

Государственное бюджетное образовательное учреждение среднего профессионального образования «Кисловодский государственный многопрофильный техникум»

## **МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА СИСТЕМ ТГ и В**

Методические указания к выполнению расчетной работы для студентов специальности  
**08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений**  
«Теплогазоснабжение и вентиляция»

Кисловодск 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Цель расчетной работы.....	3
2. Состав расчетной работы .....	3
3. Разработка элементов проекта производства работ по строительству линейно-протяженного объекта (наружная тепловая или газовая сеть) .....	3
3.1. Определение состава и объемов работ.....	3
3.2. Определение земляных работ .....	4
3.3. Выбор комплекта машин для производства земляных работ.....	6
3.4. Подбор монтажных кранов .....	9
3.5. Определение трудоемкости строительно-монтажных работ и составление производственной калькуляции. ....	10
4. Оформление расчетной работы. ....	11
Библиографические ссылки .....	11
Библиографический список .....	12
Приложение 1. ....	14

## **1. ЦЕЛЬ РАСЧЕТНОЙ РАБОТЫ**

Целью расчетной работы является закрепление знаний по дисциплине, углубление и конкретизация представлений студентов о монтаже наружных и внутренних санитарно-технических систем.

## **2. СОСТАВ РАСЧЕТНОЙ РАБОТЫ**

В состав расчетной работы входят следующие разделы:

- 2.1. Определение трудоемкости строительно-монтажных работ и составление производственной калькуляции;
- 2.2. Разработка элементов проекта производства работ по строительству линейно протяженного объекта (тепловая или газовая сеть).

## **3. РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ПРОЕКТА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ ЛИНЕЙНО-ПРОТЯЖЕННОГО ОБЪЕКТА (наружная тепловая или газовая сеть)**

### **3.1. Определение состава и объемов работ**

При прокладке наружных сетей теплогазоснабжения предусматривается выполнение следующих строительно-монтажных работ:

1. Земляные работы (отрывка траншей и котлованов).
2. Монтаж сборных железобетонных каналов, ниш под компенсаторы.
3. Гидроизоляция каналов.
4. Сборка труб в звенья на бровке траншеи.
5. Монтаж колодцев или теплофикационных камер.
6. Укладка труб на основания или опоры.
7. Антикоррозийная изоляция труб и стыков.
8. Тепловая изоляция (в каналах и бесканально).
9. Монтаж компенсаторов.

10. Монтаж запорно-регулирующей арматуры, конденсатосборников.
11. Испытание трубопроводов.
12. Обратная засыпка траншей и котлованов.
13. Рекультивация участка земли.

### 3.2. Определение объемов земляных работ

При возведении линейно-протяженного объекта для определения объемов земляных работ согласно заданию ( рис. I прил. 1) ) и форме 1 (таблица исходных данных) составляется продольный профиль трассы ( рис. II прил.2 )

При разработке траншей с вертикальными стенками объем грунта принимается умножением ширины траншеи на ее высоту и длину, т. е. на расстояние между пикетами. Пикетами являются характерные точки на трассе (это места устройства камер, переломы профиля, начало и конец траншеи).

Подсчет объемов земляных работ производят по приближенным формулам. Участки траншеи между характерными точками можно представить в виде отдельных призматоеидов, имеющих поперечное сечение в виде трапеции.

Объем такого участка траншеи определяется по формуле

$$V = \frac{F_1 + F_2}{2} L,$$

где  $V$  - объем траншеи, м<sup>3</sup>;  $F_1$  и  $F_2$  - площади поперечных сечений траншеи в начале и конце участка, м<sup>2</sup>;  $L$  - длина участка, м.

При значительной разнице рабочих отметок объем грунта траншеи определяется по формуле Ф. Ф. Мурзо

$$V = \left[ F_{cp} + \frac{m \cdot (h_1 - h_2)^2}{12} \right] L,$$

где  $F_{cp}$  - средняя площадь поперечного сечения, м<sup>2</sup>;  $m$  - крутизна откоса, принимаемая по [1] в зависимости от вида грунта и глубины траншеи;  $h_1$  и  $h_2$  - глубина траншеи в начале и конце участка, берется из продольного профиля;  $L$  - длина расчетного участка.

Средняя площадь поперечного сечения  $m^2$  определяется,

$$F_{cp} = (b + mh_{cp})h_{cp},$$

где  $b$  - ширина траншеи по дну, принимаемая по [1] в зависимости от диаметра и материала труб, а также от размеров укладываемых инженерных коммуникаций;  $h_{cp}$  - полусумма рабочих отметок.

