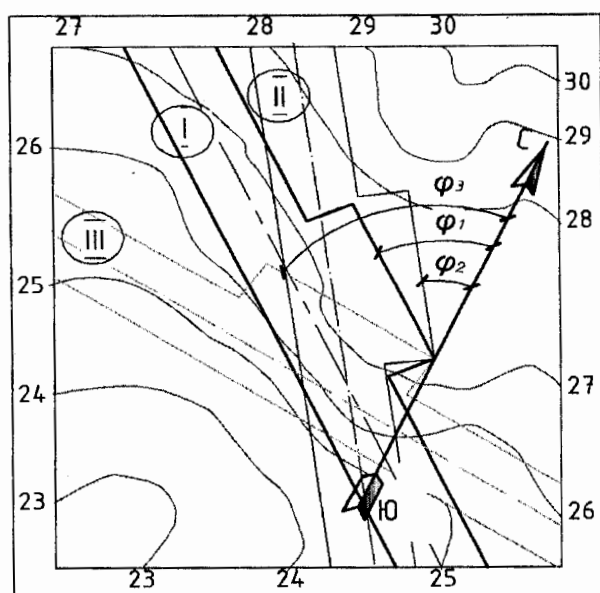


Рис. 23. Привязка сооружения к направлению главного меридиана

угле φ_1 сооружение занимает положение I, то при φ_2 оно будет занимать положение II, а при φ_3 — положение III).

3. Сравнивая отметки сооружения с отметками горизонталей топографической поверхности, определяют места расположения насыпей и выемок. В пределах выемок наносят линии кюветов (канав), протяженность которых выявляется в результате построения линий нулевых работ.

4. По данным уклонам вычисляются интервалы откосов насыпей и выемок и аппарелей. При этом следует иметь в виду, что если на участке местности горизонтالي проведены через 2 м, то и горизонтали откосов будут иметь такую же высоту сечения, а их интервалы — удвоенную величину.

5. Строятся и градуируются линии масштабов уклонов для откосов насыпей и выемок. Через полученные отметки проводятся горизонтали. При выполнении указанной операции следует сначала установить вид поверхности откоса, зависящий от формы и положения бровки сооружения.

6. Определяются линии пересечения откосов с топографической поверхностью, а также между собой.

7. Строится профиль сооружения по направлению 1–1. Направление профиля задается индивидуально преподавателем. Профиль канавы (кювета) на профиле сооружения строится по заданной ширине k и глубине $h = 0,4k$.

4.2. Оформление работы

Выполненная в тонких линиях графическая работа по заданию окончательно оформляется в соответствии с требованиями государственных стандартов, перечень которых приведен на с. 2 и СТО СГУПС 01.С.

На чертеже должны сохраниться все построения, связанные с определением мест нулевых работ на наклонных участках сооружения, а также графические построения, выполненные для уточнения положения крайней граничной точки в местах пересечения двух и более откосов насыпи или выемки. Все вспомогательные построения следует выполнять линией толщиной $S/3$. В вариантах с пересечением двух путей в разных уровнях контуры путепровода изображать не следует.

Изображения на плане автодороги и строительной площадки выполняют линиями по ГОСТ 2.303–2006, с учетом рекомендаций ГОСТ Р 21.1701–97.

Сплошной толстой основной линией (S) показывают:

- бровки проектируемых сооружений;
- уклоноуказатели;
- проектные горизонтали сооружения, кратные 0,5 м;
- границы откосов насыпи и выемки.

Сплошной тонкой линией ($S/2$) показывают:

- горизонтали фактической поверхности земли;
- горизонтали откосов насыпи и выемки.

Сплошной тонкой линией ($S/3$) показывают:

- линии вспомогательных геометрических построений;
- строительную геодезическую и координатную сетки.

Штриховой линией изображают:

- линию нулевых работ.

Штрихпунктирной тонкой линией показывают:

- ось проектируемого сооружения.

