# Владимирский Государственный Университет

## Кафедра автомобильных дорог

## Инженерный проект строительства автомобильной дороги «А-Б».

Методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Изыскание и проектирование транспортных сооружений» для студентов V курса специальности 2910 «Автомобильные дороги».

д.э.н., проф. Архипова В.Ф.

Владимир 2000

Содержание

### Содержание …………………………………………………………………….. 2

Введение………………………………………………………………………… 3

Общие положения и состав проекта……………………………………………4

1. Обосновывающие материалы инженерного проекта……………………… 4

* 1. Технико – экономическое обоснование строительства дороги…... 4
	2. Выбор варианта трассы дороги:…………………………………….. 5
		1. Общестроительные показатели……………………………. 6
		2. Технические и транспортно – эксплуатационные показатели……………………………………………………8
		3. Экономические показатели…………………………………11
	3. Проектирование продольного профиля:…………………………….13
		1. Правила нанесения проектной линии…………………….. 13
		2. Техника нанесения проектной линии по методу Антонова14
		3. Обоснование элементов проектной линии………………...17
		4. Оформление продольного профиля………………………..17

2. Подготовка контрактных материалов к торгам…………………………….18

3. Материалы по отводу и рекультивации земель…………………………… 18

4. Приложения…………………………………………………………………. 19

5. Литература…………………………………………………………………… 26

#### Введение

 Методические указания разработаны на основе образовательного стандарта специальности, рабочей программы и в соответствии с «Рекомендациями по разработке инженерного проекта на строительство, реконструкцию и ремонт автомобильных дорог» с учётом концептуальных разработок по совершенствованию проектного дела в современных условиях, опыта мировой и отечественной практики.

 Методические указания предназначены для выполнения проекта студентами V курса, представляющего завершающий блок в курсе «Изыскания и проектирование транспортных сооружений».

## Общие положения и состав проекта

 Основными условиями и задачами инженерного проекта являются:

* экономическое обоснование строительства дороги;
* выбор варианта трассы;
* технические решения и объёмы работ;
* подготовка тендерной документации для проведения конкурса подряда;
* разработка материалов и подготовка документов для отвода земель и компенсации по сносу существующих сооружений, насаждений.

Объектом разработки инженерного проекта являются дороги между грузо – и пассажирообразующими пунктами А и Б, необходимость строительства которой необходимо экономически обосновать. Основные технические решения осуществляются после выбора варианта трассы и составления акта выбора земельного участка под строительство дороги.

 Инженерный проект состоит из трёх частей:

* обосновывающие материалы;
* контрактные материалы, предназначенные для включения в тендерную документацию; для конкурса подряда и исполнения инженерного проекта;
* материалов для оформления отвода земель;

Состав проекта:

1. Расчётно – пояснительная записка объёмом 30-35 с., сопровождающаяся расчётными схемами, чертежами, таблицами, приложениями.
2. Графическое приложение:

а) план вариантов трассы дороги на карте в горизонталях с разбивкой пикетажа и закруглениями, расстановкой реперов и закрепительных знаков;

б) сокращённые продольные профили с эпюрами скоростей, коэффициентов аварийности (на миллиметровой бумаге);

в) сквозной план водосборных бассейнов по вариантам (калька в масштабе карты);

г) подробный продольный профиль (на миллиметровой бумаге высотой 297 мм, длина – в зависимости от длины трассы).

д) деталь проекта – рабочая документация отдельного сложного сооружения.

1. Обосновывающие материалы инженерного проекта.

1.1. Технико-экономическое обоснование строительства дороги.

 Целью технико-экономического обоснования является выявление общей экономической эффективности инвестиций в строительство дороги [2, 3]. Экономический эффект от инвестиций в дорогу имеет многофакторный характер ввиду широкого круга отраслей народного хозяйства, получающих прибыль в результате улучшения дорожных условий. Этот эффект выявляют расчетом на основе сопоставления условий, возникающих при реализации проекта дороги (именуемых в дальнейшем проектными), с условиями, когда перевозки осуществляются существующими транспортными условиями (именуемыми в дальнейшем существующими условиями).

 Составляющими экономического эффекта являются:

1.Внутритранспортный экономический эффект (снижение единовременных и текущих

затрат, связанных с перевозками, потребность в которых не зависит от решения вопроса об осуществлении капитальных вложений в рассматриваемую дорогу). Он возникает в дорожно-эксплутационном хозяйстве, на автомобильном транспорте, на погрузочно-разгрузочных работах. Его определяют по разности затрат в существующих и проектных условиях, по прибыли предприятий от выполнения дополнительных перевозок в проектных условиях.

 2. Внетранспортный экономический эффект (сокращение потерь и затрат народного хозяйства при выполнении установленного планом объема). Экономический эффект этого направления определяют с использованием цен, себестоимости ресурсов и материалов, от стимулирующего воздействия автомобильных дорог на сферу материального производства, выражающегося в приросте чистой продукции.

 3. Экономический эффект в социальной сфере, сокращение потерь от дорожно-транспортных происшествий, сокращение потерь, связанных со временем пребывания в пути пассажиров при поездках; потери, связанные с ущербом, причиняемым дорогами окружающей среде, или затраты по его предотвращению. Методика расчета составляющих экономического эффекта приведена в [3]. Единовременные и текущие затраты определяют по [3, разд. 4,5]. При этом можно не учитывать капиталовложения в автомобильный транспорт и стоимость оборотных фондов, прибыль хозрасчетных транспортных организаций от дополнительных перевозок.

 Если в результате экономических расчетов окажется, что Е ≥ [Ен] или Т < Тн, то инвестиции в строящуюся дорогу экономически обоснованы. При этом следует иметь в виду, что за существующие условия может быть принята автомобильная дорога между пунктами А и Б, но ее состояние не удовлетворяет возросшим требованиям движения, либо дорога вообще отсутствует. В последнем случае за существующие условия принимают движение по грунтовой дороге, направление которой совпадает с воздушной линией.

1.2. ВЫБОР ВАРИАНТА ТРАССЫ ДОРОГИ.

 В настоящее время основным методом выбора оптимального положения дороги является вариантная проработка и выбор наилучшего варианта по целому комплексу показателей: общестроительных, технико-эксплутационных, транспортно-эксплутационных, экономических.

 Варианты плана трассы наносятся на карте по заданным пунктам А, Б и др., в соответствии с техническими требованиями и с учетом рельефа местности. При этом надо стремиться, чтобы они были явно конкурирующими, т.е. один из вариантов приближаться к воздушной линии, а другой нанесен с некоторым развитием с целью уменьшения объема работ или улучшения трассы. Варианты трассы следует тщательно увязать по пикетажу [6].

 На основе вариантов плана строят сокращенные продольные профили. Сокращенные продольные профили вычеркивают в масштабах: горизонтальном 1: 10000, вертикальном 1:1000 с сеткой, включающей строки (сверху – вниз): ситуационный план (с кривыми) – 2,0 см, пикетные уклоны – 0,5 см, проектные отметки – 1,5 см, черные отметки – 1,5 см, расстояния – 1,0 см. График скоростей в прямом и обратном направлениях, график коэффициентов аварийности вычерчивают сверху. Общая высота продольного профиля не должна превышать 29 см.

 При составление продольного профиля лишь переломные точки по трассе.

 Продольную линию на сокращенном профиле наносят по принципу минимума объема земляных работ. Для участков со средним значением уклона местности i ≤ iпред назначается обертывающая проектная линия, а для i > iпред – соответственно секущая с i = iпред.