Поправку  $\frac{m(h_1 - h_2)^2}{12}$  следует вводить для случая, когда разность рабочих отметок смежных сечений  $h_1 - h_2$  более 1 м и расстояние между ними более 50 м.

Расчеты рекомендуется вести в табличной форме, где каждая строка соответствует определенному участку траншеи (табл. 1).

Таблица 1

Ведомость объемов земляных работ

Номер участка	Рабочая отметка	Полусумма рабочих отметок, $h_{cp} = \frac{h_1 + h_2}{2}$	Разность рабочих отметок, $h_1 - h_2$	Поправка $\frac{m(h_1 - h_2)^2}{12}$	Расчетная площадь поперечного сечения $F_{cp}, m^2$	Длина участка $L, m$	Объем работ, $V_p, m^3$

При подсчете объема грунта отвала выброшенного грунта необходимо учитывать, что при разработке грунт разрыхляется и поэтому его объем увеличивается, что характеризуется коэффициентом первоначального разрыхления. Однако с течением времени грунт постепенно уплотняется и разрыхленность его становится меньше первоначальной, что характеризуется коэффициентом остаточного разрыхления -  $K_{op}$ .

Таким образом, объем грунта, необходимого для засыпки траншеи, определяется по формуле

$$V_{oz} = \frac{V_p - V_c}{K_{op}},$$

где  $V_{oz}$  - объем грунта обратной засыпки, м<sup>3</sup>;  $V_p$  - объем траншеи по геометрическим обмерам (расчетный), определяемый по табл. 1, м<sup>3</sup>;  $V_c$  - объем сооружения (трубопроводов, каналов, колодцев, теплофикационных камер), м<sup>3</sup>;  $K_{op}$  - коэффициент остаточного разрыхления, выбираемый по [2].

Тогда объем грунта, подлежащего вывозке, составит

$$V_{mp} = V_p - V_{oz},$$

где  $V_{mp}$  - объем отвозимого грунта, м<sup>3</sup>.

При подсчете объемов земляных работ, выполняемых механизмами, необходимо учесть недобор грунта на 10 см до проектной отметки, выполняемый вручную. Тогда объем работ по подчистке дна траншеи до проектной отметки определяется из формулы

$$V_{p.d.} = [(b + mh_{p.d.}) h_{p.d.}]L,$$

где  $V_{p.d.}$  - объем ручной доработки, м<sup>3</sup>;  $b$  - ширина траншеи по дну;  $m$  - крутизна откоса выемки;  $h_{p.d.}$  - глубина доработки равная 0,1 м;  $L$  - длина траншеи, м.

Объемы строительно-монтажных работ определяются исходя из задания преподавателя.

### 3.3. Выбор комплекта машин для производства земляных работ

В комплект машин для производства земляных работ входят экскаватор, автосамосвалы, бульдозеры. Этим комплектом машин выполняются работы по отрывке траншеи, отвозке избыточного грунта, засыпке траншеи после завершения в ней монтажных работ.

Выбор типа экскаватора зависит от вида грунта, ширины и глубины траншеи, от необходимости устройства отвала определенных размеров и погрузки грунта в транспортные средства.

Для разработки траншеи и котлованов наиболее часто используются одноковшовые экскаваторы емкостью 0,15 - 1,0 м<sup>3</sup>, оборудованные обратной лопатой или драглайном.

При определении требуемых параметров экскаваторов необходимо построить поперечное сечение траншеи в наиболее заглубленном месте (рисунок) и рассчитать глубину копания  $H_k$ , радиус  $R_B$  и высоту выгрузки  $H_B$ . Глубина копания экскаватора принимается равной максимальной глубине траншеи  $h_{тр}$ .

Требуемый радиус выгрузки экскаватора обуславливается необходимостью устройства отвала грунта определенных размеров. Наиболее предпочтительной схемой движения экскаватора является перемещение экскаватора по оси траншеи.

При этом поперечное сечение отвала (м<sup>2</sup>) определяется из формулы

$$F_{от} = (F_{тр} - F_{\kappa})(1 + K_{пр}),$$

где  $F_{тр}$  - площадь поперечного сечения траншеи, м<sup>2</sup>;  $F_{\kappa}$  - площадь поперечного сечения укладываемых коммуникаций, м<sup>2</sup>;  $K_{пр}$  - коэффициент первоначального разрыхления грунта (выбирается по [2]) в долях единицы.

