

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I»
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

Калининградский филиал ПГУПС

УТВЕРЖДАЮ

Начальник Управления
по работе с филиалами

Е.В. Панюшкина

«10» января 2020 г.



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ НА ТЕМУ
«ПРОЕКТИРОВАНИЕ НОВОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ЛИНИИ»
МДК 01.02 ИЗЫСКАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ**

для специальности

08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство

*базовая подготовка,
на базе среднего общего образования*

Форма обучения: очная

Нормативные сроки обучения: 2 года 10 месяцев

Начало подготовки: 2020 год

г. Калининград

2020

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Реализация методических материалов в Калининградском филиале ПГУПС по выполнению выпускной квалификационной работы МДК 01.02 Изыскания и проектирование железных дорог на тему «Проектирование новой железнодорожной линии» для специальности 08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство осуществляется согласно Методическому пособию «МДК 01.02 Изыскания и проектирование железных дорог», разработанному Федеральным государственным бюджетным учреждением дополнительного профессионального образования «Учебно–методический центр по образованию на железнодорожном транспорте» (приложение).

Рекомендуемая литература:

Васекина Е.Е. МДК 01.02 Изыскания и проектирование железных дорог / Е.Е. Васекина. М.: ФГБУ ДПО «Учебно–методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2018

Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Управление учебных заведений и правового обеспечения

Федеральное государственное бюджетное учреждение
дополнительного профессионального образования
«Учебно-методический центр по образованию
на железнодорожном транспорте»



специальность **08.02.10**

МДК 01.02

Изыскания и проектирование
железных дорог

МДК 01.02

Изыскания и проектирование
железных дорог

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Выполнение выпускной квалификационной работы

тема

**Проектирование новой
железнодорожной линии**

специальность **08.02.10**

Строительство железных дорог,
путь и путевое хозяйство

• → *базовая подготовка среднего
профессионального образования*

Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Управление учебных заведений и правового обеспечения

Федеральное государственное бюджетное учреждение
дополнительного профессионального образования
«Учебно-методический центр по образованию
на железнодорожном транспорте»

Методическое пособие рассмотрено и одобрено на заседании Учебно-методической комиссии по специальности 08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство федерального учебно-методического объединения в системе среднего профессионального образования по укрупненным группам профессий, специальностей 23.00.00 Техника и технологии наземного транспорта.

Председатель УМС *Л.И. Зеленская*
Протокол № 1 от 24–25 ноября 2016 г.

МДК 01.02

Изыскания и проектирование железных дорог

МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ВЫПОЛНЕНИЕ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЫ

тема

**Проектирование новой
железнодорожной линии**

специальность **08.02.10**
Строительство железных дорог,
путь и путевое хозяйство

*базовая подготовка
среднего профессионального образования*

Автор — *Е.Е. Васекина*, преподаватель Приморского института железнодорожного транспорта — филиала ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный университет путей сообщения» в г. Уссурийске

Рецензент — *Л.И. Зеленская*, преподаватель Ярославского филиала ФГБОУ ВО «Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II»

Предложения и замечания по методическому пособию просим направлять в филиал ФГБУ ДПО «УМЦ ЖДТ» в г. Новосибирске по адресу: 630003, г. Новосибирск, ул. Владимирская, 15д, тел.: (383) 319-60-71, факс: 319-60-72, e-mail: novosib@umczdt.ru

© Васекина Е.Е., 2018
© ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2018

Введение

Методическое пособие предназначено для обучающихся СПО специальности 08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство 4 курса очной и заочной форм обучения, выполняющих выпускную квалификационную работу по теме «Проектирование новой железнодорожной линии» по МДК 01.02 Изыскания и проектирование железных дорог.

В методическом пособии рассмотрены сложные вопросы методики и практических приемов камерального трассирования, расчета малых водопропускных сооружений, технико-экономического сравнения вариантов, определения времени хода пар поездов по перегону, а также даны задание и справочные материалы, необходимые для разработки проекта новой железнодорожной линии.