Обводка линий поперечного профиля выполняется по ГОСТ Р 21.1701–97.

Сплошной толстой основной линией показывают:

- проектные контуры сооружения и водоотводной канавы;
- линии ординат от точек переломов контуров сооружения и водоотводной канавы.

Сплошной тонкой линией ($S/2$) показывают:

- линию фактической поверхности земли;
- линии ординат от точек переломов линии фактической поверхности.

Сплошной тонкой линией ($S/3$) показывают:

- линии сетки профиля.

Надписи и аннотации выполняются по ГОСТ 2.303–2006, с учетом рекомендаций ГОСТ Р 21.1701–97.

Масштаб изображения указывают в основной надписи после наименования изображения. Масштабы профиля указывают над боковым таблицей (п. 3.11. ГОСТ Р 21.1701–97).

Размеры на изображениях указывают в метрах. Высоту и отметки уровней указывают с точностью до сантиметра. Величину углов поворота дороги указывают в градусах с точностью

до одной минуты, а при необходимости — до одной секунды. Величину уклонов указывают в промилле без обозначения единицы измерения. Крутизну откосов указывают в виде отношения высоты к горизонтальной проекции откоса (п. 3.12 ГОСТ Р 21.1701–97).

Числовые значения на линиях масштабов уклонов следует располагать по правилам простановки размерных чисел на чертежах над соответствующими горизонталями. Высотные отметки горизонтальных участков проектируемого сооружения в плане располагают в прямоугольном поле горизонтально, либо вдоль оси сооружения (ГОСТ 21.101–93).

Угол привязки сооружения к меридиану наносят по правилу нанесения угловых размеров.

В нижнем правом углу наносится полоса линейного масштаба.

Пример оформления приведен на рис. 24.

Основные ошибки, допускаемые студентами при выполнении и оформлении задания, показаны на рис. 25 и 26.