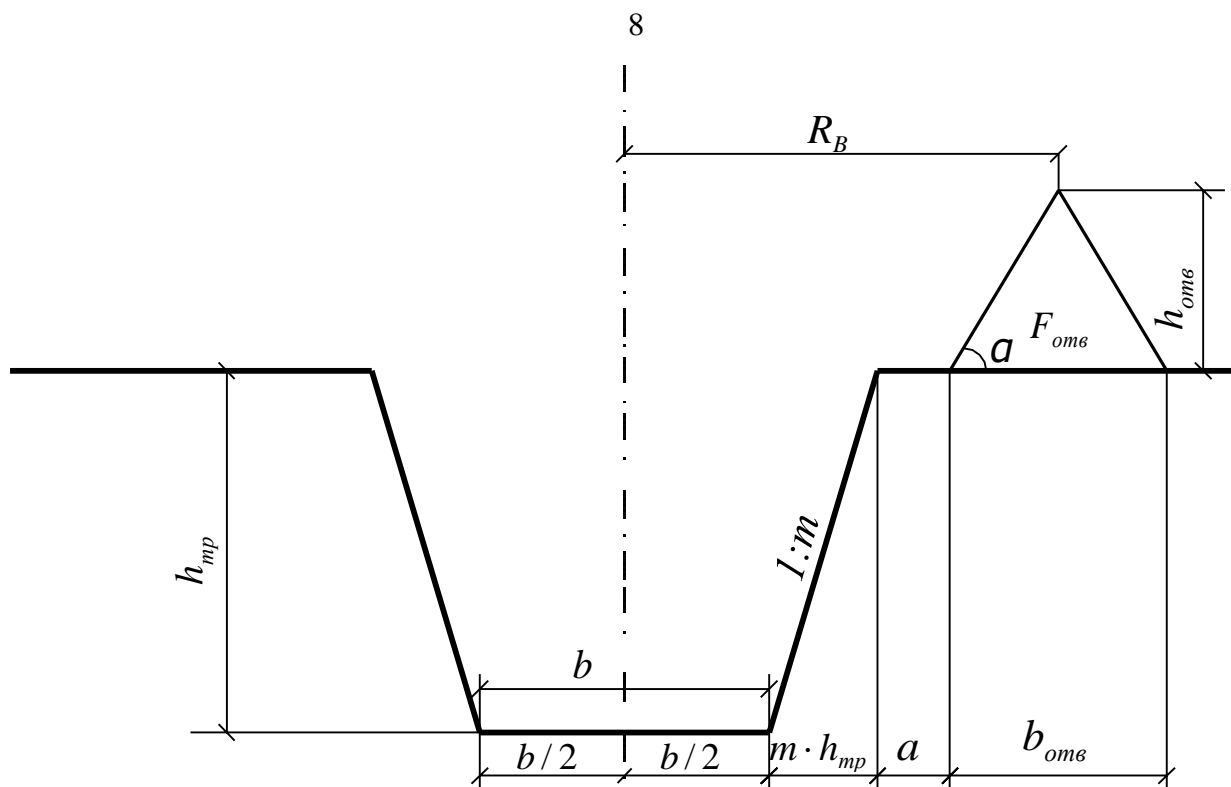


Схема для определения размеров отвала грунта  
и радиуса выгрузки экскаватора

Размеры отвала грунта

$$b = 2 \sqrt{\frac{F_{отв}}{tg\alpha}}; \quad h_{отв} = \frac{b_{отв}}{2} tg\alpha,$$

где  $b_{отв}$  - ширина отвала, м;  $h_{отв}$  - высота отвала, м;  $\alpha$  - угол откоса све-  
жеотсыпанного грунта в градусах (принимать равным  $45^\circ$ ).

Требуемый радиус выгрузки определится из формулы

$$R_B = \frac{b}{2} + mh_{тр} + a + \frac{b_{отв}}{2},$$

где  $b$  - ширина траншеи по дну, м;  $m$  - коэффициент заложения откоса;

$h_{тр}$  - наибольшая глубина траншеи, м;  $a$  - берма траншеи (принимается не  
менее 0,5 м).

Высоту выгрузки принимать равной  $h_{отв} + 0,5$  м.



По требуемой глубине  $H_k$  по соответствующим ЕНиР выбирается тип и марка экскаватора. После этого проверяется соответствие действительных радиуса и высоты выгрузки требуемым и выбирается окончательный вариант землеройной машины.