 Вертикальные прямые не доносятся, но проверяется возможность их размещения по формулам:

 K = (i1 – i2)R; Б = ; (1)

 Далее определяют общестроительные, технические, транспортно – эксплуатационные и экономические показатели, по которым сравнивают варианты.

1.2.1. Общестроительные показатели

 Общестроительные показатели определяют по объёмам и стоимости работ по вариантам и оценивают их по общестроительным показателям, по основным конструктивным элементам дороги (земляное полотно, дорожная одежда, искусственные сооружения).

 Земляное полотно. Для подсчёта объёмов земляных работ в записке приводят типовые поперечные профили, характерные для района проектирования согласно сокращённому профилю и грунтовым условиям. Откосы земляного полотна назначают в соответствии с требованиями [3].

 Подсчёт объёма земляных работ выполняется с использованием ЭВМ или по средней рабочей отметке для характерных участков продольного профиля (обёртывающая проектная линия, секущая с разделением на подучастки с насыпями и выемками) согласно форме (табл. 1).

Таблица 1.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ПК | + | Рабочие отметки | Сумма рабочих отметок | Длина  | Объемы | Распределение |
|  |  | Н | В | Н | В |  | Н | В | БР+Н | Р+НВ+НВ+К |
| 0 | 00 | 2,00 |  |  |  | 100 | 2587 |  |  | 2587 |
| 1 | 00 | 1,00 | 3,00 |  |  | 400 | 12900 |  |  | 12900 |
| 5 | 00 | 2,75 | 2,75 |  |  |  |  |  |  |  |

 Суммарный объём работ определяется для возведения земляного полотна из боковых резервов (БР-Н); из резервов в насыпь (Р-Н); из выемки в насыпь (В-Н) и из выемок в кавальеры (В-К). Для последней группы необходимо установить расстояние транспортирования. При определении сметной стоимости рекомендуется принимать 5-7 р./м3 (БР-Н) и 6-12 р./м3 для остальных случаев (нижний предел при дальности транспортирования до 100 м, верхний – соответственно при дальности транспортирования 500 м).

 Дорожная одежда. Стоимость дорожной одежды (1м2) определяют по [ ,табл.] умноженных на 10 (10-дефлятор цен 1984г. по сравнению с ценами 2000 года.

 Искусственные сооружения. Ориентировочно размеры отверстий малых мостов и труб определяются но основании свободного плана бассейнов с применением графиков зависимости расходов и подпоров от площади водосбора и отверстий сооружений [3].

 Длина средних и больших мостов назначается по приближенной формуле, м

Lм = Вм+α0Bп + 2H + 1,0 (2)

где Вм – ширина реки по межени, м; Вп – ширина поймы, м; Н- высота моста по условиям проектирования, м; α0 - = 0,05 – 0,10 принимается соответственно для широких (более 200 м) и узких пойм (менее 200 м).

 Длину труб определяют ориентировочно по формуле, м

Lтр = В + 2mhn, (3)

где В – ширина земполотна, м; hн – высота насыпи, м; m – коэффициент крутизны откосов.

 Стоимость принимается из расчета расхода основного материала в деле на единицу длины сооружения для труб – 1800 р/м3, для малых мостов – 2000 р./м3. Затраты на устройство средних и больших мостов составляют около 15000 – 16000 р./м3.

 Общая стоимость строительства дороги устанавливается из расчета, что затраты на подготовительные работы, на обстановку дороги и здания составляют 10 – 25% стоимость основных конструктивов (10% - для дорог 1У – У, 20% - для Ш и 25% - для П технических категорий).

 1.2.2. Технические и транспортно – эксплутационные показатели.

 Технические и транспортно – эксплутационные показатели характеризуют степень обеспечения бесперебойного (с наибольшими возможными скоростями) и безопасного движения. Поэтому при обосновании необходимо сопоставить технические показатели вариантов, значения коэффициентов аварийности, средней скорости движения и общего среднего времени пробега одного автомобиля.

 Технические показатели. Для сравнения вариантов по условиям движения следует определить следующие основные технические показатели трассы:

 - общая длина трассы между заданными начальным и конечным пунктами L, км;

- коэффициент развития трассы для характеристики степени её отклонения от прямой линии, соединяющей заданные пункты трассы (воздушная линия)

Кр= L / L0 , (4)

где L-длина трассы; L0-длина по прямой (воздушная линия);

- средняя величина угла поворота (в радианах):

(rad)cp=∑rad / L, (5)

где ∑rad- сумма всех углов поворота (в радианах);

- средний радиус закругления:

 Rcp= ∑K / ∑rad , (6)

где ∑К- сумма длины всех кривых трассы;

* относительная длина трассы с продольными уклонами i ≤ 30% 0,

с 30% 0 < i < iпр и с i = iпред;

* условный средний уклон:

в прямом направлении iпр=∑ l i / Lпр, (7)

в обратном направлении iоб=∑ l i / Lоб, (8)

где ∑ li – сумма соответствующих произведений длин и уклонов участков подъёмов; Lпр и Lобр – соответственно общее протяжение участков с подъёмами в прямом и обратном направлениях.

 Транспортно – эксплуатационные показатели.

 К основным транспортно – эксплуатационным показателям относится скорость потока и показатели, характеризующие аварийность вариантов дороги.

 Для построения эпюры скоростей движения потока автомобилей используется расчётная формула, рекомендованная кафедрой проектирования дорог МАДИ: - ТУ [4]:

 Vp = τV0 – 0,076αN0ψ(tp), (9)

где V0 – средняя скорость свободного движения потока, вычисленная с учётом [I, табл.8]; α - коэффициент, зависящий от состава движения: при 10% легковых автомобилей α=0,018, при 20% - α=0,016, при 40% - α=0,013, при 60% - α=0,011 и при 80% - α=0,008; N0 – среднегодовая суточная интенсивность движения на исходный год:

 ψ(tp)=1+ Ptp, (10)

где Р – значение ежегодного прироста интенсивности движения, а tp=12 нет для линейной зависимости прироста интенсивности движения.

 Для нелинейной зависимости (по закону сложных процентов) расчётным годом принимается при приросте Р=1,01, tp=4-й год; при Р=1,02, tp=8-й год; при Р=1,03, tp=10-й год; при Р=1,04 – 1,05, tp=11-й год; Р=1,06 – 1,10, tp=12 – 14-й год.

 Параметр τ=τ1τ2τ3, где τ1 – коэффициент, зависящий от величины продольного уклона на подъёме, принимается согласно табл.2; τ2 – коэффициент, учитывающий влияние состава движения, определяется согласно табл. 3; τ3 – коэффициент, учитывающий влияние элементов дороги на скорость свободного движения (для некоторых факторов на основании прил.2).

Таблица 2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Уклон, % | 0 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| τ1 | 1,00 | 0,92 | 0,84 | 0,76 | 0,65 | 0,56 | 0,45 | 0,34 |

Таблица 3.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Количество легковых автомобилей, % | 100 | 70 | 50 | 40 | 20 | 10 | 0 |
| τ2 | 1,00 | 0,90 | 0,80 | 0,78 | 0,75 | 0,67 | 0,62 |

 Транспортно – эксплуатационные показатели оценивают на основе сопоставления средней скорости движения потока автомобилей и осреднённого времени пробега одного автомобиля.

 С учётом движения в прямом и обратном направлениях средняя скорость потока определяется согласно формуле, км/ч

 Vср= ∑(Vili)пр+ ∑(Vili)обр / 2L , (11)

где Vi, li – соответствующие значения скоростей и протяжённость однообразных участков; L – общая длина участка, км.

