МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ КАЗАНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ

ИНСТИТУТ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Кафедра автомобильных дорог

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсового проекта

«Проект участка автомобильной дороги»

для студентов очного и заочного обучения специальности 291000

Составитель: Н.П. Тихомирова.

УДК: 625

«Проект участка автомобильной дороги». Методические указания к выполнению курсового проекта для студентов специальности 291000/Казанская государственная архитектурно-строительная академия: Сост.: Н.П. Тихомирова. Казань, 2004г. – 34с.

В работе даются методические указания на выполнение основ проектирования автомобильной дороги в обычных природных условиях. Дается последовательность разработки: трассирование, составление продольного и поперечного профилей автомобильной дороги.

1. СОСТАВ И ОБЪЕМ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и чертежей. Пояснительная записка должна состоять из следующих обязательных разделов:

Введение.

- 1. Проектирование элементов автодороги:
- 1.1. Краткая характеристика природных условий района проектирования.
- 1.1.1. Климат по временам года.
- 1.1.2. Рельеф.
- 1.1.3. Геологическое строение.
- 1.2. Категория дороги и технические нормативы.
- 1.3. Трассирование вариантов дороги.
- 1.4. Продольный профиль.
- 1.5. Основные типовые профили земляного полотна.
- 2. Расчет дорожной одежды.
- 3. Деталь проекта.

Чертежи:

- а) Варианты плана трассы 1 лист (длина 4-7 км).
- б) Продольный профиль дороги по основному варианту (4-5 км) 1 пист
- в) Поперечные профили земляного полотна (рабочие поперечники) 1 лист.
- г) Деталь проекта (количество листов устанавливается индивидуально по согласованию с руководителем курсового проекта).

Выполнять курсовой проект рекомендуется в соответствии с последовательностью разделов пояснительной записки. Объем пояснительной записки 25-30 листов рукописного текста.

2. УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ ПРОЕКТА

ВВЕДЕНИЕ.

Текст введения состоит из двух частей: в первой дается общая характеристика значимости автомобильных дорог в экономической и социальной жизни страны.

Указать наличие федеральных и территориальных дорог в районе проектирования.

Во второй части указать титул дороги (начальный и конечный пункт), общую длину, генеральное направление (румб) линии. Следует отразить специфику проектирования и строительства дорог в заданном географическом районе.

Краткая характеристика природных условий района проектирования.

Описание природных условий района проектирования дороги дается для административной области (республики), указанной в задании, с учетом рельефа, соответствующего карте (исходные данные — приложение к заданию). Последовательность выражается в описании природных условий, т.е. характеристики климата, рельефа, геологии, гидрографии.

В конце описания должны быть сделаны краткие выводы с указанием дорожно-климатической зоны, типа местности по увлажнению, типа грунтов и т.д., т.е. перечисление факторов, способствующих оптимальному проектированию дороги в данной местности.

2. Расчетная скорость — это максимальная скорость движения одиночного автомобиля, которая может быть осуществлена при определенных геометрических характеристик дороги (уклон, расстояние видимости, радиусы вертикальных и горизонтальных кривых и т.п.). Она (скорость) принимается в зависимости от категории и типа местности.

Таблица 1

тиолици т					
	Расчетные скорости, км/час				
I/		Допускается на трудных участках			
Категория дороги	Основные	местности			
		пересеченной	горной		
Ia	150	120	80		
Іб	120	100	60		
II	120	100	60		
III	100	80	50		
IV	80	60	40		
V	60	40	30		

Примечание: в зависимости от рельефа и по согласованию с руководителем принимается расчетная скорость.

1. Ширина: полосы движения, проезжей части, земляного полотна.

Скорость легкового автомобиля принимается равной расчетной, а скорость грузового — не более его конструктивной скорости (в данных расчетах можно принять 80 км/час).

Ширину кузова и колеи автомобилей принять по технической литературе:

$$b_h = (a+c)/2 + 0.85 + y + 0.01v$$
(3),

где а – ширина кузова автомобиля, 1÷2,5м;

с – ширина колеи (между внешними гранями задних колес), 1,3÷1,8м;

0,85 – безопасный зазор между кузовами встречных автомобилей;

0.01v – расстояние от внешней грани колеса до кромки проезжей части, м;

 $v_p\,$ – расчетная скорость, км/час;

 $v^{\hat{r}}$ – максимальная скорость грузового авто 80 км/час

Примечание: значения а и с применять по согласованию с руководителем.

Теоретическая пропускная способность одной полосы движения:

$$N_{uac}^{m} = \frac{1000V}{V/3.6t_{p} + KV^{2}/254\varphi + l_{1} + l_{2}}$$
(4),

где N^{m}_{uac} – пропускная способность одной полосы, авт/час;

V – расчетная скорость движения, км/час;

 t_p – время реакции водителя ($t_p = 1c$);

 l_1 – габаритная длина автомобиля ($l_1 = 5 M$);

 l_2 – безопасное расстояние ($l_2 = 5$ м);

 φ – расчетный коэффициент продольного сцепления (0,4+0,6);

K – коэффициент условий торможения (K=1,2+1,4).

[2]

Количество полос определяется, как

$$n = \frac{N_z^{nep} \times E}{N_{uac}^m ZK} \tag{5},$$

где n – количество полос движения, шт;

 $N_z^{\it nep}$ - перспективная (20лет) интенсивность движения, авт/час;

ε - коэффициент неравномерности работы автодороги, ε≤1;

Z – уровень загрузки полосы движения, зависит от принятых условий (0,2 – легкие условия; 0,4 – нормальные; 0,8 – тяжелые);

K – коэффициент наличия негабаритных грузов, 1,1-1,2.

Для дорог Іа и Іб принимается разделительная полоса (3-5м).

Общая ширина земляного полотна составит:

для дорог Іа; Іб

$$B_{3\Pi} = 2B_{00} + B_{\Pi} + B_{\text{разд.}} \tag{6},$$

где $B_{3\Pi}$ – ширина земляного полотна, м;

 B_{00} – ширина обочины, для данной категории, м;

 B_{ny} – ширина проезжей части: $B_{nz} = nb_{пол}$ (7),

где п – количество полос;

 $b_{\text{пол}}$ – ширина полосы, м, см. формулу (3).

4. Величина предельного продольного уклона определяется с помощью тяговых расчетов для конкретного автомобиля, по его динамической характеристике. В данном проекте продольный уклон принимается в зависимости от расчетной скорости, следует учитывать, что предельный уклон допустим на ограниченной длине, величина которой дается ниже в таблице.

Таблица 2 Значения предельных продольных уклонов и участков их длины по ходу трассы.

Расчетная скорость, км/час	Наибольший уклон, ‰	Предельная длина уклона в обычных условиях
150	30	1200
120	40	600
100	50	300
80	60	300
60	70	250
50	80	150
40	90	100
30	100	100

5. Определение расстояния видимости [3].