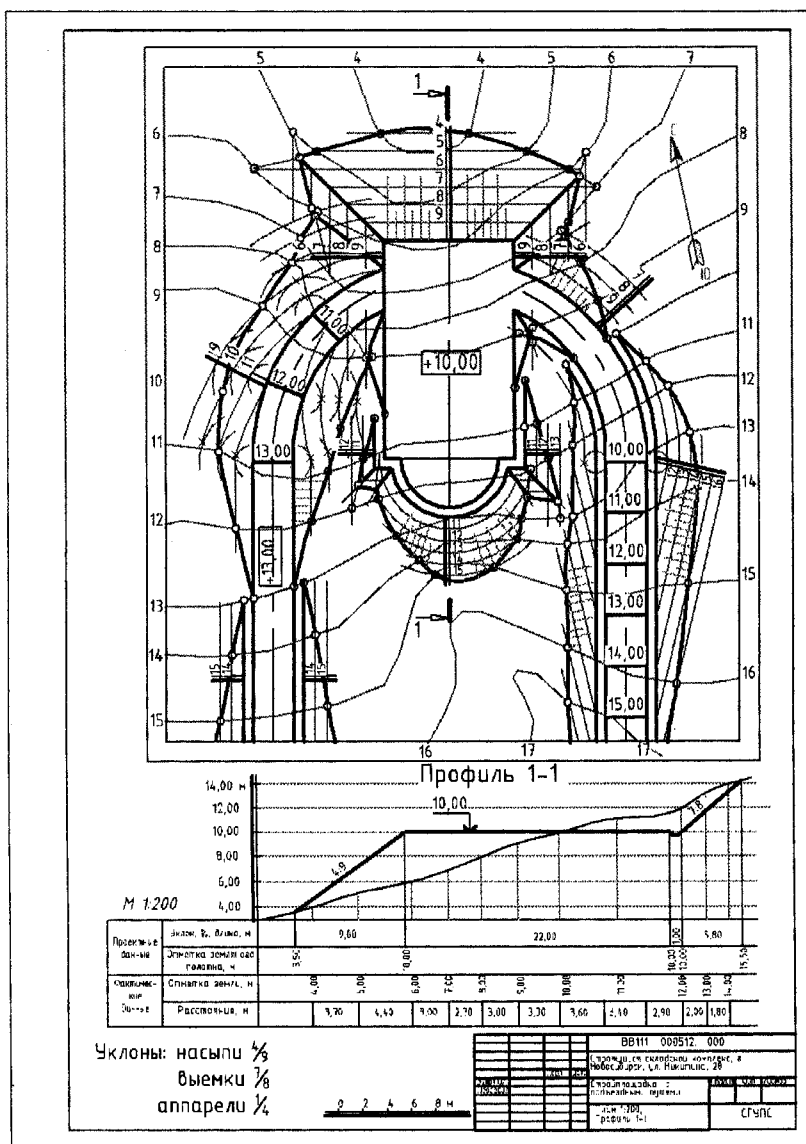


Рис. 24. Пример выполнения и оформления работы

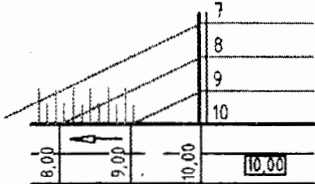
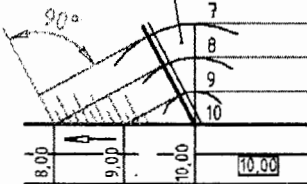
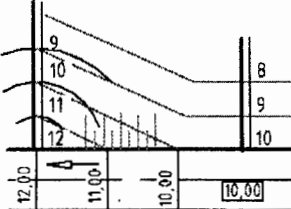
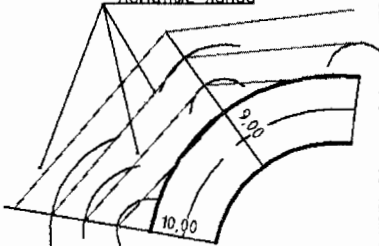
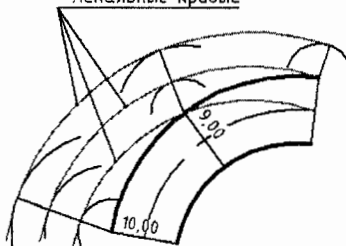
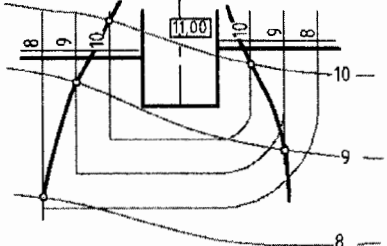
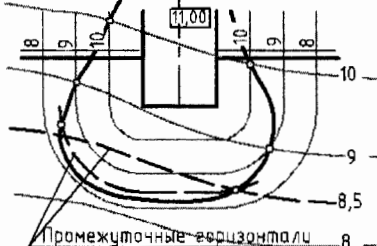
Ошибочное изображение	Должна быть
	Континентальная вставка 
	Линия пересечения 
Ломаные линии 	Лекальные кривые 
	Промежуточные горизонталы 