 Время пробега, ч.

 Т=L / Vcp , (12)

 Построение эпюры коэффициентов аварийности.

 Коэффициент аварийности определяется для однообразных участков и характеризуется итоговым коэффициентом аварийности, учитывающим влияние отдельных элементов плана и профиля

 Кав=К1К2К3…К9 , (13)

где К1, К2,…, К9 – отношение количества происшествий на данном участке при той или иной величине элемента плана и профиля к эталонному горизонтальному прямому участку дороги с проезжей частью шириной 7.5 м,

шероховатым покрытием и укреплёнными обочинами.

 В табл. 4 даны значения элементов плана и профиля для наиболее распространённых сочетаний при обосновании вариантов в объёме курсового проекта.

 Для наглядности в специальной графе на сокращённом профиле строят эпюру итоговых коэффициентов. При проектировании не следует допускать участки, для которых итоговый коэффициент аварийности превышает 15-20 (в дересечанном рельефе Кав= 25-40).

Таблица 4.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| №п/п | Учитывающий фактор | Значение частных коэффициентов при разных величинах характеристик дорожных условий |
| 1 | Интенсивность движения К1, авт/сут | 5000,40 | 10000,50 | 30000,75 | 50001,00 | 70001,30 | 90001,90 |
| 2 | Ширина проезжей части К2, м. | 4,52,2 | 5,51,5 | 6,01,35 | 7,51,00 | 8,50,8 | и более |
| 3 | Ширина обочин К3, м. | 0,52,2 | 1,51,4 | 2,01,2 |  | 31,0 | и более |
| 4 | Продольный уклон К4, % | 201,0 | 301,39 | 502,5 | 702,8 | 803,0 |  |
| 5 | Радиус кривых в плане К5, м. | 5010 | 100-1505,4-4 | 200-3002,25 | 400-6001,6 | 1000020001,25 | 200001,0 |
| 6 | Видимость К6, м.В планеВ профиле | 503,65,0 | 1003,04,0 | 1502,73,4 | 2002,252,5 | 4001,21,4 | 5001,01,0 |
| 7 | Пересечения К7 | Разн. В одном уровне при авт./сутУров. |
|  |  | 0,55 | 1600 | 16001,5 | 1600-35002,0 | 3500-30003,0 | 50004,0 |
| 8 | Расстояние от населённого пункта К8, м. | 2002,0 |  | 200-6001,5 | 600-10001,2 | 10001,0 |  |
| 9 | Состояние покрытия К9 | Скользкое с грязью2,5 | Скользкое2,0 | Чистоесухое1,3 | Шерохов.1,0 |

1.2.3 Экономические показатели

 Сравнение вариантов по экономическим показателям делают в том случае, если более дорогой вариант короче дешёвого варианта. В результате сравнения суммарных приведённых затрат лучшим явится тот вариант, у которого на расчётный год окажутся меньшие приведённые затраты.

 Для обоснования принятого варианта трассы согласно [2] используется критерий суммарных приведённых затрат по формуле

 С=КЕн + Эр , (14)

где К – стоимость варианта, тыс. р.; Ен – нормативный коэффициент экономической эффективности; Эр - =365 NpLS + Эав + Эз = Эвр , (15)

годовые транспортно –эксплуатационные расходы на расчётный год, тыс. р.; Np – среднегодовая суточная интенсивность движения на расчётный год; S – себестоимость перевозок, р./авт.-км; L – протяжённость вариантов, км; Эав – годовые народнохозяйственные потери, связанные с дорожно – транспортными происшествиями (ДТП); Эз – ущерб от изъятия земель.

 Среднюю себестоимость перевозок при наличии данных о средней скорости потока рекомендуется определять по формуле

 S=a + bVcp / Vcp , (16)

где а = 4,33; b = 0,011 – параметры себестоимости; Vср – средняя скорость движения потока автомобилей.

 Потери от ДТП определяются раздельно для каждого однородного по дорожным условиям участка с последующим суммированием результатов.

 Расчетная формула для определения потерь народного хозяйства от ДТП

Ct = 3,65 \* 10-6∑LiatiCсрtimti \* Nti , (17)

где ati – количество ДТП на 100 млн. авт. – км в t – м году; Cсрti – средняя величина потерь от одного ДТП в t-м году, р.; mti- итоговый коэффициент, учитывающий тяжесть ДТП; Nti – среднегодовая суточная интенсивность движения на участке дороги в t-м году с авт./сут (принимается 12-й год); Li – протяжённость участка дороги с однообразными дорожными условиями, км.

 Количество ДТП определяется выражением

Аti=0,009K2ti – 0,27Kti + 34,5 , (18)

где Кti - итоговый коэффициент аварийности, принятый на основании эпюры Кав; Cсрti – 50000 р.0.

 Учёт влияния дорожных условий, в которых произошло ДТП, оценивается итоговым коэффициентом mti, равным произведению частных коэффициентов: mti=m1m2m3…m, где m1=1,0 при ширине проезжей части b=7-7,1 м; m1=1,23 при b=6,0 м и m1=0,9 при b=15 м; m2=1,0 при ширине обочин а < 2,5 м. и m2=0,85 при а > 2,5; m3=1,0 при i<30%; m3=1,25 при i>30%; m4=1,0 при Rг > 350 м и m4=0,9 при Rг< 350 м; при недостаточной видимости m5=0,7; m6=0,70 при пересечении в разных уровнях; m7=1,6 – при наличии населённых пунктов; m8=1,0 при четырехполосной, m8=1,1 при двухполосной дороге.

* Эз – потери от изъятия земель под строительство дороги, зависящие от ценности земель [ ].

- Эвр – потери, связанные с нахождением пассажиров в пути. При этом потери 1 часа одним пассажиром оцениваются в 20 рублей. Следует отметить, что для более короткого и дешевого варианта экономические расчеты не проводятся. Очевидно выгодным и будет более дешевый и короткий вариант.

 На основании выполненных расчетов рекомендуется составление свободной таблицы технико – экономических показателей вариантов трассы, форма которой приводиться (табл. 5)

Таблица 5

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование показателей | Измеритель | Варианты |
|  |  | I | П |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. Общестроительные  |
| 1.1. Общий объем земляных работ | 100м3 |  |  |
| 1.2. Сметная стоимость возведения земляного полотна | тыс, р |  |  |
| 1.3. Объем работ по искусственным сооружениям, в том числе:* Количество труб
* Общая длина труб
* Количество мостов
* Общая длина мостов
 | шт.пог. мшт.пог.м |  |  |
| 1.4. Затраты на устройство искусственных сооружений | тыс.р |  |  |
| 1.5. Затраты на устройство дорожной одежды | тыс.р |  |  |
| 1.6. Прочие затраты | тыс.р |  |  |
| 1.7. Общая стоимость строительства | тыс.р |  |  |
| 1.8. Средняя стоимость на 1 км | тыс.р |  |  |
| 2. Технические и транспортно – эксплуатационные |
| 2.1. Общая длина трассы | км |  |  |
| 2.2.Коэффициент развития трассы | - |  |  |
| 2.3. Средняя величина угла поворота | рад |  |  |
| 2.4. Средний радиус закругления | М  |  |  |
| 2.5. Относительная длина трассы* С продольным уклоном i≤30%о
* С 30%о< iпред
* C i = iпред
 | --- |  |  |
| 2.6. Условный средний уклон* В прямом направлении
* В обратном направлении
 | %о%о |  |  |
| 2.7. Характеристика коэффициента аварийности* удельный вес участков с Кав< 15
* то же с Кав=15 – 25
* то же с Кав=25
 | --- |  |  |
| 2.8. Среднее значение скорости движения | Км/ч |  |  |
| 2.9. Среднее время пробега одного автомобиля | ч |  |  |
| 3. Экономические |
| 3.1. Годовые транспортно – эксплуатационные расходы | тыс. р |  |  |
| 3.2. Потери от ДТП на расчетный год Эав | тыс. р |  |  |
| 3.3. Суммарные приведенные затраты | тыс. р |  |  |

1.3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ.