5.1. Поверхности дороги:

$$S_{n.o.} = \frac{v}{3.6} + \frac{\kappa_{_{9}}v^{^{2}}}{254\varphi} + l_{_{3}}\delta$$
 (8),

где $S_{n...\partial.}$ – расстояние видимости поверхности дороги, м;

 $V_{pacч.}$ – расчетная скорость, км/час;

 $\kappa_{\text{-}}$ — коэффициент, учитывающий эффективность действия тормозов; 1,3÷1,85, большее значение для грузовых автомобилей;

 φ — коэффициент продольного сцепления принимается от $(0,4\div0,6)$ зависит от состояния дорожной одежды. Меньшее значение принимается для I и II ДКЗ;

 $l_{3.6.}$ – зазор безопасности (3÷5м).

5.2. Видимость встречного автомобиля принимается по следующей зависимости:

$$S_{e,a} \approx 2 S_{n,\partial}$$
 (9),

 $S_{e,a}$ — расстояние видимости для встречного автомобиля, данный показатель принимается для дорог не имеющих разделительной полосы. 6. Наименьшие радиусы кривых в плане (R_{rop}) и продольном профиле (R_{Bept}) . [3].

а) Наименьший радиус кривой в плане:
$$R_{cop} = \frac{V^2}{127(\mu + i_{non})} \eqno(10),$$

 $R_{2op.}$ — радиус горизонтальной кривой, м;

 V^2 – расчетная скорость движения, м;

 μ - коэффициент поперечной силы, стремиться сдвинуть автомобиль в бок, поэтому данный коэффициент может быть принят равным $\varphi_{\delta o \kappa} \approx 0.24 \varphi$; где $\varphi_{60\kappa}$ – коэффициент бокового сцепления;

 φ – общее (прямое) сцепление на дороге, принимается в пределах $0.4 \div 0.6$;

 i_{non} – поперечный уклон проезжей части, принимается в пределах $(20\% \div 60\%)$.

Радиус горизонтальной кривой следует проверить на величину видимости в ночное время [3]:

$$R_{cop.ocb} = \frac{30S}{\alpha} \tag{11}$$

 $R_{200,000}$ — радиус в зависимости от освещенности; где

S – расстояние видимости поверхности дороги, м [см. формулу (8)];

 α – угол рассеивания света фарами, равный 2°.

б) Наименьший радиус вертикальной кривой. Радиус вертикальной определяется из условия обеспечения видимости выпуклой кривой поверхности дороги [3]:

$$R_{\text{\tiny GBIR.}} = \frac{S^2}{2d} \tag{12},$$

S – расстояние видимости поверхности дороги (см. формулу 8), м;

d – высота глаза водителя легкового автомобиля над поверхностью дороги составляет ≈ 1.2 м;

Радиус вертикальной выпуклой кривой определяется двух положений, к расчету принимаем больший:

І. Из условий освещенности в ночное время

$$R_{602} = \frac{S^2}{2(h_{\phi} + S_{\sin}\alpha/2)}$$
 (13),

где R_{602} – радиус вогнутой вертикальной кривой, м;

S – расстояние видимости поверхности дороги, м;

 h_{ϕ} – высота фар легкового автомобиля над проезжей частью – 0,75м;

 α – угол рассеивания фар (α =2°).

II. Из условий ограничения центробежной силы (перегрузка передних рессор).

$$R_{\theta\theta z} = v^2/a \tag{14},$$

где v – расчетная скорость, км/час;

a – величина центробежного ускорения (6,5 – 5м/сек²).

По результатам принятых расчетов технических нормативов составляется таблица.

Таблица 3 Технические нормативы проектируемой автодороги.

Наименование технических		•	
нормативов	По расчету	По СНиПу	Принято
Перспективная интенсивность, авт/сут			
Расчетная скорость, км/час			
Расстояние видимости поверхности			
дороги, м			
Расстояние			
видимости встреч. авто., м			
Ширина, м / Количество полос, шт.			
Ширина обочины, м			
Ширина проезжей части, м			
Ширина зем. полотна, м			
Предельный уклон, ‰			
Предельная длина участка, м			

Минимальная величина радиуса горизонтальной кривой, м		
Минимальная величина вертикальной выпуклой кривой, м		
Минимальная величина вертикальной вогнутой кривой, м		

Трасса дороги.

Данный раздел проекта предусматривает

1. Трассирование по карте (М 1:25000; 1:50000) между двумя конечными точками (А;Б), выданными руководителем проекта.

Трасса – это осевая линия, по которой определяют:

а) разбивку на пикеты (100м) и плюсовые точки (<100м) если имеются характерные особенности: место пересечения с рекой, суходолом, лесными просеками и другими препятствиями.

При трассировании по мелкомасштабным картам определяются несколько вариантов.

Следует выбирать оптимальные условия, например: реку, суходол, другую авто или железную дорогу следует пересекать под углом близким к 90°. Следует обходить населенные пункты или проходить трассой не ближе 300-400м от границы застройки, в лесных массивах следует использовать существующие просеки.

На мелкомасштабной карте ориентация север-юг, должны быть расположены в левом верхнем углу. Используя расчетные технические показатели прокладывают трассу.

На рис.1 даны характерные типы проложения трасс а/дороги.

На мелкомасштабной карте должны быть определены: углы поворота, прямые и кривые участки, разбит пикетаж. И в общих чертах решен вопрос о выборе детальных вариантов, выполняемых в М 1:10 000. Для составления детальных чертежей плана их следует выполнять на отдельном листе в М 1:10 000, для этого следует увеличить план и сориентировать его по генеральному направлению самой трассы. Рис. 2 и рис.3.

Описание вариантов трассы должно начинаться с определения длины ее по воздушной линии $L_{\text{возд.}}$ – (м) и дать основные направления (румб или дирекционный угол).

Далее по тексту обосновываются все принятые углы поворота их значения, основные элементы: R, K, T, Б, Д, если есть переходные кривые, то указывается их длина.

«Разбивка трассы» на закруглении без переходных кривых. (рис.4).

Основные формулы: радиус принимается в соответствии с характерными особенностями, но не менее допустимого.

$$K = \frac{\pi R \alpha}{180^{\circ}} \tag{12},$$

где R- радиус кривой;

 α – угол поворота, в градусах (измеренный транспортиром).

$$T = Rtg\alpha/2 \tag{13},$$

где T – тангенс кривой, м;

R, α – те же, что и в формуле (12).

$$\mathcal{E} = R(\sec\alpha/2 - 1) \tag{14},$$

где *B* – биссектриса, м.

$$\Pi K H K = \Pi K B Y - T; \quad \Pi K K K = \Pi K H K + K$$
 (15).

Если принятый радиус для всех дорог кроме I кат., менее 2000м или менее 3000м для дорог I категории, то определяются переходные кривые [3].

$$L_{nep} = \frac{V^3}{47IR} \tag{16},$$

где L_{nep} – переходная кривая по типу клотоиды;

V – расчетная скорость, км/час;

I — величина нарастания центробежного ускорения, м/сек³; для тяжелых условий $0.8\sim1$; для более свободных $0.3\div0.4$ м/сек³.

Вычисляется параметр клотоиды: $A = \sqrt{RL}$ (17), находят отношение: A/R.

Из таблиц переходных кривых [11] находятся все основные параметры клотоиды.

Р – величина сдвижки кривой или центра кривой, м;

t – малый тангенс клотоиды;

 $X_{\kappa}; Y_{\kappa}$ – начало и конец переходных кривых;

 β – угол переходной кривой $2\beta \le \alpha$.