Данное методическое пособие выполнено в дополнение к существующим учебным пособиям и главному руководящему документу «СП 119.13330.2012. Свод правил. Железные дороги колеи 1520 мм. Актуализированная редакция СНиП 32-01-95» [3].

Проект участка новой железнодорожной линии предусматривает камеральное трассирование с целью отыскания такого положения линии, которое создаст наилучшие условия ее будущей эксплуатации.

Камеральное трассирование выполняется по индивидуальной топографической карте местности и представляет собой специфическую задачу, которая трудно поддается формализации. Это связано с тем, что топографические условия очень разнообразны и никогда не повторяются.

Этим объясняется определенная трудность разработки ВКР, которая заключается в творческом индивидуальном характере работы, требующем необходимого опыта трассирования и разносторонних знаний.

Данное пособие преследует цель помочь обучающимся разобрататься в методике и практических приемах камерального трассирования, проектирования продольного профиля и в решении других вопросов.

Все разделы ВКР и особенно технико-экономическое сравнение вариантов трассы требуют довольно значительного по объему и широкого по разнообразию решаемых вопросов справочного материала, имеющихся в многочисленных технических справочниках и литературных источниках.

1. Содержание и последовательность разработки разделов ВКР

Разработка проекта участка новой железнодорожной линии выполняется в определенной последовательности.

В первой главе ВКР необходимо дать физико-климатическую характеристику района проектирования новой железной дороги. Описать экологию, климат, геологию и гидрографию заданного региона.

Во второй главе требуется выбрать направление и произвести трассирование двух вариантов трасс, по результатам которого построить схематические продольные профили. Далее определить основные показатели плана и продольного профиля вариантов трасс, произвести размещение отдельных пунктов по времени хода.

В третьей главе по построенным картам бассейнов выполнить размещение, обоснование типов и величины отверстий водопропускных искусственных сооружений.

В четвертой главе провести расчеты по определению строительных объемов и строительной стоимости вариантов трассы.

В пятой главе требуется рассчитать эксплуатационные расходы для сравнения вариантов трасс.

В шестой главе выполнить относительное технико-экономическое сравнение вариантов трасс и в результате выбрать наиболее рациональный из них.

В седьмой главе раскрыть основные вопросы, связанные с мероприятиями по технике безопасности при выполнении технических изысканий, при топографо-геодезических изысканиях.

В восьмой главе описать мероприятия по охране окружающей среды.

Важно отметить, что все разделы ВКР требуют довольно значительного по объему и широкого по разнообразию решаемых вопросов справочного материала. В конце необходимо привести список литературы, который был использован при разработке ВКР.

2. Исходные данные на разработку ВКР

Таблица 1

№ п/п	Показатели	Вариант исходных данных (последняя цифра)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Начальный и конечный пункты	Заданы преподавателем на карте									
2	Руководящие уклоны	Подлежат выбору									
3	Расчетная пропускная способность, пар поездов в сутки	24	25	26	27	28	29	30	31	32	34
4	Расчетная годовая приведенная грузонапряженность нетто на десятый год эксплуатации, млн т км по направлениям*	7,5	8,0	10,0	12,5	15,0	16,0	18,5	22,5	31,2	33,4
		3,8	4,2	6,5	7,4	9,9	10,2	11,3	12,8	16,7	17,3
5	Число пар пассажирских поездов на десятый год эксплуатации	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4
6	Удельное содержание в составе по весу вагонов различного типа, %	25	20	15	30	35	40	30	45	50	60
		75	80	85	70	65	60	70	55	50	40
7	Коэффициент использования грузоподъемности вагонов	0,90	0,92	0,96	0,93	0,94	0,95	0,93	0,95	0,94	0,92
		0,88	0,90	0,92	0,90	0,93	0,91	0,89	0,87	0,90	0,88
8	Тип локомотива	ВЛ80*	ВЛ80*	ВЛ80*	ВЛ80*	ВЛ80*	ВЛ80*	ВЛ80*	ВЛ80*	ВЛ80*	ВЛ80*
9	Категория дороги	Устанавливается обучающимся в соответствии с заданной расчетной приведенной грузонапряженностью нетто на 10-й год эксплуатации по табл. 1.1 прил. 1									
10	Район проектирования	Принимается обучающимся из перечисленных преподавателем									
11	Количество главных ж.д. путей	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

* Числитель — грузовое, знаменатель — негрузовое направление.