1.3.1. Правила нанесения проектной линии.

 Проектную линию продольного профиля проектируют в виде плавной линии, состоящей из прямолинейных участков и вертикальных кривых.

 Этот процесс включает нанесение проектной линии и вычисление проектных и рабочих отметок по методу Антонова [5]

 Проектировать нужно с учетом обеспечения:

 а) устойчивости земляного полотна и дорожной одежды в течение круглого года;

 б) наименьшей строительной стоимости дороги;

 в) удобства и безопасности движения автомобилей с наименьшей стоимостью перевозок.

 Отметки проектной линии для вновь проектируемых дорог отнесены к бровке земляного полотна проектируемой дороги.

 Проектную линию наносят по обертывающей и по секущей линии. Проектирование по обертывающей чаще всего применяется в равнинной и слабо пересеченной местности и заключается в том, что проектную линию наносят, следуя основным изгибам поверхности земли, с соблюдением рекомендуемых рабочих отметок, радиусов вертикальных кривых и уклонов не выше максимально – допустимых для дороги данной категории.

 В условиях холмистого, сильнопересеченного рельефа проектная линия наносится по секущей с примерным балансом земли для смежных участков насыпей и выемок. Для обеспечения водоотвода проектную линию в выемке наносят с уклоном не менее 5%о, проектирование горизонтальных участков в выемках не допускается. При этом следует избегать мелких выемок большой протяженности. Такие выемки обычно сырые и снегозаносимые. Нужно избегать резких переходов профиля от одних уклонов к другим, а также применения кривых медого радиусе между длинными прямыми и коротких прямых вставок между смежными кривыми большого протяжения, применения кривых малых радиусов в конце затяжных опусков.

1.3.2. Техника нанесения проектной линии по методу Антонова.

 В настоящее время наибольшее распространение получил метод проектирование проектной линии продольного профиля вертикальными кривыми, сопрягающимися непосредственно друг с другом, или при помощи прямых вставок. Этот метод разработан Н.А. Антоновым (метод Антонова) [5].

 При проектировании проектной линии вертикальными кривыми (метод Антонова) на точно вычерченный профиль местности накладывают прозрачные шаблоны вертикальных кривых разных радиусов, выполненных в масштабе продольного профиля (М гор – 1:5000, Мвер – 1:500), либо определяют главные точки закругления расчетом.

 По примеру шаблона (рис.1) нанесены штрихи с указанием уклонов в тысячных к местам касания прямых. На шаблонах имеются также горизонтальные и вертикальные линии для правильного их ориентирования при работе на миллиметровой бумаге. Участки проектной линии в виде прямых удобно намечать с помощью треугольника уклонов (рис. 2), лучи которого имеют различные уклоны в % от 10 до 100.

 Пользование шаблонами значительно облегчает проектирование проектной линии, так как дает наглядную картину от вписывания того или другого радиуса вертикальной кривой в каждом конкретном случае. Вертикальные прямые имеют восходящие и нисходящие ветви (рис. 3). По восходящей ветви все касательные имеют положительный уклон, а по нисходящей ветви – отрицательный. В точке вертикальной кривой, где восходящая ветвь переходит в нисходящую (на выпуклых кривых) или наоборот (на вогнутых), касательная горизонтальна, и уклон ее равен нулю.

20

40

40

0

80

80

100

20

100

40

30

0

10

60

70

10

40

50

30

30

P = 5000

sept : 1:500

for : 1:5000

### М

Лекало для графического

проектирования продольного профиля


## Рис. 1. Образец шаблонов для проектирования вертикальных кривых

Нанесение прямолинейных участков и вписание вертикальных кривых по шаблонам составляют первый этап проектирования проектной линии. На этом же этапе определяют пикетажное положение и проектные отметки связующих точек. Связующие точки – это точки, но которых имеются геометрические элементы проектной линии: уклоны вертикальных кривых, нулевые точки, переходы выпуклых кривых в вогнутые (или наоборот).

 На втором этапе проектирования вычисляются отметки пикетов и всех промежуточных точек в пределах вертикальной кривой (прил. 3). Для вычисления проектных отметок в пределах вертикальных кривых пользуются таблицами Н.М. Антонова [4], составленными по двум схемам (рис. 4).

В расчетной схеме №1 за начальную точку 0 принято начало вертикальной кривой (слева по ходу), и все расстояния l и превышения h определяются по отношению к этой точке. Этой схемой обычно пользуются при последовательном проектировании слева направо.

 1 2 3 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21

Лучи - уклоны

10

20

30

40

50

60

70

80

90

100


##### Рис. 2. Треугольник уклонов

б)

а)

i = 0

i = 0

Восходящая

ветвь

Исходящая

ветвь

левая

часть

правая

часть

правая

часть

левая

часть

Исходящая

ветвь

Восходящая

ветвь

Рис.3. Виды вертикальных кривых:

а – выпуклых; б - вогнутых



l

l

O

h

0

l

h

ln

h2

Н1

№2

№1

Рис.4. Расчетные схемы №1 и №2

 В расчетной схеме №2 за начало принята вершина вертикальной кривой 0, а все расстояния и превышения определяют по отношению к вершине вертикальной кривой. Схема №2 удобна при проектировании в обе стороны от контрольных (фиксированных) точек, например от мостов, путепроводов и пр.

 1.3.3. Обоснование элементов проектной линии.

В пояснительной записке должно быть дано описание проектной линии по следующей схеме:

1. Принятый метод проектирования по участкам трассы.
2. Проложение проектной линии относительно контрольных точек.
3. Обоснование принятых радиусов вертикальных кривых.
4. Обоснование проектируемых высоких насыпей и глубоких выемок.
5. Общая характеристика проектной линии по эксплутационным качествам, предъявляемым к дороге.
6. Обеспеченность водоотвода в продольном профиле.

1.3.4. Оформление продольного профиля.

 Продольный профиль должен быть вычерчен на миллиметровой бумаге согласно [7]. Продольный профиль вычерчивается в два цвета (черный и красный). Красным цветом оформляют все проектные решения: рабочие отметки, проектную линию, вертикальные кривые и их элементы, проектируемые искусственные сооружения, развернутый план трассы, проектные уклоны, проектные отметки, длины прямых и кривых, километровые знаки, обозначения КН и КК, тип поперечных профилей земляного полотна. Все остальные данные: линию сетки, линию поверхности земли, грунтовый разрез – наносят черным цветом.

 Рабочие отметки надписываются с точностью до 1 см на расстоянии 0,5 см от проектной линии. На продольном профиле подсчитываются нулевые точки – точки перехода насыпей в выемки (рис. 5).

00’0

 hA XA hn

##  l = 100m

Рис. 5. Схема определения нулевых точек

Все надпрофельные надписи должны быть изображены в условных знаках [7].