Все элементы заносятся в таблицы ниже на рис.5. приводятся все элементы составной кривой:

$$L_{cocm.} = 2L_{nep} + L_{\kappa} \tag{18},$$

где $L_{cocm.}$ – составная кривая, м;

 L_{nep} – переходная кривая, м;

 L_{κ} – круговая кривая, м.

Для данного проекта разбивку составляют для симметричных переходных кривых.

Расчет элементов и разбивку переходных кривых проводим с использованием таблиц [10], [11]. Однако, в дальнейшем после ознакомления с этим методом следует использовать компьютерную программу по данному вопросу.

Определяется длина переходной кривой L_n :

$$L_n = V^3 / 47IR \tag{19},$$

где V – расчетная скорость, км/час;

I – величина нарастания центробежного ускорения (0,3÷0,7), м/сек³.

Определяется параметр переходной кривой A:

$$A = \sqrt{RL_n} \tag{20}.$$

Определяется отношение A:R из таблиц выписывают значения:

A/R; L_n/R ; P/R; t/R; X_k/R ; Y_k/R ; β_i ,

где t – величина малого тангенса, м;

P – величина сдвижки центра кривизны, м;

 X_{κ} ; Y_{κ} – координаты конца переходной кривой, (ряд Маклорена);

 X_{i} ; Y_{i} — промежуточные координаты.

$$X_{i} = L_{i} - \frac{L_{i}^{3}}{40A^{4}} + \frac{L_{i}^{9}}{3456A^{4}} + \dots$$

$$Y_{i} = \frac{L_{i}^{3}}{6A^{2}} - \frac{A^{7}}{336A^{6}} + \frac{L_{i}^{11}}{44240A^{10}} - \dots$$

задаваясь значениями L_i с определенным шагом (40-50) в пределах длины (L_n) можно разбить кривую, вычисления можно производить с использованием таблиц [10,11].

Пример 1. См. рис. 7. табл. для 1 угла.

Разбивка трассы на уч. №1 $\alpha = 36^{\circ}22'$ без переходных кривых.

Исходные данные: категория автодороги Іб; расчетная скорость V = 150 км/час; радиус по условиям трассирования R = 1000 м.

Определяется величина кривой $L_{\kappa} = \pi R \alpha / 180^{\circ} /$

 $L_{\kappa} = 3.14 \cdot 1000 \cdot 36.22/180 = 634.72 \text{m}.$

Величина тангенса $T = Rtg\alpha/2$; $T = 1000 \cdot 0.32846 = 328.46 \text{ м}$.

Величина биссектрисы $\overline{B} = R(\sec\alpha/2-1); \overline{B} = 1000(1,05256-1) = 52,56 \text{м}.$

Величина домера $\Pi = 2T-L_{\kappa}$; $\Pi = 2.328,46-634,72 = 22,20 м.$

Определяется пикетажное положение на плане трассы М 1:10 000, определяется пикетаж угла №1: ГК ВУ №1 = ПК 57 + 18 (с разбивкой на км и ПК это составит 5км700ПК + 18м).

$$HK^{3akp} = \Pi K 57 + 18 - (3\Pi K + 28,46) = \Pi K 53 + 89,54$$

$$KK^{3akp} = \Pi K 53 + 89,54 + (6\Pi K + 34,72) = \Pi K 60 + 24,26.$$

Пример 2. см. рис. 8. табл. для 2 угла.

Разбивка закругления с двумя симметричными клотоидами и круговой кривой.

Угол №2 $\alpha = 36^{\circ}22'$ ВУ = ПК 70 + 18.

Исходные данные: категория автодороги Іб, расчетная скорость V=150 км/час, радиус по условиям трассирования R=1000 м.

Определяем переходную кривую (клотоиду) $L_{\text{пер}} = V^3/477R$; $L_{\text{пер}} = 150^3/47 \cdot 0.5 \cdot 1000 = 143.6$ м.

Определяем параметр клотоиды $A = \sqrt{RL}$; $A = \sqrt{1000.143,6} = 380$ м

Из таблиц [10] и [11] вычисляем следующие соотношения:

A/R = 0,380; L/R = 0,1444; P/R = 0,000869; t/R = 0,07219; $X_{k/R} = 0,144325; Y_{k/R} = 0,003474; \beta = 4^{\circ}08'12''.$

Умножая табличные значения на радиус (в данном случае на 1000) имеем: $A_{\scriptscriptstyle T}=380;~L_{\scriptscriptstyle 1,2}^{\scriptscriptstyle T}=144,4$ м; $P=0,869;~t=72,19;~X_{\scriptscriptstyle K}=144,32;~Y_{\scriptscriptstyle K}=3,47$ (обозначения всех данных см. выше, формулы

Вычисляем оставшийся угол круговой кривой ү;

$$\gamma = \alpha - 2\beta$$
; $\gamma = 36^{\circ}22' - 2\cdot 4^{\circ}08'12'' = 28^{\circ}05'36''$.

Длина оставшегося участка круговой кривой будет уменьшена за счет двух переходных кривых:

$$L_{\text{\tiny KK}} = \frac{3,14 \cdot 1000 \cdot 28^{\circ}05'36''}{180} = 490,30 \text{M}$$

т.к. сдвижка центра кривизны - р = 0.87м незначительна, ей пренебрегаем.

Общая длина закругления:

 $L_{\text{зак}} = 2L_{1,2}^m + L_{\text{кк}}; L_{1}^m -$ длина переходной кривой скоррект. по таблице:

$$L_{3ak} = 2 \cdot 144,4 + 490,30 = 779,1_{M}.$$

Определяем: пикетаж начала закругления НЗ; КЗ; начало оставшейся круговой кривой, конец оставшейся кривой $K_{\kappa\kappa}$:

 $\Pi K H3 = \Pi K B H - (T + t),$

T.e. $\Pi K H3 = \Pi K 70 + 18 - (328,46 + 72,19) = \Pi K 66 + 17,35$;

 $\Pi K K3 = H3 + 2L_{mk} + L_{kk};$

T.e. $\Pi K K3 = \Pi K 66 + 17,35 + 7\Pi K + 79,10 = \Pi K73 + 96,45$.

 $\Pi K H K K = \Pi K H 3 + X_K = \Pi Y 66 + 17,35 + 144,32 = \Pi K 67 + 61,67$

 $\Pi K KKK = \Pi K HKK + L_{KK} = \Pi K 67 + 61,67 - 490,30 = \Pi K72 + 51,97.$

Полученные значения заносим в таблицу №4 и на рис.7 и рис.8.

Длина (L) прямой вставки между углами №1 и №2.