3. Физико-климатическая характеристика района проектирования новой железнодорожной линии

Проектированию новой железнодорожной линии предшествует изучение района исследования и выявление возможных направлений трассы между заданными конечными пунктами.

Для этого в соответствии с заданием составляется краткое описание района проектирования, которое включает принадлежность района к определенной территориально-административной единице (край, область), его географические особенности, крупные населенные пункты, основные отрасли промышленности и сельского хозяйства, условия транспортного обслуживания района тяготения.

На основе краткой характеристики экономики района исследования и анализа исходных данных о перспективных размерах и характере грузовых перевозок (местные, транзитные), учитывая категорию дороги (прил. 1), следует сделать вывод о предполагаемом ее народно-хозяйственном значении в системе транспортных связей (транспортное освоение природных ресурсов; сокращение пробега транзитных грузов; создание нового транспортного маршрута; улучшение транспортного обслуживания района тяготения; рационализация межрайонных транспортных связей).

Данная характеристика включает в себя также общую оценку топографических условий района проектирования, представленного на заданной карте, для выявления возможных направлений трассирования.

Решение вопросов, связанных с трассированием, требует знания рельефа местности и умения хорошо разбираться в нем по планам в горизонталях.

При описании района проектирования удобно использовать принцип ориентации по сторонам света. Здесь следует привести общую характеристику сложности форм рельефа (равнинный, холмистый, горный), указать расположение основных и второстепенных водоразделов, выявить наиболее низкие попутные седла пересекаемых водоразделов, удобные места пересечения больших водотоков, колебания отметок рельефа в метрах.

Характеризуя гидрографическую сеть, нужно отметить наличие рек, ручьев, озер, указать направление течения, ширину рек и их долин.

Включить в описание района проектирования, в случае их наличия, местоположение заболоченных и других неблагоприятных в геологическом отношении мест, а также расположение природоохранных территорий (заповедников, заказников, мест добычи полезных ископаемых).

4. Трассирование участка новой железнодорожной линии

Трассирование участка новой железнодорожной линии производится путем камерального трассирования — по топографической карте масштаба 1:50 000 с нанесенным в горизонталях рельефом местности, населенными пунктами, преобладающей растительностью и месторождениями полезных ископаемых.

4.1 Выбор направления и величины руководящих уклонов вариантов проектируемой железнодорожной линии

Предварительная обработка карты дает наглядное представление о характере рельефа местности и позволяет выявить те элементы рельефа, которые могут быть использованы под укладку трассы:

— расположение попутных водоразделов, косогоров и долин, если конечные пункты проектируемой железнодорожной линии находятся в одной речной системе или на одном и том же водоразделе;

— попутные и пониженные седла на водоразделах и возможные условия подхода к ним, если конечные пункты находятся в разных речных системах.

Совокупность опорных пунктов и фиксированных точек трассы, соединенных прямыми, представляет собой возможные варианты направления воздушной трассы проектируемой железнодорожной линии.

В ВКР, при соответствующей топографической картине района проектирования, следует наметить несколько рациональных вариантов направления трасс (рис. 1).

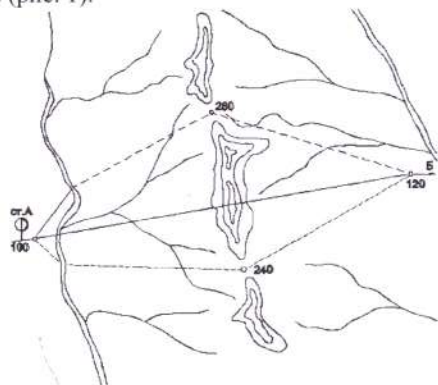


Рис. 1. Выбор величины руководящего уклона

Выбор величины руководящего уклона производится по схематическому профилю, построенному по воздушной трассе выбранного варианта направления.