 В продольном профиле необходимо указать тип укрепления водоотводных каналов. Во избежание возникновения в канавах разрывающих скоростей предусматривается укрепления дна и откосов при уклонах более 10% в легко разрываемых грунтах – супесях и 25% в более связных грунтах – суглинках. При уклонах от 10 до 30% применяют укрепление: засов трав, одерновку или укрепленные грунты. При уклонах 30 – 50% - мощение камнем, более 50% - перепады, быстротоки.

 Основные результаты разработки проекта:

1. Протяженность выбранного варианта проектируемой дороги, км;
2. Сводная ведомость объемов работ;
3. Стоимость строительства дороги, тыс. руб.;
4. Стоимость строительства 1 км;
5. Срок окупаемости инвестиций, мг;
6. Подготовка контрактных материалов к торгам.

В условиях рыночной экономики строительство дороги осуществляется тебедителем – подрядной организацией, которая выигрывает торги (тендер). Конкурсному отбору предшествует подготовка заказчиком контрактных материалов. В их состав входят:

* перечень ГОСТов, стандартов, нормативных и рекомендательных документов, типовых проектов, привязанных к условиям данного проекта;
* требования к качеству работ, материалам, оборудованию;
* ведомость основных видов работ и перечень основных сооружений;
* основные чертежи.
1. Материалы по отводу и рекультивации земель

Для оформления отвода земель, которые окажутся под дорожными сооружениями, а также сосредоточенными грунтовыми резервами, отвода земель во временное пользование и их последующей рекультивации необходимо разработать следующие документы:

* линейный график постоянного и временного отвода земель; подсчет потребных площадей земель;
* отвод земель под строительные площадки, временные технологические и объездные дороги;
* разработка проекта рекультивации временно занимаемых земель;
* выявление зданий и сооружений, подлежащих сносу и переносу.

4. ПРИЛОЖЕНИЯ

###### Приложение 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование сооружения | Единицы измерения | Расход железобетона м8 |
| Круглая железобетонная труба d = 1,0 d = 1,5 d = 2,0 | пог. мпог. мпог. м | 0,420,841,38 |
| На 2 оголовка  d = 1,0 d = 1,5 d = 2,0 | комплекткомплекткомплект  | 9,616,424,0 |
| Малые железобетонные мосты при высоте до 3 м при 3 – 6 м 6 м |  пог. мпог. мпог. м | 0,480,550,65 |

###### Приложение 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Учитываемые факторы | Значение | Учитываемые факторы | Значение |
| Дорожные условия в конце спуска (i>30%о):Последующий подъемГоризонтальная криваяМалый мостСредний (большой) мост  | 1,20,800,850,70 | Горизонтальные кривые: 600 м500 м R < 400 м300 м200 м100 м50 м | 1,000,960,920,870,800,700,60 |
| Дорожные условия перед подъемом (i > 30%о):Горизонтальные участкиСпускМалый мост | 1,11,20,9 | Пересеченные в одном уровнеНаселенные пунктыЧисло полос движенияn=1n=2 n=4 | 0,750,800,51,01,2 |
| Ширина проезжей части(для i ≤ 20%o):при b=4,5 м b=6,0 мb=7-7,5 м b=14-15 м | 0,60,71,01,2 |  |  |
| Ширина обочины:а=3,5а < 2,5 | 0,80,8 |  |  |

Приложение 3

Свободные таблицы для проектирования вертикальных кривых (R, l, h указаны в метрах)

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| i,  | R = 3000 | R = 4000 | R = 5000 | R = 6000 | R = 8000 | R = 10000 |
| %o | l  | h  | l | h | l | h | l | h | l | h | l | h |
| 1 | 3 | 0,00 | 4 | 0,00 | 5 | 0,00 | 6 | 0,01 | 8 | 0,00 | 10 | 0,01 |
| 2 | 6 | 0,01 | 8 | 0,01 | 10 | 0,01 | 12 | 0,01 | 16 | 0,02 | 20 | 0,02 |
| 3 | 9 | 0,01 | 12 | 0,02 | 15 | 0,02 | 18 | 0,03 | 24 | 0,04 | 30 | 0,04 |
| 4 | 12 | 0,02 | 16 | 0,03 | 20 | 0,04 | 24 | 0,05 | 32 | 0,06 | 40 | 0,08 |
| 5 | 15 | 0,04 | 20 | 0,05 | 25 | 0,06 | 30 | 0,07 | 40 | 0,10 | 50 | 0,13 |
| 6 | 18 | 0,05 | 24 | 0,07 | 30 | 0,09 | 36 | 0,11 | 48 | 0,14 | 60 | 0,18 |
| 7 | 21 | 0,07 | 28 | 0,10 | 35 | 0,12 | 42 | 0,15 | 56 | 0,20 | 70 | 0,25 |
| 8 | 24 | 0,10 | 32 | 0,13 | 40 | 0,16 | 48 | 0,19 | 64 | 0,26 | 80 | 0,32 |
| 9 | 27 | 0,12 | 36 | 0,16 | 45 | 0,20 | 54 | 0,24 | 72 | 0,32 | 90 | 0,40 |
| 10 | 30 | 0,15 | 40 | 0,20 | 50 | 0,25 | 60 | 0,30 | 80 | 0,40 | 100 | 0,50 |
| 11 | 33 | 0,18 | 44 | 0,24 | 55 | 0,30 | 66 | 0,36 | 88 | 0,48 | 110 | 0,60 |
| 12 | 36 | 0,22 | 48 | 0,29 | 50 | 0,36 | 72 | 0,43 | 96 | 0,58 | 120 | 0,72 |
| 13 | 39 | 0,25 | 52 | 0,34 | 65 | 0,42 | 78 | 0,51 | 104 | 0,68 | 130 | 0,84 |
| 14 | 42 | 0,29 | 56 | 0,39 | 70 | 0,49 | 84 | 0,59 | 112 | 0,78 | 140 | 0,98 |
| 15 | 45 | 0,34 | 60 | 0,45 | 75 | 0,56 | 90 | 0,67 | 120 | 0,90 | 150 | 1,12 |
| 16 | 48 | 0,38 | 64 | 0,51 | 80 | 0,64 | 96 | 0,77 | 128 | 1,02 | 160 | 1,28 |
| 17 | 51 | 0,43 | 68 | 0,58 | 85 | 0,72 | 102 | 0,87 | 136 | 1,16 | 170 | 1,41 |
| 18 | 54 | 0,49 | 72 | 0,65 | 90 | 0,81 | 108 | 0,97 | 144 | 1,30 | 180 | 1,65 |
| 19 | 57 | 0,54 | 76 | 0,72 | 85 | 0,90 | 114 | 0,08 | 152 | 1,44 | 190 | 1,60 |
| 20 | 60 | 0,60 | 80 | 0,80 | 100 | 1,00 | 120 | 1,20 | 160 | 1,60 | 200 | 2,00 |
| 21 | 63 | 0,66 | 84 | 0,88 | 105 | 1,10 | 126 | 1,32 | 168 | 1,76 | 210 | 2,20 |
| 22 | 66 | 0,72 | 88 | 0,97 | 110 | 1,21 | 132 | 1,45 | 176 | 1,94 | 220 | 2,42 |
| 23 | 69 | 0,79 | 92 | 1,06 | 115 | 1,32 | 138 | 1,59 | 184 | 2,12 | 230 | 2,64 |
| 24 | 72 | 0,86 | 96 | 1,15 | 120 | 1,44 | 144 | 1,73 | 192 | 2,30 | 240 | 2,88 |
| 25 | 75 | 0,94 | 100 | 1,25 | 125 | 1,56 | 150 | 1,87 | 200 | 2,50 | 250 | 3,12 |
| 26 | 78 | 1,01 | 104 | 1,35 | 130 | 1,69 | 156 | 2,03 | 208 | 2,70 | 260 | 3,38 |
| 27 | 81 | 1,09 | 108 | 1,46 | 135 | 1,82 | 162 | 2,19 | 216 | 2,92 | 270 | 3,64 |
| 28 | 84 | 1,10 | 112 | 1,57 | 140 | 1,96 | 168 | 2,35 | 224 | 3,14 | 280 | 3,92 |
| 29 | 87 | 1,25 | 116 | 1,68 | 145 | 2,10 | 174 | 2,52 | 232 | 3,36 | 290 | 4,20 |
| 30 | 90 | 1,35 | 120 | 1,80 | 150 | 2,25 | 180 | 2,70 | 240 | 3,60 | 300 | 4,50 |