Рис. 25. Основные ошибки

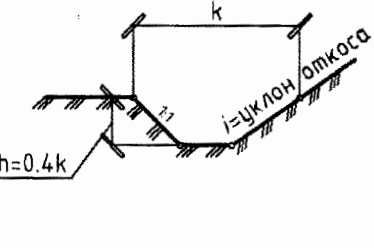
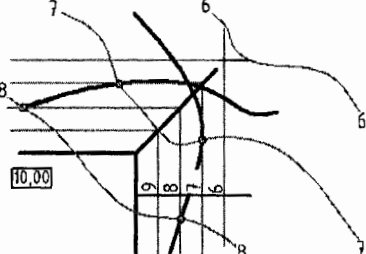
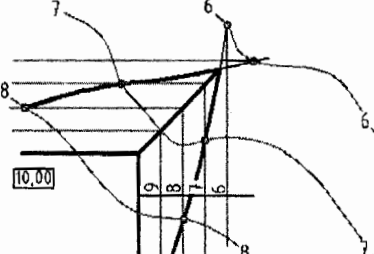
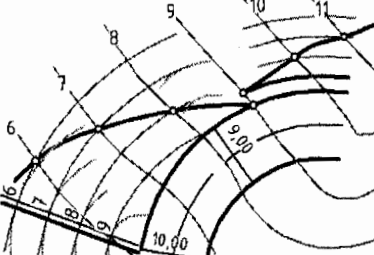
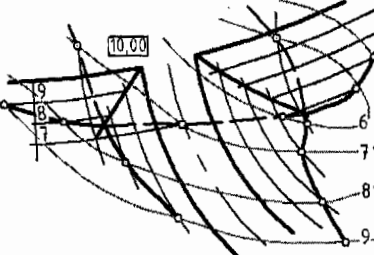
Ошибочное решение	Должно быть
	
	
	
	

Рис. 26. Основные ошибки (продолжение)

Библиографический список

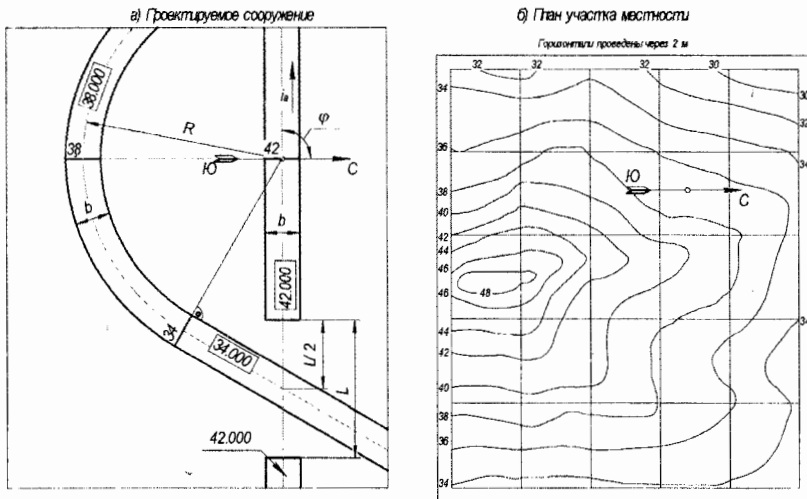
1. *Начертательная геометрия*: Учеб. для строит. спец. вузов / Под ред. Н.Н. Крылова. М.: Высш. шк., 2001. 224 с.
2. *Тарасов Б.Ф.* Методы изображения в транспортном строительстве: Учеб. пособие для строит. спец. трансп. вузов. Ленингр. ин-т инженеров ж.-д. трансп. им. В.Н. Образцова. Л.: Стройиздат, 1987. 248 с.
3. *Русскевич Н.Л.* Справочник по инженерно-строительному черчению / Н.Л. Русскевич, Д.И. Ткач, М.Н. Ткач. 2-е изд. Киев, 1987. 262 с.
4. *Стрижаков А.В.* Начертательная геометрия: Учеб. пособие для вузов / А.В. Стрижаков, А.Л. Мартиросов, А.Е. Кубарев. Ростов н/Д: Феникс, 2004. 317 с.
5. *Сербина Е.И.* Сборник задач по начертательной геометрии (Проекция с числовыми отметками. Перспектива. Тени): Для строит. спец. вузов. М.: Высш. шк., 1970. 224 с.
6. *Балягин С.Н.* Черчение: Справ. пособие. 4-е изд., доп. М.: АСТ; М.: Астрель, 2002. 421 с.
7. *Короев Ю.И.* Начертательная геометрия: Учеб. для архит. спец. вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Архитектура-С, 2004. 422 с.
8. *Полозов В.С.* Базисный курс начертательной геометрии: Учеб. для вузов по направлению 270100 «Строительство» / В.С. Полозов, С.И. Ротков, В.И. Дергунов. М.: Н. Новгород: Изд-во Ассоц. строит. вузов, 2007.
9. *Капустина Е.Ф., Маслов Б.А.* Некоторые поверхности откосов инженерных сооружений: пособие для преподавателей. Рукопись. Новосибирск, 2004.
9. *Поправко Л.В., Шведчиков А.И.* Методика проверки задания по разделу «Проекция с числовыми отметками»: пособие для преподавателей. Рукопись. Новосибирск, 1973.