 $L_{\text{п.в}}$ = ПК НЗ при уч.№2 – ПК КЗ при уч. №1

 $L_{\text{\tiny II.B.}} = (\Pi \text{K } 66 + 17,35) - (\Pi \text{K } 60 + 24,36) = 6617,35 - 6024,36 = 592,99 \text{M}.$

Длина (L_в)расстояния между вершинами углов:

 $L_{\rm B} = \Pi \dot{K} \, B \dot{y} \, N_{\rm D} 2 - \Pi \dot{K} \, B \dot{y} \, N_{\rm D} 1$

 $L_{B} = \Pi K 70 + 18 - \Pi K 57 + 18 = 1300.$

Таблица 4

Ведомость прямых и кривых

	Углы				K	ривые				Прямые	;
No॒	ПК	Угол	β_1	A ₁ ,	L ₁ , M	Т ₁ , м	нач.	нач.К	Прям	Расст	Румб,
УΓ	вер	пово	град	M			закр.	К	ая	м-ду	дирек
ла	ШИ	рота					ПК +	ПК +	встав	верш.	угол,
	на	+	α _{κκ} ,	R , м	$L_{\kappa\kappa}$,	Д, м	L _{зак} , м	Б, м	ка	углов	град.
	угла	прав	град		M					M	
		-лев,	B_2	A ₂ ,	L ₂ , M	Т2, м	кон.	кон.К			
		град	град	M			закр.	К			
							ПК +	ПК +			
	Н.тр	0+00			Ba	риант I					
	Разбиві	ка без	-	-	-	328,46	ПК53	ПК 53			
	перехо	дных					+89,54	+89,54			
	крив										
1	ПК	+36°	36°	1000	634,	22,20	634,72	52,56			
	57+18	22'	22'		72						
			-	-	-	328,46	ПК60	ПК60	5592,	1300	60,08
							+24,26	+24,26	99		
	Разбиі		4°08'	380	144,4	328,46	ПК 66	ПК67			
	переход		12"				+17,35	+61,67			
	кривн				400.2						
2	ПК	-36°	28°0	1000	490,3	22,20	779,1	52,56			
	70+18	22'	5'36"	200	1444	220.46		H1250			
			4°08'	380	144,4	328,46	ПК73	ПК72			
			12"		D	7.7	+96,45	+51,97			
		0.00			Ва	риант II					
	н. тр	0+00									
1	ши										
1	ПК	α									
	ши										
2	ПК	α									

Примечание: 1) данная ведомость составлена с учетом ручного и машинного счета всех основных элементов;

2) β_1 ; β_2 — углы переходных кривых; A_1 ; A_2 — параметры клотоид; L_1 ; L_2 — клотоиды; R — радиус круговой кривой; $L_{\kappa\kappa}$ — длина круговой кривой (при разбивке с переходными кривыми угол кк, уменьшенный на 2/3; T_1 ; T_2 — тангенсы с основной кривой, при угле на уменьшенный на 2/3; E — биссектриса и μ — домер для полной кривой.

после составления ведомостей табл. 4 по всем вариантам должны быть сделаны контрольные проверки:

$$2\sum T - \sum K = \sum D \tag{21}$$

$$\sum \overline{\alpha}_{\text{пев}} - \sum \alpha_{\text{пр}} = R_{\text{нач}} - R_{\text{кон}}$$
 (22)

$$\sum \Pi + \sum K = \alpha$$

$$\sum S - \sum D = \alpha$$
(23)
(24)

где $\sum T$ – сумма длин тангенсов;

 $\sum K$ – сумма длин кривых;

 $\sum D$ – сумма длин домеров;

 $\sum \alpha_{\text{лев}}$ — сумма углов поворота «влево»;

 $\sum \alpha_{np}$ – сумма углов поворота «вправо»;

R_{нач} – начальный румб трассы;

R_{кон} – конечный румб трассы;

 $\Sigma\Pi$ – сумма прямых вставок;

L – пикетажная длина трассы;

 $\sum S$ – сумма расстояний между смежными углами поворота.

Варианты трассы должны быть конкурентоспособными, т.е. у каждого варианта должны быть и положительные и отрицательные характеристики.

Таблица 5

No		Изморита	Bapı	иант	Результат	
п/п	Показатели	Измерите ль	I	II	+	+
1	2	3	4	5	6	7
1	Длина трассы	КМ				
2	Коэффициент удлинения	-				
3	Суммарная величина углов поворота	град.				
4	Средняя величина угла поворота	град.				
5	Минимальный радиус кривой в плане	М				
6	Средняя величина радиуса	M				
7	Суммарное протяжение кривой	M				
8	Наибольший продольный уклон	тыс.				
9	Протяжение участков с	КМ				
	максимальным продольным					
	уклоном					
10	Количество пересечений с	ШТ				
	автодорогами в одном					
11	То же в разных условиях	ШТ.				
12	Искусственные сооружения	шт/п.м.				
13	Протяжение сложных участков	KM				
	(болота, овраги и т.д.)					
14	Другие показатели					

После сравнения вывод о принятом варианте.

2. Расчет дорожной одежды.

Для расчета необходимы следующие исходные данные [12], [2], [3].

- 1. Категория автомобильной дороги.
- 2. Интенсивность грузового и автобусного движения с учетом перспективы 15 лет для всех категорий, для V кат. автодороги 10 лет.
- 3. Интенсивность должна быть приведена к расчетной, группы A-10тн или 11,5 тн.
- 4. Интенсивность должна быть определена с учетом полосности, т.е. авт/час на полосу.
- 5. Дорожно-климатическое районирование (пять 30H, выбрать района проектирования), зависимости OT ТИП местности ПО увлажнению; І сухая местность; ІІ увлажненная в весенне-осенний сильноувлажненная. IIIЭтот ТИП принимается согласованию с руководителем.
- 6. Собственно расчет, т.е. подбор и моделирование всех слоев дорожной одежды. Расчет ведется для одного примера, но по пяти критериям:
 - I. По величине упругого прогиба.
 - II. По растяжению связных слоев на изгиб.
 - III. По величине касательных напряжений в несвязных слоях (подстилающий грунт, песок, щебень) расчет на сдвиг.
 - IV. На величину дренирующего слоя.
 - V. На величину морозного пучения, данный расчет может не производиться, если дорога находится в IV V ДКЗ (дорожно-климатической зоне).

Каждый критерий должен быть проверен по нормативным данным, после этого дается окончательный конструктивный разрез по дорожной одежде.

Подробно методика расчета дается в специальной литературе.

Проектирование продольного профиля.

Величины максимального продольного уклона и радиусы вертикальных кривых определены в разделе технические нормативы (см. табл.3).

I этап: Определение контрольных точек (т.е. фиксированных), которые следует вычислить или принять точно по исходным данным:

- начало и конец трассы, отметками задаются и согласовывают с руководителем;
- пересечения с логами и водотоками, где будут устроены трубы, мосты:

$$h_{\text{контр.}} = H_{\text{лога}} + d_{\text{тр}} + \delta + h_{\text{под}} + h_{\text{до}}$$
 (25), где $h_{\text{контр}}$ – контрольная точка, в абсолютных или относительных отметках;

Нлога – отметка пониженной части рельефа, м;

d – диаметр трубы (для дорог I и II кат. d>1,25м).

Примерные данные диаметров: 1,0м; 1,25м; 1,5м; 1,75м; 2,0м; 2,5 можно эти диаметры сдвоить, например 2x2,5.

Все трубы железобетонные, поэтому

 δ – толщину труб принять 0,10-0,15м;

 $h_{\text{под}}$ – толщина подушки $\approx 0,4\text{-}0,5$ грунт;

h_{до} – толщина дорожной одежды.

Пример №3.

 $H_{\text{контр}} = 120,0_{\text{M}} + 1,5_{\text{M}} + 0,10_{\text{M}} + 0,40 + 0,70 = 122,70$

Эту точку (в масштабе продольного профиля откладывают над пикетажным положением лога).