Продолжение прил. 3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| R = 15000 | R = 20000 | R = 25000 | R = 30000 | R = 50000 | i,  |
| l | h | l | h | l | h | l | h | l | h | %o |
| 15 | 0,01 | 20 | 0,01 | 25 | 0,01 | 30 | 0,01 | 50 | 0,02 | 1 |
| 30 | 0,03 | 40 | 0,04 | 50 | 0,05 | 60 | 0,06 | 100 | 0,10 | 2 |
| 45 | 0,07 | 60 | 0,09 | 75 | 0,11 | 90 | 0,13 | 150 | 0,22 | 3 |
| 60 | 0,12 | 80 | 0,16 | 100 | 0,20 | 120 | 0,24 | 200 | 0,40 | 4 |
| 75  | 0,19 | 100 | 0,25 | 125 | 0,31 | 150 | 0,38 | 250 | 0,63 | 5 |
| 90  | 0,27 | 120 | 0,36 | 150 | 0,45 | 180 | 0,54 | 300 | 0,90 | 6 |
| 105  | 0,37 | 140 | 0,49 | 175 | 0,61 | 210 | 0,74 | 350 | 1,22 | 7 |
| 120  | 0,48 | 160 | 0,64 | 200 | 0,80 | 240 | 0,96 | 400 | 1,60 | 8 |
| 135 | 0,61 | 180 | 0,81 | 225 | 1,01 | 270 | 1,22 | 450 | 2,02 | 9 |
| 150 | 0,75 | 200 | 1,00 | 250 | 1,25 | 300 | 1,50 | 500 | 2,50 | 10 |
| 165 | 0,91 | 220 | 1,21 | 275 | 1,51 | 330 | 1,82 | 550 | 3,02 | 11 |
| 180 | 1,08 | 240 | 1,44 | 300 | 1,80 | 360 | 2,16 | 600 | 3,60 | 12 |
| 195 | 1,27 | 260 | 1,69 | 325 | 2,11 | 390 | 2,54 | 650 | 4,22 | 13 |
| 210 | 1,47 | 280 | 1,96 | 350 | 2,45 | 420 | 2,94 | 700 | 4,90 | 14 |
| 225 | 1,69 |  300 | 2,25 | 375 | 2,81 | 450 | 3,38 | 750 | 5,62 | 15 |
| 240 | 1,92 | 320 | 2,57 | 400 | 3,20 | 480 | 3,84 | 800 | 6,40 | 16 |
| 255 | 2,17 | 340 | 2,89 | 425 | 3,61 | 510 | 4,34 | 850 | 7,22 | 17 |
| 217 | 2,43 | 360 | 3,24 | 450 | 4,05 | 540 | 4,86 | 900 | 8,10 | 18 |
| 285 | 2,71 | 380 | 3,61 | 475 | 4,51 | 570 | 5,42 | 950 | 9,02 | 19 |
| 300 | 3,00 | 400 | 4,00 | 500 | 5,00 | 600 | 6,00 | 1000 | 10,00 | 20 |
| 315 | 3,31 | 420 | 4,41 | 525 | 5,51 | 630 | 6,62 | 1050 | 11,02 | 21 |
| 330 | 3,63 | 440 | 4,84 | 550 | 6,05 | 660 | 7,26 | 1100 | 12,10 | 22 |
| 345 | 3,97 | 460 | 5,29 | 575 | 6,61 | 690 | 7,94 | 1150 | 13,22 | 23 |
| 360 | 4,32 | 480 | 5,76 | 600 | 7,20 | 720 | 8,64 | 1200 | 14,40 | 24 |
| 375 | 4,69 | 500 | 6,25 | 625 | 7,81 | 750 | 9,38 | 1250 | 15,62 | 25 |
| 390 | 5,07 | 520 | 6,76 | 650 | 8,45 | 780 | 10,14 | 1300 | 16,90 | 26 |
| 405 | 5,47 | 540 | 7,29 | 675 | 9,11 | 810 | 10,94 | 1350 | 18,22 | 27 |
| 420 | 5,88 | 560 | 7,84 | 700 | 9,80 | 840 | 11,76 | 1400 | 19,60 | 28 |
| 435 | 6,31 | 580 | 8,41 | 725 | 10,51 | 870 | 12,62 | 1450 | 21,02 | 29 |
|  450 | 6,75 | 600 | 9,00 | 750 | 11,25 | 900 | 13,50 | 1500 | 22,50 | 30 |