Подбор бульдозера для обратной засыпки траншеи производится исходя из среднего расстояния перемещения грунта из отвала в траншею. Ориентировочно его можно принять равным расстоянию между осями траншеи и отвала.

### 3.4. Подбор монтажных кранов

Для монтажа деталей и конструкций систем теплогазоснабжения используются стреловые самоходные краны на автомобильном, пневмоколесном и гусеничном ходу, а также специализированные краны - трубоукладчики.

На выбор типа крана оказывают влияние грунтовые условия, размеры поперечного сечения траншеи и масса монтируемых элементов. При этом необходимый вылет крюка крана при монтаже сборных элементов тепловых или газовых сетей (каналов, колодцев, камер) определяется по формуле

$$l_{KP} = \frac{b}{2} + mh_{mp} + a + \frac{c}{2},$$

а при монтаже трубопроводов по формуле

$$l_{KP} = \frac{b}{2} + mh_{mp} + a + d_H + Z + \frac{c}{2},$$

где  $b$  - ширина траншеи по низу, м;  $m$  - крутизна откоса;  $h_{mp}$  - наибольшая глубина траншеи;  $a$  - ширина бермы траншеи, принимается равной 0,7-1 м;

$d_H$  - наружный диаметр трубы, включая все виды изоляции, м;  $Z$  - расстояние между трубопроводом и наиболее выступающей частью крана, принимается равным 0,8-1,0 м;  $c$  - ширина гусеничного или пневмоколесного хода крана, м.

По рассчитанному вылету крюка и массе наиболее тяжелого элемента подбирается по соответствующим таблицам и графикам монтажный кран [3].

$$T_p = \frac{H_{ep} \cdot V}{8}$$

### **3.5. Определение трудоемкости строительно-монтажных работ и составление производственной калькуляции**

Расчет трудоемкости ручных и механизированных строительно-монтажных процессов, а также затрат машинного времени производится по ЕНиР, используя подсчитанные объемы работ с учетом принятой технологии их выполнения [2, 4, 5].

Трудоемкость работы (чел.-дн.) определяется по формуле

$$T_p = \frac{H_{ep} \cdot V}{8},$$

где  $H_{ep}$  - норма времени на единицу работы, чел.-ч;  $V$  - объем работы в единицах измерения, принятых в ЕНиР; 8 – продолжительность рабочей смены, ч. По идентичной формуле рассчитываются затраты машинного времени для экскаваторов и бульдозеров.

Заработная плата рабочих за выполненные объемы работ подсчитывается по формуле

$$Зп = Расц \cdot V,$$

где  $Расц$  - расценка (р. (к.)) за единицу работ, принимается из ЕНиР;  $V$  - объем работ.

Результаты подсчетов сводим в табл. 2.

Таблица 2

## Производственная калькуляция на наружные сети

ЕНиР	Наименование работ	Ед. измерения	Объем работ	Норма на единицу работ		Норма на весь объем		Механизмы	Состав бригады, звена	Сумма зарплат, руб.
				чел.-ч	маш.-ч	чел.-дн	маш.-смен			

#### 4. Оформление расчетной работ

Расчетная работа оформляется в виде расчетно-пояснительной записки и графического материала, выполненного на 1/2 листа стандартного формата (можно на листе миллиметровки). На листе необходимо представить план участка местности и продольный профиль трассы наружной тепловой или газовой сети.

Продольный профиль трассы делается в горизонтальном масштабе 1:5000 или 1:10 000 и вертикальном 1:100 или 1:200.

#### Библиографические ссылки

1. СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты. – М. : Стройиздат, 1988. - 128 с.
2. Сборник Е2. Земляные работы. Вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы/ Госстрой СССР. – М. : Стройиздат, 1988. 224 с
3. Мельников О. Н. и др. Справочник монтажника сетей теплоснабжения. – Л. : Стройиздат, 1980. - 208 с.
4. Сборник Е9. Сооружение систем теплоснабжения, водоснабжения, газоснабжения и канализации. Вып. 2. Наружные сети и сооружения / Госстрой СССР. – М. : Прейскурантиздат, 1988. - 96 с.

5. Сборник Е22. Вып. 2. Сварочные работы. Трубопроводы / Госстрой СССР. – М. : Стройиздат, 1987. – 112 с.