- пересечение с рекой, контрольная отметка для данного проекта принимается обобщенный:

$$H_{M\Pi 4} = h_{Mex} + h_{BB} + h_{\Gamma} + h_{\Pi C}$$
 (26),

где $H_{\text{мпч}}$ – отметка проезжей части на мосту;

 $h_{\mbox{\tiny Meж}}$ — наинизший уровень воды (по карте или согласовывается с руководителем); уровень межени.

 $h_{\text{вв}} = h_{\text{меж}} + (2-4\text{м})$ ориентировочно; уровень высокой воды

 $h_{\scriptscriptstyle \Gamma}$ – габарит над $h_{\scriptscriptstyle BB}$ \approx 4-7м по согласованию;

 h_{nc} – высота пролетного строения; = 1,12 – 1,74 м.

- пересечение с другой дорогой:

$$H_{\pi} = h_{\text{Hac}} + h_{\Gamma} \tag{27},$$

где H_{π} – отметка над дорогой;

 $h_{\text{нас}}$ – высота насыпи на пересекаемой дороге (условно 2-5м);

 $h_{\rm r} \approx 6,0$ м, высота над проезжей частью, м.

Если дорога запроектирована ниже существующей, то Н контр. точки ориентировочно составит:

$$H_{\text{конт}} = H_{\text{сущ.ад}} - h_{\text{габ}} \tag{28},$$

где $H_{\text{конт}}$ – отметка по профилю, м;

 $H_{\text{сущ}}$ – отметка рельефа у дороги ($H_{\text{сущ}}$ = $H_{\text{нас}}$ – h),

где Н_{нас} – отметка существующей насыпи;

h – высота насыпи;

 h_{rab} – габарит (высота проезжей части над рельефом дороги $\approx 6,0-6,5$ м).

Наметив контрольные точки над черным рельефом продольного профиля (следует отметить выше контр. точек проектировать можно, а ниже нельзя), анализируется рельеф.

Существуют два принципа проектирования красной линии:

A — по обертывающей (огибающей), с отступом на величину h_{pyk} , при спокойном рельефе, если естественные уклоны не превышают допустимый; B — по секущей, чередование выемки и насыпи.

Продольные уклоны следует изменять в сторону уменьшения, если перед этим был участок предельного уклона.

Но и принимать плоские (без уклонов) участки не рекомендуется, т.к. затрудняются условия продольного водоотвода. Наметив с помощью ломаных линий (разные уклоны) красную линию, в нее вписывают вертикальные выпуклые, вогнутые, или однонаправленные (нисходящие или восходящие вертикали кривые) величины радиусов вертикальных кривых определены в табл.4.

Определение $h_{\text{рук.}}$ — руководящая отметка насыпи ниже или выше которой не следует проектировать красную линию, если таковое будет, надо дать обоснованные.

 $h_{\text{рук}}$ из условий снегозаносимости

$$h_{\text{DVK}} = h_{\text{CH}} + h_{3a\Pi}$$
 (29),

где h_{pvk} – руководящая отметка насыпи, м;

 h_{ch} — толщина снежного покрова, определяется по табл.[1]. Для ориентировки можно рекомендовать: Прибалтика, Ленинградская, Псковская обл. 20-30см; юг Европейской части — 5-10см; север Европейской части 60-80см; Центр и Среднее Поволжье — 40-60см; Приуралье — 70-100см.

 $h_{\text{зап}}$ – допустимый запас над уровнем снегового покрова:

1,2 – для дорог I категории;

0,7 – для дорог II категории;

0,6 – для дорог III категории;

0,5 – для дорог IV категории;

0,4 – для дорог V категории.

Второе условие определения (h_{pyk}) – руководящей отметки из грунтовых геологических условий, табл. 6.

Таблица 6 Возвышение руководящей отметки из условий грунтово-геологических

	Наименьшее возвышение поверхности					
Грунт рабочего слоя	покры	покрытия, м, в пределах дорожно-				
т рунт раобчего слоя	клим	иатического	райониров	ания		
	II	III	IV	V		
Песок мелкий, супесь легкая,	1,1	0,9	0,75	0,5		
крупная, супесь легкая	0,9	0,7	0,55	0,3		
Песок пылеватый, супесь	1,5	1,2	1,1	0,8		
пылеватая	1,2	1,0	0,8	0,5		
Суглинок легкий, суглинок	2,2	1,8	1,5	1,1		
тяжелый, глина	1,6	1,4	1,1	0,8		
Супесь тяжелая, пылеватая,	2.4	2.1	1 8	1.2		
суглинок легкий пылеватый,	$\frac{2,4}{1,8}$	$\frac{2,1}{1,5}$	$\frac{1,8}{1,3}$	$\frac{1,2}{0,8}$		
суглинок тяжелый пылеватый	1,0	1,3	1,3	0,8		

Примечание: над чертой, стояние грунтовых вод и верховод более 30 суток; под чертой – менее 30 суток.

Окончательная рабочая отметка насыпи h_{pyk} принимается большая из двух условий, о которых говорилось выше: снегозаносимость или грунта.

Проектирование по «обертывающей», является основным методом для дорог всех технических категорий, кроме первой. Поэтому начинать работу по нанесению проектной линии следует с установления возможности использования именно этого способа. Другой метод проектирования красной линии (по «секущей») следует применять только в том случае, когда возможность проектирования ПО «обертывающей» ограничивается максимальным продольным уклоном для дороги данной технической категории. Что касается самой техники нанесения проектной линии, то наилучший результат достигается при использовании набора прозрачных (метод Антонова). ЭТОМ случае проектная оптимизируется по отношению к рельефу и облегчается работа по разбивке вертикальных кривых. Приемы работы с лекалами описаны в специальной литературе.

Другой технический прием проектирования продольного профиля известен как метод «тангенсов», он может быть рекомендован в чистом виде лишь в случаях, когда протяжение вертикальных кривых составляет незначительную часть общей длины или вовсе не требуются. В остальных случаях, когда вертикальные кривые необходимы, нанесение проектной линии и соответствующие расчеты могут быть выполнены изложенным ниже комбинированным способом.

Сущность его заключается в том, что проектная линия наносится вначале в виде ломаной, после чего в необходимых случаях в переломы проектной линии вписываются вертикальные кривые, исходя из расчетной алгебраической разности уклонов, который фиксируется как угол вертикальной кривой.

$$\Delta i = (i_{npeo}) - (i_{nocn}) \tag{30}$$

где Δi – угол вертикальной кривой;

 $i_{nped.}$ – уклон на предыдущем участке, в десятичных дробях;

 i_{nocn} – уклон на последующем участке, в десятичных дробях.

Если уклон на подъем, знак (+), если на спуск, знак (-), поэтому разноименные уклоны складывают.

Вертикальные кривые следует вписывать при следующих значениях Δ .