Варианты индивидуальных заданий

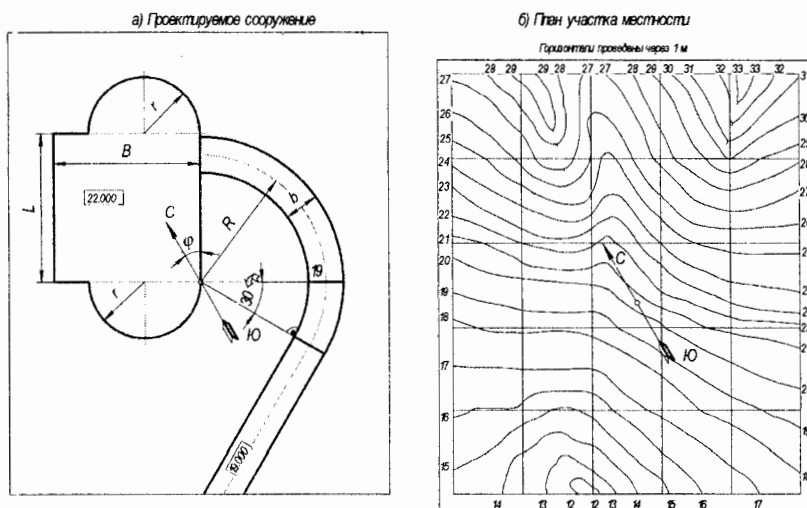
№ вари- анта	Масш- таб чер- тежа	Характеристика проектируемого сооружения									
		Размеры, м						Поло- жение	Уклоны		
		M	L	B	R	r	b	k		Откосов насыпей и выемок	Дороги или аппарели
								φ°	i _н	i _в	i _в
1	1:400	60	—	64	—	8	2,0	90	1:2	3:4	1:10
2	1:250	25	24	22,5	10	5	1,5	30	1:2	4:5	*
3	1:500	50	—	90	—	10	2,5	110	3:7	2:3	1:12
4	1:200	24	24	22	8	4	1,0	45	5:9	5:6	1:8
5	1:400	44	—	36	—	8	2,0	75	3:5	4:5	*
6	1:250	25	27	21	9	5	1,2	90	4:7	4:4	1:5
7	1:500	—	—	67,5	—	10	2,5	45	3:7	3:5	1:15
8	1:200	32	18	—	12	4	1,0	45	5:9	4:5	*
9	1:400	44	—	92	—	8	2,0	90	4:7	6:7	1:10
10	1:500	70	—	80	—	10	2,5	75	4:9	3:5	1:12
11	1:200	21	19	19	8	4	1,2	15	3:5	7:8	*
12	1:400	40	—	74	—	8	2,0	90	4:7	3:4	1:10
13	1:250	30	27,5	27,5	10	5	1,5	30	1:2	2:3	1:8
14	1:500	55	—	45	—	10	2,5	60	1:2	3:4	*
15	1:200	22	20	18	7,5	4	1,0	70	2:3	1:1	1:6
16	1:400	—	—	52	—	8	2,0	30	5:8	7:8	1:12
17	1:250	40	21	—	15	5	1,5	60	4:9	3:4	*
18	1:500	55	—	115	—	11	2,5	70	1:2	3:4	1:12
19	1:400	56	—	68	—	9	2,0	65	4:7	4:5	1:12
20	1:200	22	20	20	8	4	1,0	45	5:9	5:6	*
21	1:500	48	—	85	—	10	2,5	75	1:2	3:4	1:13
22	1:250	32,5	27,5	30	10	5	1,0	60	4:9	5:7	1:12
23	1:400	40	—	40	—	8	2,0	45	4:7	6:7	*
24	1:200	20	22	17	8	4	1,2	110	5:8	9:10	1:5
25	1:500	—	—	65	—	11	2,5	65	1:2	5:7	1:16
26	1:250	37,5	20	—	14	5	1,5	30	1:2	4:5	*
27	1:400	46	—	94	—	8	2,0	110	5:9	5:6	1:12