Построение схематического профиля по воздушной трассе производится с помощью полоски бумаги, приложенной к прямым отрезкам этой воздушной трассы, уложенной на план в горизонталях. С плана в горизонталях на полоску по линии *d-f* выписываются отметки пересекаемых полоской горизонталей и переносятся на схематический профиль (рис. 2).

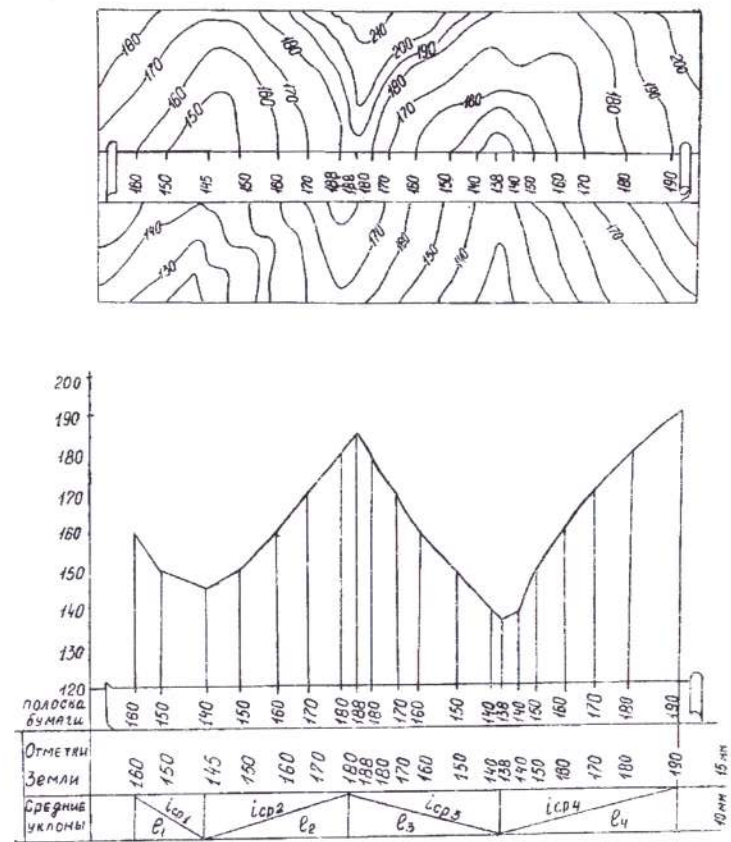


Рис. 2. План и продольный профиль воздушной трассы

На профиле выделяются характерные и однородные по крутизне участки рельефа, для которых определяются средние естественные уклоны земли.

По величине и протяжению среднего уклона земли на схематическом профиле воздушной трассы выбирается значение руководящего уклона для трассирования первого варианта трассы.

Средний уклон земли по воздушной трассе определяется по формуле:

$$i_{\text{cp}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=m} i_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^{i=m} l_i}, \quad (1)$$

где i_i — уклон i -го элемента профиля, ‰;

l_i — длина i -го элемента профиля, м;

m — число элементов профиля.

По результатам трассирования первого варианта трассы на основании анализа ее технических показателей (длина варианта, коэффициент развития, процент использования руководящего уклона) и визуальной оценки возможных объемов земляных работ (высоты насыпей, глубины выемок) по схематическому продольному профилю, а также исходя из сложности укладки трассы принимается соответствующее значение руководящего уклона второго варианта трассы, большее или меньшее на 2–3‰ (по необходимости) по сравнению с величиной руководящего уклона первого варианта трассы.

4.2 Определение длины поезда и массы грузового состава

В соответствии с заданным соотношением вагонного состава по весу определяется количество вагонов соответствующего типа и соответствующая длина поезда.