I - II - кат., равные и более 0,005 = 5‰;

III кат., равные и более 0,010 = 10%;

IV - V кат., равные и более 0.015 = 15%

Определяется пикетажная кривизна начала и конца каждой вертикальной кривой:

$$HBK = BY - T \tag{31}$$

$$KBK = BY + T \tag{32},$$

где HBK, KBK — соответственно начало и конец вертикальной кривой, м; T — тангенс вертикальной кривой.

$$L_{\rm gK} = \Delta i \cdot R \tag{33}$$

$$T = \frac{L_{\text{gK}}}{2} \tag{34},$$

где $L_{\text{вк}}$ – длина вертикальной кривой, м;

R — радиус вогнутой или выпуклой кривой принимается по допустимой величине, см. табл. [1] .

На этом участке производится детальная разбивка вертикальной кривой.

Рассматривается пример детальной разбивки.

<u>Пример</u>. Требуется выполнить детальную разбивку вертикальной кривой на участке выпуклого перелома проектной линии при следующих значениях исходных данных.

- пикетажное положение перелома проектной линии ПК 10+50;
- высотная отметка перелома 150,0, м;
- начальный уклон +0.050;
- конечный уклон + 0,10;
- расчетный радиус вертикальной кривой 10 000м.

Решение.

1) Вычисление элементов вертикальной кривой:

$$\Delta i = +0.0560 - (+0.010) = +0.040;$$

$$K = R\Delta i = 1000 \cdot 0,040 = 400 M;$$

$$T = K/2 = 200M$$
;

$$B = T/2R = 200 \cdot 200/2 \cdot 10\ 000 = 2.0\ M.$$

2) Определим пикетажное положение начала и конца кривой:

$$HK = BY - T = \Pi K 10 + 50 - 200 = \Pi K 8 + 50;$$

$$HK = BY + T = \Pi K 10 + 50 + 200 = \Pi K 12 + 50.$$

3) Определим высотные отметки начала, конца и середины кривой:

$$H_H = H_V - Ti_1 = 150,00 - 200 \cdot 0,50 = 140,00$$

$$H_K = H_Y + T_{i_2} = 150,00 + 200 \cdot 0,10 = 152,00$$

$$Hc = Hy - F = 150,00 - 2,0 = 148,00$$

Отметки выписываются в соответствующей графе продольного профиля. Промежуточные отметки определяются по формуле:

4) Найдем ПК места нуля:

$$\Pi K M0 = HK + I_0 = \Pi K 8 + 50 + R \cdot 0.050 = \Pi K 13 + 50$$

5) Найдем высотную отметку М0

 $H_{\text{м0}} = H_{\text{H}} + h_0$, где H — высотная отметка; h — превышение нулевой отметки, м. $h_0 = Ri^2/2 = 1~000 \cdot 0,050^2/2 = 12,5$

 $H_{M0} = 140,00 + 12,5 = 152,50 \text{ M}.$

В данном случае мы имеем только восходящую ветвь вертикальной кривой (место нуля выходит за ее пределы), поэтому привязка М0 на продольном профиле не делается. При расположении М0 в пределах кривой пикетажная привязка должна быть обязательно показана.

6) Вычислим отметки на пикетах 9, 10, 11, 12, используя формулу: $h=l^2/2R$,

где h – разность отметок M0 и данной точкой;

1 – расстояние точки от М0.

Для удобства расчеты сводим в таблицу.

Таблица

N_0N_0	ПК +	Расстояние от M0 Превышения		Проектная
точек			превышения	отметка
1	8 + 50	500	12,50	140,00
2	9 + 00	450	10,12	142,38
3	10 + 00	350	6,12	146,38
4	10 + 50	300	4,50	148,00
5	11 + 00	250	3,12	149,38
6	12 + 00	150	1,12	151,38
7	12 + 50	100	0,50	152,00

Аналогичные расчеты выполняются для всех остальных вертикальных кривых. Проектные отметки на прямых участках продольного профиля определяются по формуле:

$$H_n = H_n \pm il$$
,

где n – номер точки;

i – уклон линии;

1 – расстояние между точками.

Приняв окончательные выводы по продольному профилю, как наиболее сложному и творческому процессу обводим принятые решения, после согласования с руководителем.

На продольном профиле резюмируется (заключаются) все творческие решения.

Ниже на рис. 11 представлен пример участка продольного профиля.

Условные обозначения к этому чертежу см. в приложении №2.

Тип грунтов по классификации см. приложение №1.

Рабочие поперечники.

На основании рабочих отметок продольного профиля делается анализ основных типов поперечных сечений земляного полотна. В соответствии с классификацией (невысокие, средние, высокие насыпи то же выемки), по типовым альбомам подбираются соответствующие решения и вычерчиваются имеющиеся типы (три, пять, т.е. сколько разных значений

высот/глубин) на миллиметровой бумаге с привязкой к рельефу местности, см. приложение №3, а также заполняются графы 2,3 продольного профиля. Рис. 11 соответственно рабочим поперечникам.

Рабочие поперечники вычерчиваются на миллиметровой бумаге в M_r 1:200; M_B 1:100 или в M_r 1:200; M_B 1:200.

Задачи проектирования водоотвода состоят в следующем:

- расстановка водопропускных сооружений (труб и малых мостов);
- выделение участков водоотводных канав, требующих укрепления;
- размещение на продольном профиле других водоотводных сооружений (перепады, быстротоки, нагорные канавы, водосборы) и их обозначение.

Малые мосты проектируются при пересечении дорогой постоянных водотоков. В остальных случаях следует предусматривать трубы диаметром не менее 1,0 м. При отсутствии на продольном профиле выраженных понижений (логов), во избежании переполнения верховых канав не менее, чем через 0,5 км трассы следует ставить пропускные трубы. Все трубы должны быть привязаны к пикетажу. Отметка горизонта подпертой воды (ГПВ) в первом курсовом проекте показывается условно (не более отметки верха трубы).

Проектирование кюветов (резервов) заполняется в график 9 сетки продольного профиля. Ниже описаны наиболее характерные случаи специального проектирования водоотвода.

Случай 1. Уклон проектной линии на участке выемки или невысокой насыпи с боковыми резервами или кюветами меньше минимального значения, обеспечивающего нормальный водоотвод (0,005). В этом случае во избежание заиливания канав и застоя воды в них рекомендуется устраивать канавы переменной глубины с уклоном, большим минимального значения. При этом направлении уклона канавы может быть противоположным уклонам дороги.

Случай 2. Близко расположены 2 лога, в этом случае в более глубоком логе укладывается труба, а для сброса воды к ней из соседнего лога проектируется соединительная канава с верховой стороны.

Случай 3. В силу объективных причин нет возможности поднять отметку бровки земляного полотна над трубой при укладке ее на естественную поверхности земли (например, около пересечения дорог на одном уровне). В этом случае трубу заглубляют, и к ней с верховой стороны подводят водоотводные канавы. В описанных и аналогичных случаях дно проектируемых на данном участке канав обозначается на продольном профиле пунктирной линией, а в графах показываются уклоны, расстояния и отметки дна канавы. На участках обеспеченного водоотвода графы левого и правого кювета остаются не заполненными.

Укрепление русел канав проектируется в соответствии с рекомендациями, имеющимися в литературе [3,5], в зависимости от продольного уклона и типа грунта.

Определение объемов земляных работ.

Объем земляных работ определяется по всем рабочим отметкам продольного профиля с учетом типов поперечника профилей земляного полотна.