Планы проектируемого сооружения и топографической поверхности

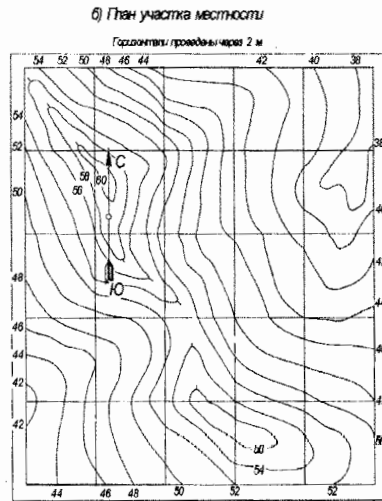
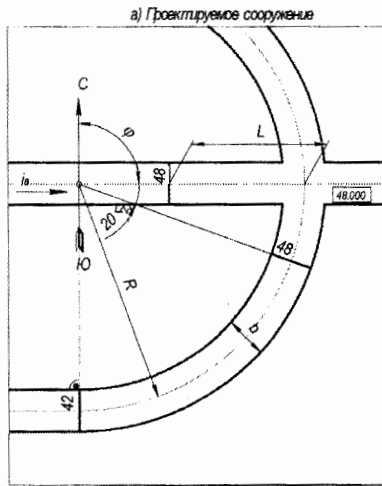
К вариантам 1, 10, 19



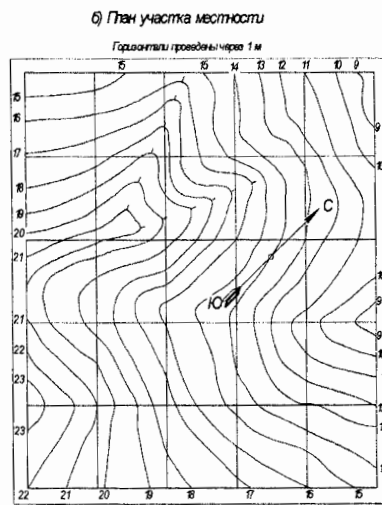
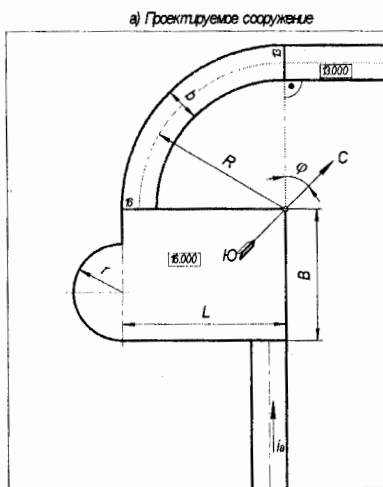
К вариантам 2, 11, 20