Длина поезда определяется по формуле:

$$L_{\text{п}} = \sum_i n_i \cdot l_i + l_{\text{л}} \cdot 10, \quad (2)$$

где n_i — количество вагонов i -го типа;

l_i — длина вагона i -го типа;

$l_{\text{л}}$ — длина локомотива;

10 — допуск на установку поезда в пределах полезной длины приемоотправочного железнодорожного пути.

По длине поезда принимается стандартная длина приемоотправочных железнодорожных путей (850, 1050, 1700, 2100).

Таблица 2

Масса грузового поезда, брутто, т

Тип локомотива	Величина руководящего уклона, ‰														
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			
ТЭЗ	7280	6090	5230	4570	4050	3630	3290	3000	2760	2550	2360	2210			
ЗТЭЗ	10930	9140	7840	6850	6080	5130	4940	4510	4140	3830	3550	3310			
2ТЭ10	9600	8000	6850	5950	5300	4750	4300	3900	3600	3350	3100	2900			
ЗТЭ10 ЗТЭ10М	13650	11440	9840	8610	7650	6870	6230	6690	5240	4840	4500	4200			
2ТЭ121	10750	9030	7770	6810	6060	5450	4950	4530	4170	3860	3590	3350			
2ТЭ116	9100	7630	6560	5740	5100	4580	4150	3740	3400	3230	3000	2800			
ВЛ10 ^у	8530	7230	6270	5520	4930	4450	4060	3780	3440	3190	2970	2780			
ВЛ10, ВЛ11	7830	6650	5750	5070	4520	4100	3720	3420	3150	2930	2730	2558			
ВЛ82 (пост., перем. ток)	12085	9630	7993	6824	5947	5265	4720	4274	3902	3587	3315	3083			
ВЛ60 ^к , ВЛ60 ^р	6310	5340	4630	4080	3540	3290	3990	2750	2540	2350	2190	2050			
ВЛ80 ^к	8380	7100	6150	5420	4840	4370	3980	3650	3370	3130	2920	2730			

4.3 Определение норм проектирования плана и продольного профиля перегонов и отдельных пунктов

В соответствии с установленной категорией железной дороги и принятой длиной приемоотправочных железнодорожных путей из СП 119.13330.2012 [3] выписываются основные нормы проектирования новых железнодорожных линий.

В прил. 1 приведены нижеследующие нормы проектирования:

- деление железных дорог на категории (табл. 1.1);
- алгебраическая разность сопрягаемых уклонов и минимально возможные длины разделительных площадок и элементов переходной крутизны (табл. 1.2);
- минимальный запас возвышения бровки насыпи над уровнем снежного покрова (табл. 1.3);
- рекомендуемые величины радиусов круговых кривых (табл. 1.4);
- длины переходных кривых (табл. 1.5);
- минимальные длины прямых вставок между смежными кривыми (табл. 1.6);
- минимальные длины площадок отдельных пунктов (табл. 1.7);

1	2	3	4
б) допускаемые: — алгебраическая разность уклонов смежных элементов профиля — наименьшая длина разделительных площадок и элементов переходной крутизны	% м		
Минимальный запас высоты насыпи над уровнем снежного покрова: — рекомендуемый — допускаемый	м м		
Радиусы кривых на главных железнодорожных путях: — рекомендуемые — допускаемые в трудных условиях — допускаемые в особо трудных условиях	м м м		
Длина прямых вставок между смежными кривыми: а) в нормальных условиях между кривыми, направленными: — в разные стороны — в одну сторону б) в трудных условиях между кривыми, направленными: — в разные стороны — в одну сторону	м м м м		
Минимальная длина станционных площадок отдельных пунктов при продольной схеме расположения приемоотправочных железнодорожных путей: — на разъезде — на промежуточной железнодорожной станции	м м		
Ширина основной площадки земляного полотна	м		

— ширина земляного полотна (табл. 1.8);
— мощность верхнего строения железнодорожного пути на линиях различной категории (табл. 1.9);
— число приемоотправочных железнодорожных путей на отдельных пунктах (табл. 1.10).