Для вычисления может быть применен любой из методов: по формулам, по номограммам, по таблице [1, приложение 4], с применением ЭВМ. При ручном подсчете результаты заносятся в ведомость, приложение №4. При подсчете земляных работ прикладывается машинная ведомость.

Деталь проекта.

Деталь проекта выполняется по заданию руководителя курсового проектирования и под его непосредственным руководством.

Для детальной разработки рекомендуются следующие вопросы.

- 1. Разбивка закругления с переходными кривыми.
- 2. Детальная разбивка виража и уширения проезжей части на кривой малого радиуса.
- 3. Графо-аналитическое определение границы видимости на кривой.
- 4. Построение плана участка дороги с детальным решением водоотвода.

В зависимости от конкретных условий, по усмотрению руководителя, могут быть предложены и другие вопросы, встречающиеся в практике проектирования. Общим условием при этом является обязательная увязка детали с основным проектом.

Требования к оформлению чертежей и пояснительной записки.

Курсовой проект оформляется в соответствии с требованиями и правилами стандарта «Дипломные и курсовые проекты», КГАСА, кафедра Автомобильные дороги.

Форматы чертежей плана трассы, продольного профиля и поперечных профилей должны иметь размер по ширине, кратной 298мм. Размер длины выбирается в зависимости от протяженности трассы и числа поперечников по таблице производных форматов A4: 630 мм, 841 мм; 1051 мм, 1261 мм и т.д.

План трассы выполняется на чертежной бумаге, продольный профиль и поперечные профили – на миллиметровке.

Чертеж детали выполняется на листе формата А2 или А3.

Ситуация на чертежах плана трассы показывается в соответствии с действующими условными обозначениями. Продольный профиль выполняется по образцу, имеющемуся в литературе [3,5] и в приложении.

Проектную линию продольного профиля рекомендуется выделять красным цветом. На первой странице пояснительной записки вычерчивается угловой штамп (основная надпись).

Все материалы курсового проекта должны быть сброшюрованы в следующем порядке:

- 1. Титульный лист.
- 2. Бланк задания.
- 3. Содержание.
- 4. Текст пояснительной записки.
- 5. Приложение.
- 6. Список использованной литературы.
- 7. Исходный топографический план.

Приложение 1

		приложение г
		Средняя
$N_{\underline{0}}$	Наименование и краткая характеристика грунтов	плотность в
Π/Π	паименование и краткая характеристика грунтов	естественном
		залегании, кг/м3
1	Алевролиты:	
	а) низкой прочности	1500
	б) малопрочные	2200
2	Ангидрит	2900
3	Аргиллиты	
	а) плитчатые малопрочные	2000
	б) массивные средней прочности	2200
4	Бокситы средней прочности	2600
5	Вечномерзлые и мерзлые сезонно-протаивающие	
	грунты:	
	а) растительный слой, торф, заторфованные грунты	
	б) пески, супеси, суглинки и глины без примесей	1150
	в) пески, супеси, суглинки и глины с примесью	1750
	гравия, гальки, дресвы, щебня в количестве до 20% и	
	валунов до 10%	
	г) пески, супеси, суглинки и глины с примесью	1950
	гравия, гальки, дресвы, щебня в количестве более	2100
	20% и валунов более 10%, а также гравийно-	
	галечные и щебенисто-дресвяные грунты	

6	Галечно-гравийно-песчаные грунты (кроме	
	моренных) при размере частиц: a) до 80 мм	1750
	б) свыше 80 мм	1950
	в) свыше 80 мм с содержанием валунов до 10%	1950
	г) свыше 80 мм с содержанием валунов до 30%	2000
	д) свыше 80 мм с содержанием валунов до 70%	2300
	е) свыше 80 мм с содержанием валунов свыше 70%	2600
7	Гипс	2200
8	Глина:	
	а) мягко- и тугопластичная без примесей	1800
	б) мягко- и тугопластичная с примесью щебня,	
	гальки, гравия или строительного мусора до 10%	1750
	в) мягко – и тугопластичная с примесью более 10%	1900
	г) полутвердая	1950
	д) твердая	1950-2150
9	Грунт растительного слоя:	
	а) без корней кустарника и деревьев	1200
	б) с корнями кустарника и деревьев	1200
	в) с примесью щебня, гравия или строительного	1400
	мусора	
10	Грунты ледникового происхождения (моренные):	
	а) пески, супеси и суглинки при коэффициенте	1600
	пористости или показателе консистенции более 0,5 и	
	содержании частиц крупнее 2 мм до 10%	
	б) пески, супеси и суглинки при коэффициенте	1800
	пористости или показателе консистенции до 0,5,	
	глины при показателе консистенции более 0,5 и	
	содержании частиц крупнее 2 мм до 10%	
	в) глины при показателе консистенции до 0,5 и	1850
	содержании частиц крупнее 2 мм до 10%, пески,	
	супеси, суглинки и глины при коэффициенте	
	пористости или показателе консистенции более 0,5 и	
	содержании частиц крупнее 2 мм:	1000
	г) до 35%	1800
	д) до 65%	1900
	е) более 65%	1950
	пески, супеси, суглинки и глины при коэффициенте	
	пористости или показателе консистенции до 0,5 и	
	содержании частиц крупнее 2 мм:	2000
	ж) до 35%	2000

	\ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	2100
	3) до 65%	2100
	и) более 65%	2300
	к) валунный грунт (содержание частиц крупнее	2500
	200мм более 50%) при любых показателях	
	пористости и консистенции	
11	Доломит:	
	а) средней прочности	2700
	б) прочный	2800
12	Дресва в коренном залегании (элювий)	2000
13	Дресвяный грунт	1800
14	Змеевик (серпантин):	
	а) малопрочный	2400
	б) средней прочности	2500
	в) прочный	2600
15	Известняк:	
	а) малопрочный	1200
	б) средней прочности	2300
	в) прочный	2700
16	Кварцит сланцевый средней прочности	2500
17	Конгломераты и брекчии:	
	а) на глинистом цементе малопрочный	1900-2100
	б) на известковом цементе средней прочности	2300
	в) на кремнистом цементе прочный	2600
18	Коренные глубинные породы (граниты, гнейсы,	
	диориты, сиениты, габбро и др.) выветривающиеся:	
	а) крупнозернистые и дресвяные малопрочные	2500
	б) среднезернистые средней прочности	2600
	в) мелкозернистые прочные	2700
19		2600
20	Лёсс:	
		1600
	*	1800
		1800
21	Мел:	
		1550
	-	
22	, 1	
	•	1900
20	а) мягкопластичный б) тугопластичный в) твердый	1600 1800