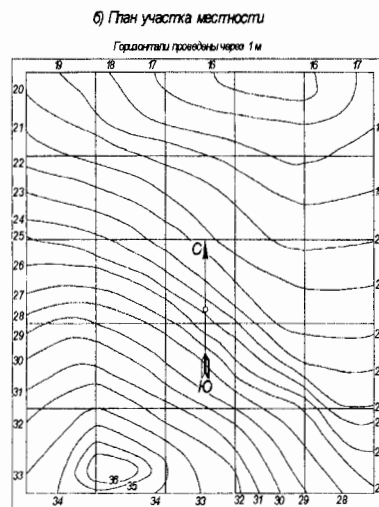
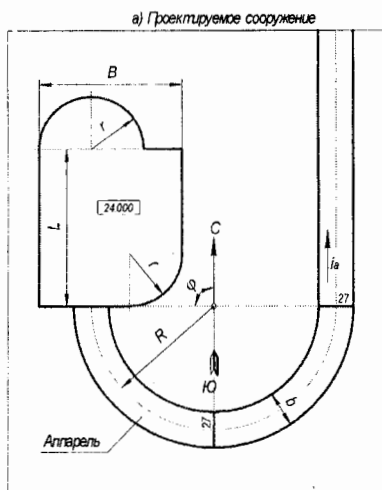
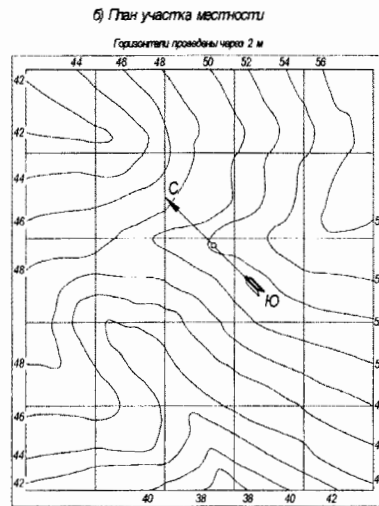
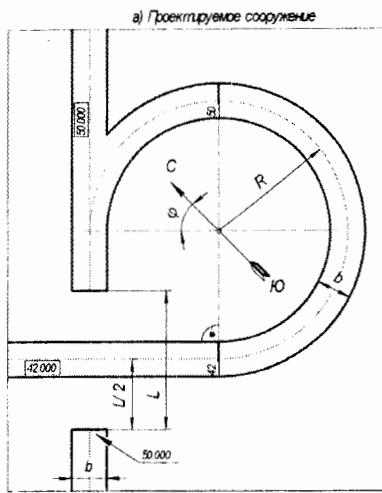