### **Библиографический список**

1. ГОСТ 2. 105 – 95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам. – М. : Изд-во стандартов, 1996. 23 с.
2. ГОСТ 21. 101 – 97 СПС. Основные требования к проектной и рабочей документации. – М. : Изд-во стандартов, 1998. – 42 с.
3. СНиП 2.02.01 – 83. Основания зданий и сооружений. – М. : Стройиздат, 1983. – 64.
4. Сборник Е9. Вып. 1. Санитарно-техническое оборудование зданий и сооружений / Госстрой СССР. – М. : Стройиздат, 1987. – 79 с.
5. Сборник Е1. Внутрипостроечные транспортные работы. / Госстрой СССР. – М. : Прейскурантиздат, 1987. - 40 с.
6. Сборник Е10. Сооружение системы вентиляции, кондиционирования воздуха / Госстрой СССР. – М. : Прейскурантиздат, 1987. – 32 с.



## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

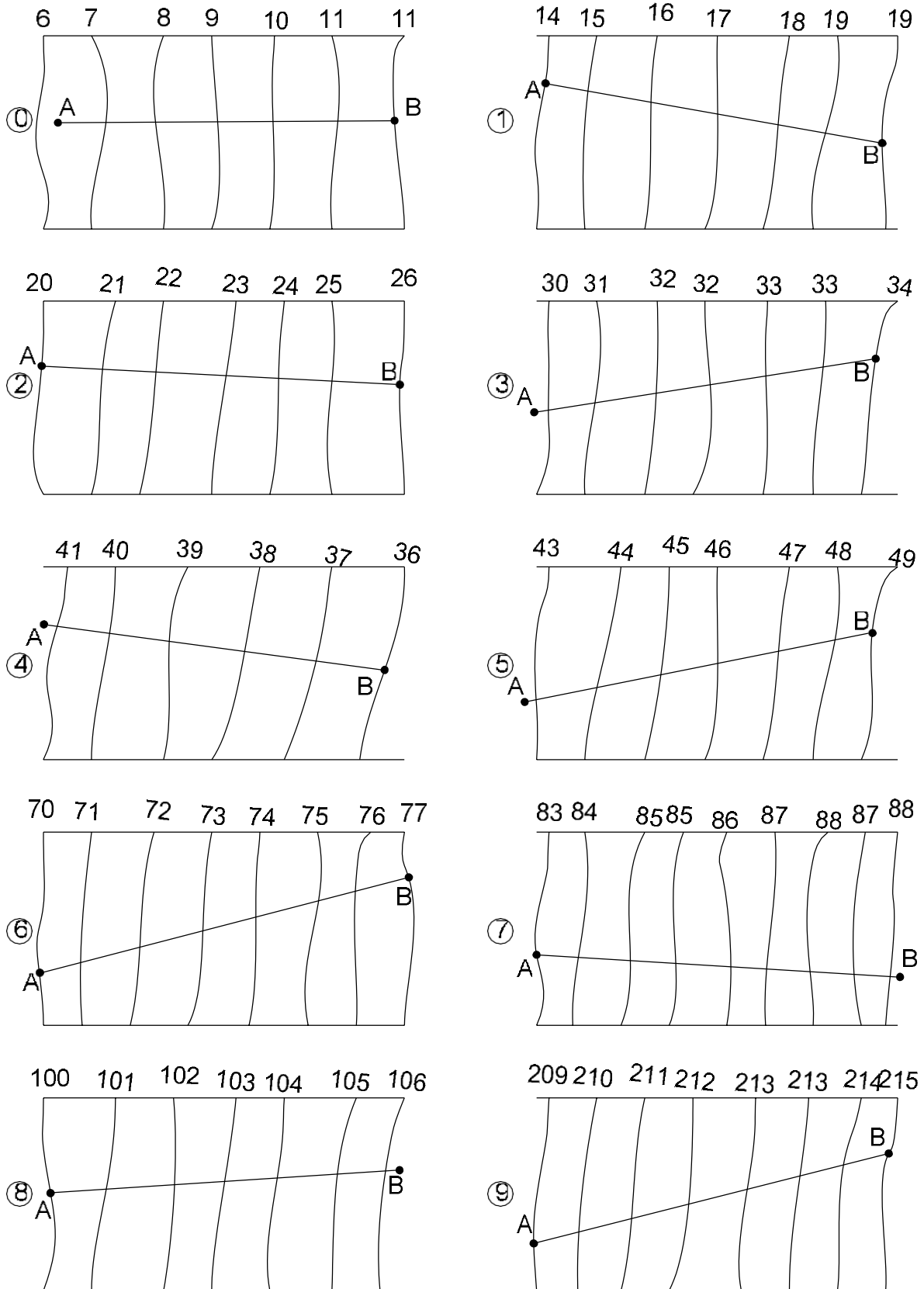


Рис. I. Варианты планов местности

Примечание: вариант плана выбирается по последней цифре шифра студента.