Продолжение прил. 3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| i,  | R = 3000 | R = 4000 | R = 5000 | R = 6000 | R = 8000 | R = 10000 |
| %o | l  | h  | l | h | l | H | l | h | l | h | l | H |
| 31 | 93 | 1,44 | 124 | 1,92 | 155 | 2,40 | 186 | 2,88 | 248 | 3,84 | 310 | 4,80 |
| 32 | 96 | 1,54 | 128 | 2,05 | 160 | 2,56 | 192 | 3,08 | 256 | 4,10 | 320 | 5,12 |
| 33 | 99 | 1,63 | 132 | 2,18 | 165 | 2,72 | 198 | 3,27 | 264 | 4,36 | 330 | 5,45 |
| 34 | 102 | 1,73 | 136 | 2,41 | 170 | 2,89 | 204 | 3,47 | 272 | 4,62 | 340 | 5,78 |
| 35 | 105 | 1,84 | 140 | 2,45 | 175 | 3,06 | 210 | 3,68 | 280 | 4,90 | 350 | 6,12 |
| 36 | 108 | 1,94 | 144 | 2,59 | 180 | 3,24 | 216 | 3,89 | 288 | 5,18 | 360 | 6,48 |
| 37 | 111 | 2,05 | 148 | 2,74 | 185 | 3,42 | 222 | 4,11 | 296 | 5,48 | 370 | 6,84 |
| 38 | 114 | 2,17 | 152 | 2,89 | 190 | 3,61 | 226 | 4,33 | 304 | 5,78 | 380 | 7,22 |
| 39 | 117 | 2,28 | 156 | 3,04 | 195 | 3,80 | 234 | 4,56 | 312 | 6,08 | 390 | 7,60 |
| 40 | 120 | 2,40 | 160 | 3,20 | 200 | 4,00 | 240 | 4,80 | 320 | 6,40 | 400 | 8,00 |
| 41 | 123 | 2,52 | 164 | 3,36 | 205 | 4,20 | 246 | 5,04 | 328 | 6,72 | 410 | 8,40 |
| 42 | 126 | 2,65 | 168 | 3,53 | 210 | 4,41 | 252 | 5,29 | 336 | 7,06 | 420 | 8,82 |
| 43 | 129 | 2,77 | 172 | 3,70 | 215 | 4,52 | 258 | 5,55 | 344 | 7,40 | 430 | 9,24 |
| 44 | 132 | 2,91 | 176 | 3,87 | 220 | 4,84 | 264 | 5,81 | 352 | 7,74 | 440 | 9,68 |
| 45 | 135 | 3,04 | 180 | 4,05 | 225 | 5,06 | 270 | 6,07 | 360 | 8,10 | 450 | 10,12 |
| 46 | 138 | 3,18 | 184 | 4,23 | 230 | 5,29 | 276 | 6,35 | 368 | 8,46 | 460 | 10,58 |
| 47 | 141 | 3,32 | 188 | 4,42 | 235 | 5,52 | 282 | 6,66 | 376 | 8,84 | 470 | 11,04 |
| 48 | 144 | 3,46 | 192 | 4,61 | 240 | 5,76 | 288 | 6,91 | 384 | 9,22 | 480 | 11,52 |
| 49 | 147 | 3,60 | 196 | 4,80 | 245 | 6,00 | 294 | 7,20 | 392 | 9,60 | 490 | 12,00 |
| 50 | 150 | 3,75 | 200 | 5,00 | 250 | 6,25 | 300 | 7,50 | 400 | 10,00 | 500 | 12,50 |
| 51 | 153 | 3,90 | 204 | 5,21 | 255 | 6,50 | 306 | 7,80 | 408 | 10,40 | 510 | 13,00 |
| 52 | 156 | 4,06 | 208 | 5,41 | 260 | 6,76 | 312 | 8,11 | 416 | 10,82 | 520 | 13,52 |
| 53 | 159 | 4,22 | 212 | 5,61 | 265 | 7,02 | 313 | 8,42 | 424 | 11,24 | 530 | 14,04 |
| 54 | 162 | 4,38 | 216 | 5,82 | 270 | 7,29 | 324 | 8,74 | 432 | 11,66 | 540 | 14,58 |
| 55 | 165 | 4,54 | 220 | 6,05 | 275 | 7,56 | 330 | 9,07 | 440 | 12,10 | 550 | 15,12 |
| 56 | 168 | 4,70 | 224 | 6,27 | 280 | 7,84 | 336 | 9,40 | 448 | 12,54 | 560 | 15,68 |
| 57 | 171 | 4,88 | 228 | 6,49 | 285 | 8,12 | 342 | 9,74 | 456 | 13,00 | 570 | 16,24 |
| 58 | 174 | 5,05 | 232 | 6,73 | 290 | 8,41 | 348 | 10,09 | 464 | 13,46 | 580 | 16,82 |
| 59 | 177 | 5,22 | 236 | 6,96 | 295 | 8,70 | 354 | 10,44 | 472 | 13,92 | 590 | 17,40 |
| 60 | 180 | 5,40 | 240 | 7,20 | 300 | 9,00 | 360 | 10,80 | 480 | 14,90 | 600 | 18,00 |
| 61 | 183 | 5,58 | 244 | 7,44 | 305 | 9,30 | 366 | 11,16 | 488 | 14,88 | 610 |  |
| 62 | 186 | 5,76 | 248 | 7,69 | 310 | 9,61 | 372 | 11,53 | 496 | 15,38 | 620 |  |
| 63 | 189 | 5,95 | 252 | 7,94 | 315 | 9,92 | 378 | 11,90 | 504 | 15,88 | 630 |  |
| 64 | 192 | 6,14 | 256 | 8,19 | 320 | 10,24 | 384 | 12,28 | 512 | 16,38 | 640 |  |
| 65 | 195 | 6,34 |  260 | 8,44 | 325 | 10,56 | 390 | 12,67 | 520 | 16,90 | 650 |  |

Продолжение прил. 3

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| R = 15000 | R = 20000 | R = 25000 | R = 30000 | R = 50000 | i,  |
| l | h | l | h | l | h | l | h | l | h | %o |
| 465 | 7,21 | 620 | 9,61 | 775 | 12,01 | 930 | 14,42 | 1550 | 24,02 | 31 |
| 480 | 7,68 | 640 | 10,24 | 800 | 12,80 | 960 | 15,36 | 1600 | 25,60 | 32 |
| 495 | 8,17 | 660 | 10,80 | 825 | 13,61 | 990 | 16,34 | 1650 | 27,22 | 33 |
| 510 | 8,67 | 680 | 11,56 | 850 | 14,45 | 1020 | 17,34 | 1700 | 28,90 | 34 |
| 525 | 9,19 | 700 | 12,25 | 875 | 15,31 | 1050 | 18,38 | 1750 | 30,62 | 35 |
| 540 | 9,72 | 720 | 12,96 | 900 | 16,20 | 1080 | 19,44 | 1800 | 32,44 | 36 |
| 555 | 10,27 | 740 | 13,96 | 925 | 17,11 | 1110 | 20,54 | 1850 | 34,22 | 37 |
| 570 | 10,83 | 760 | 14,44 | 950 | 18,05 | 1140 | 21,66 | 1900 | 36,10 | 38 |
| 585 | 11,41 | 780 | 15,21 | 975 | 19,01 | 1170 | 22,82 | 1950 | 38,02 | 39 |
| 600 | 12,00 | 800 | 16,00 | 1000 | 20,00 | 1200 | 24,00 | 2000 | 40,00 | 40 |
| 615 | 12,61 | 820 | 16,81 | 1025 | 21,01 | 1230 | 25,22 |  |  | 41 |
| 630 | 13,23 | 840 | 17,64 | 1050 | 22,05 | 1260 | 26,46 |  |  | 42 |
| 645 | 13,87 | 860 | 18,49 | 1075 | 23,11 | 1290 | 27,74 |  |  | 43 |
| 660 | 14,52 | 880 | 19,36 | 1100 | 24,20 | 1320 | 29,04 |  |  | 44 |
| 675 | 15,19 | 900 | 20,25 | 1120 | 25,31 | 1350 | 30,38 |  |  | 45 |
| 690 | 15,87 | 920 | 21,16 | 1150 | 26,45 | 1380 | 31,74 |  |  | 46 |
| 705 | 16,57 | 940 | 22,09 | 1175 | 27,61 | 1410 | 33,14 |  |  | 47 |
| 720 | 17,28 | 960 | 23,01 | 1200 | 28,80 | 1440 | 34,56 |  |  | 48 |
| 735 | 18,01 | 980 | 24,01 | 1225 | 30,01 | 1470 | 36,02 |  |  | 49 |
| 750 | 18,75 | 1000 | 25,00 | 1250 | 31,25 | 1500 | 37,50 |  |  | 50 |
| 765 | 19,51 | 1020 | 26,01 | 1275 | 32,51 | 1530 | 39,02 |  |  | 51 |
| 780 | 20,28 | 1040 | 27,04 | 1300 | 33,80 | 1560 | 40,56 |  |  |  |
| 795 | 21,07 | 1060 | 28,09 | 1325 | 35,11 | 1590 | 42,14 |  |  |  |
| 810 | 21,87 | 1080 | 29,17 | 1350 | 36,45 | 1620 | 44,74 |  |  |  |
| 825 | 22,69 | 1100 | 30,25 | 1375 | 37,81 | 1650 | 45,38 |  |  |  |
| 840 | 23,52 | 1120 | 31,36 | 1400 | 39,20 | 1680 | 47,04 |  |  |  |
| 855 | 24,36 | 1140 | 32,49 | 1425 | 40,61 | 1710 | 48,74 |  |  |  |
| 870 | 25,24 | 1160 | 33,64 | 1450 | 42,05 | 1740 | 50,46 |  |  |  |
| 885 | 26,10 | 1180 | 34,81 | 1475 | 44,51 | 1770 | 52,22 |  |  |  |
| 900 | 27,00 | 1200 | 36,00 | 1500 | 45,00 | 1800 | 54,00 |  |  |  |