К вариантам 3, 12, 21



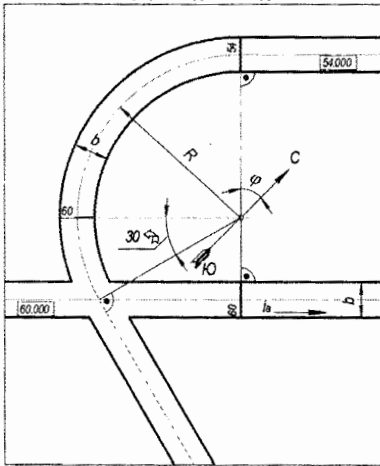
К вариантам 4, 13, 22



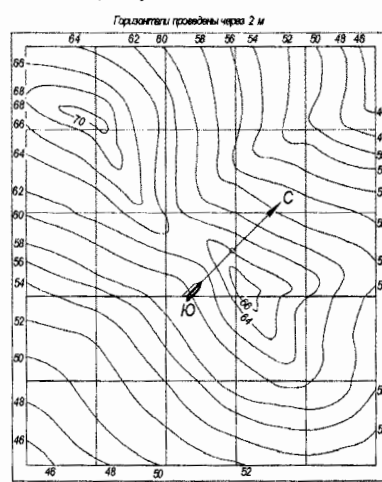


К вариантам 7, 16, 25

а) Проектируемое сооружение

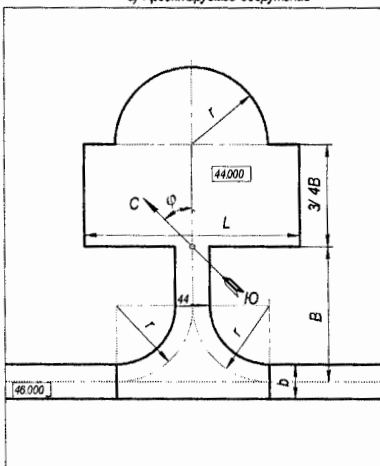


б) План участка местности

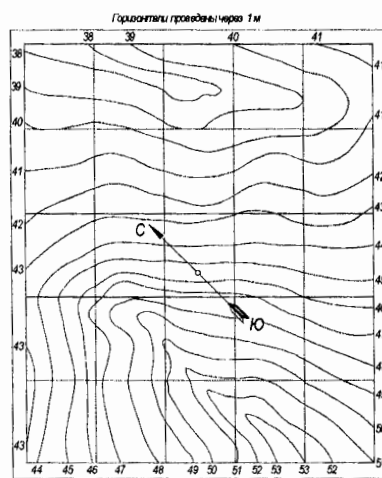


К вариантам 8, 17, 26

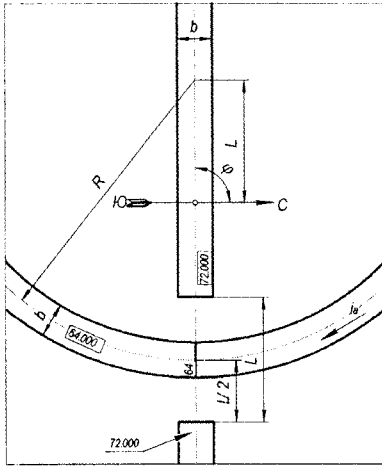
а) Проектируемое сооружение



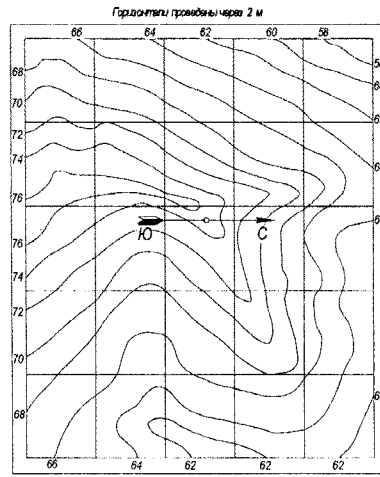
б) План участка местности



а) Проектируемое сооружение



б) План участка местности



Оглавление

1. Содержание раздела «Метод проекций с числовыми отметками»	3
2. Методические рекомендации к выполнению задания	4
2.1. Постановка задачи	4
2.2. Общие сведения	4
2.3. Основные термины и определения	5
2.4. Методика решения задачи	6
3. Примеры решения инженерных задач	26
4. Указания по выполнению курсового задания	31
4.1. Последовательность выполнения графической работы	31
4.2. Оформление работы	32
Библиографический список	38
Приложения	39
Приложение А. Варианты индивидуальных заданий	39
Приложение Б. Планы проектируемого сооружения и топографической поверхности	40

Учебное издание

Петухова Анна Викторовна
Сеогеева Ирина Александровна
Шведчиков Алексей Ильич

ПРОЕКЦИИ С ЧИСЛОВЫМИ ОТМЕТКАМИ

Учебно-методическое пособие для студентов строительных специальностей

Редактор *П.В. Грес*
Компьютерная верстка *Т.А. Соловьева*

Изд. лиц. ЛР № 021277 от 06.04.98
Подписано в печать 28.06.10
3,0 печ. л. 2,2 уч.-изд. л. Тираж 300 экз. Заказ № 2236

Издательство Сибирского государственного университета путей сообщения
630049, Новосибирск, ул. Д. Ковальчук, 191
Тел. (383) 328-03-81 E-mail: press@stu.ru