		2500
	в) средней прочности	2500
23	Мрамор	2700
24	Мусор строительный:	
	а) рыхлый и слежавшийся	1800
	б) сцементированный	1900
25	Опока	1900
26	Пемза	1100
27	Песок:	
	а) без примесей	1600
	б) с примесью щебня, гальки, гравия или	1600
	строительного мусора до 10%	
	в) с примесью более 10%	1700
	г) барханный и дюнный	1600
28	Песчаник:	
	а) выветрившийся малопрочный	2200
	б) на глинистом цементе средней прочности	2300
	в) на известковом цементе прочный	2500
29	Ракушечник:	
	а) слабосцементированный низкой прочности	1200
	б) сцементированный малопрочный	1800
30	Скальные грунты, предварительно разрыхленные	-
	(кроме отнесенных к IV и V группам)	
31	Сланцы:	
	а) выветрившиеся низкой прочности	2000
	б) глинистые малопрочные	2600
	в) средней прочности	2800
	г) окварцованные прочные	2300
32	Солончак и солонец:	
	а) пластичные	1600
	б) твердые	1800
33	Суглинок:	2000
	а) мягкопластичный без примесей	1700
	б) мягкопластичный с примесью гальки, щебня,	1700
	гравия или строительного мусора до 10% и	1700
	тугопластичный без примесей	
	в) мягкопластичный с примесью более 10%,	1750
	тугопластичный с примесью до 10%, а также	1750
	полутвердый и твердый без примесей и с примесью	
	до 10%	
	г) полутвердый и твердый с примесью щебня, гальки,	1950
	гравия или строительного мусора более 10%	1750
	There is the interpretation of the control of the c	

34	Супесь:		
	а) пластичная без примесей	1650	
	б) твердая без примесей, а также пластичная и	1650	
	твердая с примесью щебня, гальки, гравия или		
	строительного мусора до 10%		
	в) пластичная и твердая с примесью более 10%	1850	
35	Торф:		
	а) без древесных корней	800-1000	
	б) с древесными корнями толщиной до 30 мм	850-1100	
	в) с древесными корнями толщиной более 30 мм	900-1200	
36	Трепел:		
	а) низкой прочности	1550	
	б) малопрочный	1770	
37	Туф	1100	
38	Чернозем и каштановый грунт:		
	а) пластичный	1300	
	б) пластичный с корнями кустарника и деревьев	1300	
	в) твердый	1200	
39	Щебень:		
	а) при размере частиц до 40 мм	1750	
	б) при размере частиц до 150 мм	1950	
40	Шлак:		
	а) котельный рыхлый	700	
	б) котельный слежавшийся	700	
	в) металлургический выветрившийся	-	

Приложение №2

См. рис. 6. Основные условные обозначения на продольных профилях 1 – репер 7, отметка 537,211, расположен в 30 м вправо от ПК 17+65;

- 2 автомобильные съезды в переезды: а съезд по типовому проекту II-а влево в 98м от предыдущего пикета: б переезд по типовому проекту I-а в 60м от пикета;
- 3 железнодорожные переезды: а неохраняемый переезд на ПК +27м;
- 6 охраняемый переезд на ПК +83м. Цифры над флажками указывают категорию переезда;
- 4 водоотвод: а направление нагорной канавы и ее протяжение; 6 сброс воды влево; в сбор воды вправо;
- 5 вертикальные кривые: а выпуклая вертикальная кривая с восходящей и нисходящей ветвями; б выпуклая кривая с нисходящей ветвью; в вогнутая вертикальная кривая с нисходящей и восходящей ветвями, середина кривой

- расположена на пикете; г вогнутая кривая с восходящей ветвью; д переход на ПК +10 м выпуклой кривой радиусом 6000 м в вогнутую кривую радиуса 3000м на уклоне 30%; середина кривой расположена в 25м от пикета;
- 6 пикетаж: а промежуточная точка на ПК 6+65м; б рублевый пикет длиной 90м с промежуточными точками на ПК 6+30м и ПК 6+50м;
- 7 километровые знаки: а километровый знак проектируемой дороги; б километровый знак на существующей дороге, подвергаемой реконструкции;
- 8 кривые в плане: а кривая №5 радиусом 500м и при угле поворота 26°24'; поперечный уклон виража 40‰, длина переходной кривой 40м. Начало н конец кривой расположены соответственно на плюсовых точках +13 и +10м; б кривая при угле поворота влево менее 5°;
- 9 местоположение искусственных сооружений: а проектируемый железобетонный мост длиной 16м; б существующий железобетонный мост длиной 20м;
- 10 мосты: а деревянные мост или путепровод; б капитальный мост или путепровод с балочным пролетным строением; в мост с фермой с ездой понизу; г путепровод над проектируемой дорогой; д путепровод под проектируемой дорогой;
- 11 трубы и другие искусственные сооружения: а овоидальная труба капитального типа; б круглая труба капитального типа; в прямоугольная труба капитального типа; г деревянная прямоугольная труба; д фильтрующая насыпь; е лоток;
- 12 подпорные стены: а верховая подпорная стена; б низовая подпорная стена; в верховая одевающая стена; г низовая одевающая стена;
- 13 шурфы и буровые скважины: а шурф №57 глубиной 1,85м в суглинистом грунте, грунтовые воды по наблюдениям 25 мая 1977г. на глубине 1,10м (ширина колонки на профиле 6мм); б шурф в пылеватом суглинке, углубленный буровой скважиной до 4,00м; граница оглеения на глубине 0,60м; в скважина глубиной 8,10м (ширина колонки на профиле 2мм); г то же, скважина при обозначении консистенции грунтов;
- 14 обозначение консистенции связанных грунтов и влажности несвязанных грунтов и буровых скважинах на инженерно-геологических паспортах мостовых переходах: а слабовлажные песчаные грунты и твердые связные грунты; б слабовлажные песчаные грунты и тугопластичные связные грунты; в очень влажные песчаные грунты и мягкопластичные связные грунты; г водонасыщенные песчаные грунты и текучие связные грунты.

Ведомость объемов земляных работ

ПК	Н раб.		H_1	+ H ₂	$H_1 - H_2$		Объем без		Поправ-	Испра
+							поправки		ка на	влен-
	нас.	выем	нас.	выем	нас	выем	нас.	выем	разность	ный
	M	M	M	M	M	M	M	M	отметок,	объем
									\mathbf{M}^3	M^3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

ЛИТЕРАТУРА

- 1. Автомобильные дороги. Нормы проектирования. СНиП 2.05.85. М.: Стройиздат, 1986. 50с.
- 2. Автомобильные дороги: Примеры проектирования/Под ред. ктн В.С. Порожнякова. М: Транспорт, 1983. 304с.
- 3. Бабков В.Ф., Андреев О.В. Проектирование автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1987. Ч.1 368с., Ч.2. 415с.
- 4. Бабков В.Ф. Ландшафтное проектирование автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1980 268с.
- 5. Изыскания и проектирование автомобильных дорог: Справочник инженера дорожника /Под ред. Г.А. Федотова. М.: Транспорт, 1989. 437c
- 6. Краткий автомобильный справочник. НИИАТ. М.: Транспорт, 1982. 464с.
- 7. Митин Н.А. Таблицы для подсчета объемов земляных работ на автомобильных дорогах. М.: Недра, 1971. 300с.
- 8. Митин Н.А. Таблицы для разбивки кривых на автомобильных дорогах. М.: Недра, 1978. 469с.
- 9. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения рабочей документации автомобильных дорог. ГОСТ Р.21.1701-97 ГОССТРОЙРОССИИ М, 97.
- 10. Замахаев М.С. Афанасьев М.Б. Разбивка переходных кривых. М. Высш. шк., 1966, 75с.
- 11. Ксенодохов А.М. Разбивка переходных кривых. М.: Транспорт, 1970.
- 12. Справочник проектировщика автомобильных дорог. М. Транспорт, 1989.