Перечень исходных данных для составления  
продольного профиля наружного трубопровода

№ плана	Вид сооружения, тип прокладки	Диаметр условного прохода, мм	Отметка низа траншеи в точке А	Уклон	Длина трассы, м	Грунт
0	Канальная	500	4,2	0,001	2500	Песок без примесей
1	Бесканальная	300	12,2	0,001	3000	Суглинок
2	Газопровод	500	17,0	0,0015	2000	Глина жирная
3	Канальная	600	27,2	0,0014	2000	Аргиллит
4	Газопровод	900	34,0	0,0012	2100	Супесь
5	Бесканальная	400	40,3	0,002	1900	Торф
6	Канальная	900	67,0	0,0025	2200	Суглинок
7	Бесканальная	200	80,0	0,0014	2300	Песок барханный
8	Газопровод	700	97,9	0,0023	1800	Глина ломовая
9	Канальная	1000	206,0	0,003	2150	Песок с примесью 10 %

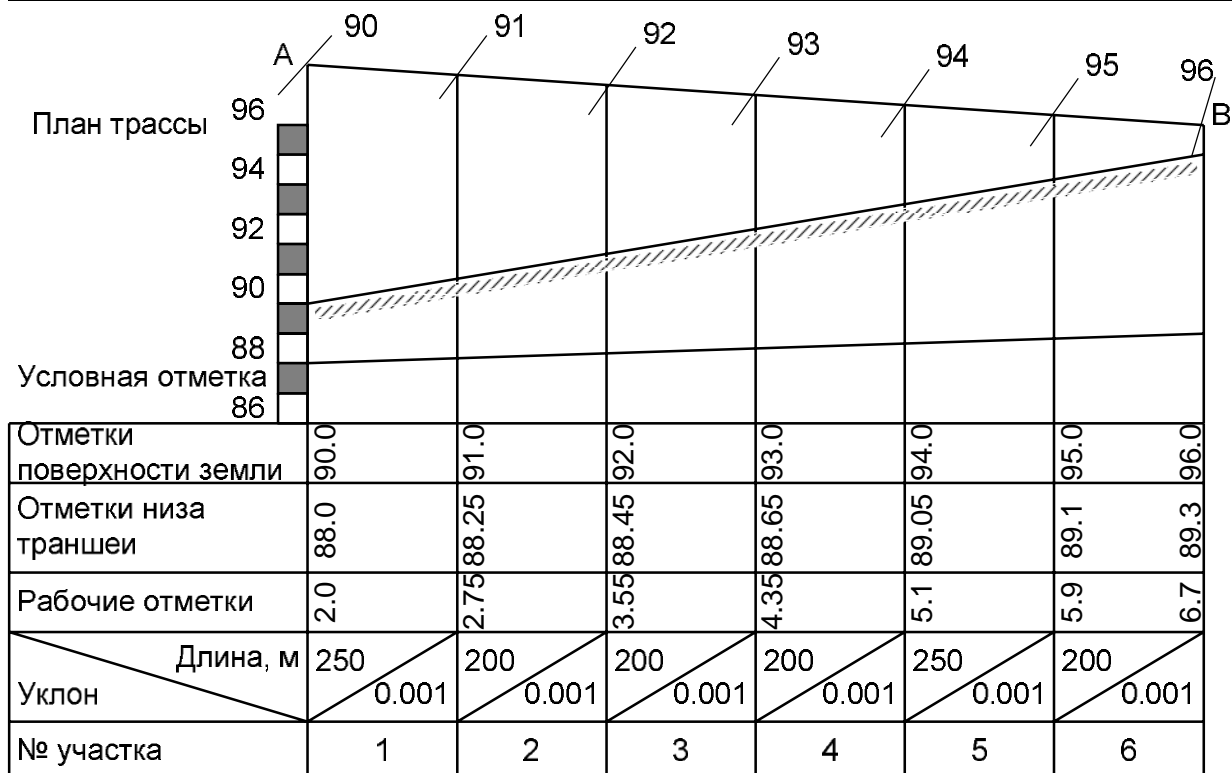


Рис. II. Пример продольного профиля трассы