Приведенная грузонапряженность принимается с учетом количества и массы пассажирских поездов. По ней определяется категория проектируемой дороги.

Приведенная грузонапряженность нетто на 10-й год эксплуатации рассчитывается по формуле:

$$\Gamma_{пр10} = \Gamma_{10} + 365 \cdot Q_{пас} \cdot n_{пас} \cdot \alpha_{пр}, \quad (3)$$

где $\Gamma_{пр10}$ — приведенная грузонапряженность (размер перевозок) на десятый год эксплуатации по направлениям;

Γ_{10} — установленная экономическими изысканиями грузонапряженность, нетто (размер грузовых перевозок) на десятый год эксплуатации по направлениям;

$Q_{пас}$ — масса пассажирского (1000–1200 т) поезда;
 $n_{пас}$ — заданное количество пассажирских пар поездов в сутки на десятый год эксплуатации;
 $\alpha_{пр}$ — коэффициент, приводящий пассажирские поезда к грузопотоку нетто.

Из формулы (3) по заданным приведенной грузонапряженности и размерам пассажирского движения определяется расчетная грузонапряженность по грузовому движению на 10-й год эксплуатации по направлениям («туда» и «обратно»).

Основные нормы проектирования новой железнодорожной линии, определенные СП 119.13330.2012 [3], представлены в табл. 3.

Таблица 3

Основные нормы проектирования плана и продольного профиля

Параметр	Единицы измерения	Значение 1 вариант	Значение 2 вариант
1	2	3	4
Категория железнодорожной линии			
Нормы проектирования продольного профиля: а) рекомендуемые: — алгебраическая разность уклонов смежных элементов профиля — наименьшая длина разделительных площадок и элементов переходной крутизны	% м		

4.4 Проектирование плана и продольного профиля трассы

Трассирование по карте в горизонталях заключается в проектировании плана железнодорожной линии с последующей наколкой по нему профиля земли и проектированием продольного профиля земляного полотна дороги.

Принципы трассирования существенно различны для вольных (где средний уклон местности меньше ограничивающего, например, руководящего уклона) и напряженных (где средний уклон местности больше

ограничивающего уклона) ходов. Для этого на карте выявляются участки вольных и напряженных ходов.

Участки вольных ходов не требуют применения особых приемов трассирования. Здесь трасса укладывается, как правило, между фиксированными точками обхода контурных и высотных препятствий, вписываясь иногда в рельеф местности для уменьшения объемов земляных работ.

Основным требованием рациональной укладки трассы на вольных ходах является получение линии кратчайшей длины. Для достижения этого рекомендуется соблюдение следующих правил трассирования:

- 1) укладка трассы с препятствия на препятствия;
- 2) расположение угла поворота против препятствия;
- 3) обоснование каждого угла поворота лежащим внутри него препятствием;
- 4) применение минимальных углов поворота (до 15–20°).

Трассирование на участках напряженных ходов для получения минимально необходимой длины трассы производится под циркуль, раствор которого определяется по формуле:

$$d = \frac{\Delta h \cdot 10^5}{i_p - i_s} \cdot \frac{1}{m}, \quad (4)$$

где d — раствор циркуля, см;

Δh — сечение горизонталей, м;

i_p — величина руководящего уклона, ‰;

i_s — величина уклона, эквивалентного сопротивлению от кривых ($i_s = 1$ ‰);

10^5 — коэффициент, переводящий размерность раствора циркуля из километров в сантиметры;

$1:m$ — масштаб карты.

Так, если масштаб карты 1:50 000, руководящий уклон 6 ‰, сечение горизонталей 5 м, то расстояние b , называемое шагом трассирования, будет равно 2 см.

Установив раствор измерителя, равным величине d и «шагая» с горизонтали на горизонталь, получают ориентировочное положение оси будущей трассы — так называемую «линию нулевых работ» (рис. 3).

Проектирование плана трассы на участках напряженных ходов производится относительно «линии нулевых работ», принимаемой за основу будущей трассы. На участках вольных ходов проектирование плана сводится к сопряжению прямых, проложенных между фиксированными точками трассы и сопряженных круговыми кривыми.