Окончание прил. 3

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| i | R = 3000 | R = 4000 | R = 5000 | R = 6000 | R = 8000 | R = 10000 |
| %o | l | h | l | h | l | h | l | h | l | h | l | h |
| 66 | 198 | 6,54 | 264 | 8,70 | 330 | 10,89 | 396 | 13,06 | 528 | 17,42 | 660 |  |
| 67 | 201 | 6,73 | 268 | 8,98 | 335 | 11,22 | 402 | 13,47 | 536 | 17,96 | 670 |  |
| 68 | 204 | 6,94 | 272 | 9,25 | 340 | 11,56 | 408 | 13,87 | 544 | 18,50 | 680 | 23,12 |
| 69 | 207 | 7,15 | 276 | 9,52 | 345 | 11,90 | 414 | 14,28 | 552 | 19,04 | 690 | 23,80 |
| 70 | 210 | 7,35 | 280 | 9,80 | 350 | 12,25 | 420 | 14,70 | 560 | 19,60 | 700 | 24,50 |
| 71 | 213 | 7,56 | 284 | 10,08 | 355 | 12,60 | 426 | 15,12 | 568 | 20,16 | 710 | 25,20 |
| 72 | 216 | 7,78 | 288 | 10,37 | 360 | 12,96 | 432 | 15,55 | 576 | 20,74 | 720 | 25,92 |
| 73 | 219 | 7,99 | 292 | 10,66 | 365 | 13,32 | 438 | 15,98 | 584 | 21,32 | 730 | 26,64 |
| 74 | 222 | 8,20 | 296 | 10,95 | 370 | 13,69 | 444 | 16,42 | 592 | 21,90 | 740 | 27,38 |
| 75 | 225 | 8,44 | 300 | 11,25 | 375 | 14,04 | 450 | 16,88 | 600 | 22,50 | 750 | 28,12 |
| 76 | 228 | 8,66 | 304 | 11,55 | 380 | 14,44 | 456 | 17,33 | 608 | 23,10 | 760 | 28,88 |
| 77 | 231 | 8,89 | 308 | 11,86 | 385 | 14,82 | 462 | 17,79 | 616 | 23,72 | 770 | 29,64 |
| 78 | 234 | 9,13 | 312 | 12,16 | 390 | 15,21 | 468 | 18,25 | 624 | 24,32 | 780 | 30,43 |
| 79 | 237 | 9,36 | 316 | 12,48 | 395 | 15,60 | 474 | 18,72 | 632 | 24,96 | 790 | 31,20 |
| 80 | 240 | 9,60 | 320 | 12,80 | 400 | 16,00 | 480 | 19,20 | 640 | 25,60 | 800 | 32,00 |
| 81 | 243 | 9,84 | 324 | 13,13 | 405 | 16,40 | 486 | 19,68 | 648 | 26,24 | 810 | 32,80 |
| 82 | 246 | 10,09 | 328 | 13,45 | 410 | 16,81 | 492 | 20,17 | 656 | 26,90 | 820 | 33,62 |
| 83 | 249 | 10,33 | 332 | 13,77 | 415 | 17,22 | 498 | 20,66 | 664 | 27,56 | 830 | 34,44 |
| 84 | 252 | 10,58 | 336 | 14,12 | 420 | 17,64 | 504 | 21,17 | 672 | 28,22 | 840 | 35,28 |
| 85 | 255 | 10,83 | 340 | 14,45 | 425 | 18,06 | 510 | 21,67 | 680 | 28,90 | 850 | 36,12 |
| 86 | 258 | 11,09 | 344 | 14,79 | 430 | 18,49 | 516 | 22,18 | 688 | 29,58 | 860 | 36,98 |
| 87 | 261 | 11,35 | 348 | 15,24 | 435 | 18,92 | 522 | 22,71 | 696 | 30,38 | 870 | 37,84 |
| 88 | 264 | 11,62 | 352 | 15,49 | 440 | 19,36 | 528 | 23,23 | 704 | 30,98 | 880 | 38,72 |
| 89 | 267 | 11,88 | 356 | 15,84 | 445 | 19,80 | 534 | 23,76 | 712 | 31,68 | 890 | 39,60 |
| 90 | 270 | 12,15 | 360 | 16,20 | 450 | 20,25 | 540 | 24,30 | 720 | 32,40 | 900 | 40,50 |
| 91 | 273 | 12,42 | 364 | 16,56 | 455 | 20,70 | 546 | 24,84 | 728 | 33,12 | 910 | 41,40 |
| 92 | 276 | 12,70 | 368 | 16,93 | 460 | 21,16 | 552 | 25,39 | 736 | 33,86 | 920 | 42,32 |
| 93 | 279 | 12,97 | 372 | 17,30 | 465 | 21,62 | 558 | 25,94 | 744 | 34,60 | 930 | 43,24 |
| 94 | 283 | 13,55 | 376 | 17,67 | 470 | 22,09 | 564 | 26,50 | 752 | 35,34 | 940 | 44,18 |
| 95 | 285 | 13,53 | 380 | 18,05 | 475 | 22,56 | 570 | 27,08 | 760 | 36,10 | 950 | 45,12 |
| 96 | 288 | 13,82 | 384 | 18,43 | 480 | 23,04 | 576 | 27,65 | 768 | 36,86 | 960 | 46,07 |
| 97 | 291 | 14,11 | 388 | 18,82 | 485 | 23,53 | 582 | 28,23 | 776 | 37,64 | 970 | 47,04 |
| 98 | 294 | 14,41 | 392 | 19,21 | 490 | 24,01 | 588 | 28,81 | 784 | 38,42 | 980 | 48,02 |
| 99 | 297 | 14,70 | 396 | 19,60 | 496 | 24,50 | 594 | 29,40 | 792 | 39,20 | 990 | 49,00 |
| 100 | 300 | 15,00 | 400 | 20,00 | 500 | 25,00 | 600 | 30,00 | 800 | 40,00 | 1000 | 50,00 |

Литература.

1. СН 202 – 81. Инструкция о составе, порядке разработки, согласовании и утверждении проектно – сметной документации на строительство зданий и сооружений. М.: Стройиздат, 1983. 73 с.
2. ВСН 21 – 83. Указания по определению экономической эффективности капитальных вложений в строительство и реконструкцию автомобильных дорог Минавтодор РСФСР. М.: Транспорт, 1985.
3. Справочник инженера – дорожника: Проектирование автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1989.
4. Лобанов Е.М., Сильянов В.В. и др. Пропускная способность автомобильных дорог. М., 1970.
5. Антонов Н.М. и др. Проектирование и разбивка вертикальных кривых на автомобильных дорогах (описание и таблицы). М.: Транспорт, 1968. 200 с.
6. Митин Н.А. Таблицы для разбивки горизонтальных и вертикальных кривых автомобильных дорог. М.: Недра, 1978. 468 с.
7. ГОСТ – 21.511 – 83. Система проектной документации для строительства: Автомобильные дороги. Земляное полотно и дорожная одежда. Рабочие чертежи. М., 1984. 26 с.
8. СНиП 2.05.02 – 85 автомобильные дороги. М.: Транспорт, 1985.