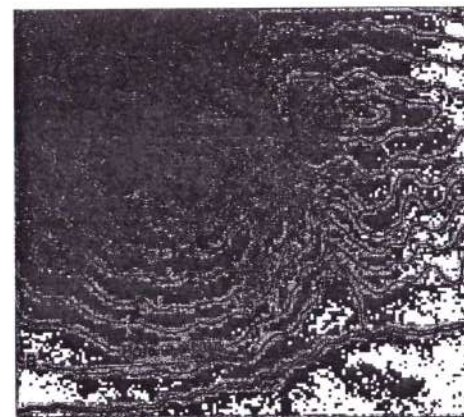


Рис. 3. Участки вольного и напряженного ходов

При укладке трассы на участке напряженного хода не допускается пропуск горизонталей, возврат на предыдущую горизонталь или шаги по одной и той же горизонтали. При этом следует избегать образования острых углов, исключающих возможность размещения круговых кривых.

При получении нескольких вариантов направлений до конечного пункта предпочтение следует отдать варианту с меньшей длиной.

Для подбора величины радиуса и рационального положения на карте круговых кривых используются предварительно изготовленные в масштабе карты шаблоны круговых кривых стандартных радиусов (4000, 3000, 2500, 2000, 1800, 1500, 1200, 1000, 800, 700, 600, 500, 400 м), установленных СП 119.13330.2012 [3].

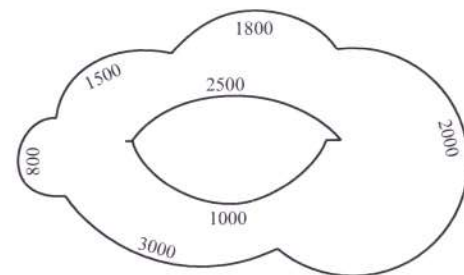


Рис. 4. Шаблон круговых кривых

Вершина угла поворота первой кривой должна располагаться от оси начальной ж.д. станции на расстоянии не меньше, чем (рис. 5):

$$L_{\min} = L_{\text{ст}} / 2 + a + L_n / 2 + T, \quad (5)$$

где $L_{\text{ст}}$ — длина станционной площадки, м;

a — резерв длины на развитие ж.д. станции, принимаемый равным 200 м;

L_n — длина переходной кривой, м;

T — тангенс круговой кривой, м.

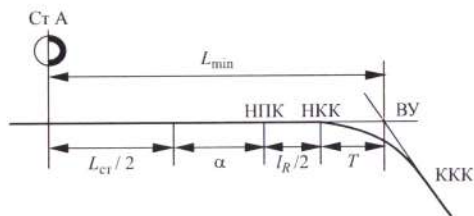


Рис. 5. Минимальное удаление вершины угла от оси раздельного пункта

Величина тангенса кривой определяется по формуле:

$$T = R \cdot \text{tg } \alpha / 2, \quad (6)$$

где R — радиус кривой, м;

α — угол поворота кривой, градус.

Длина кривой определяется по формуле:

$$K = (\pi \cdot R \cdot \alpha) \div 180, \quad (7)$$

где α — угол поворота кривой, градус.

Таблица 4

Ведомость элементов плана линии

Номер линии	Положение вершины угла, км	Угол поворота α , градус	Радиус кривой R , м	Тангенс кривой T , м	Кривая K , м	Переходная кривая L_n , м
1	—	—	—	—	—	—
2	КМ1 + ПК7 + 50 м	42	2000	767,7	1465,3	60
3	—	—	—	—	—	—
4	КМ4 + ПК7 + 50 м	64	1000	624,9	1116,4	120

В результате заполнения ведомости определяются суммы углов поворота, длин кривых и прямых участков.

Точки начала и конца круговых кривых фиксируют на плане трассы, откладывая тангенсы в масштабе карты в обе стороны от вершин углов поворотов (рис. 6).

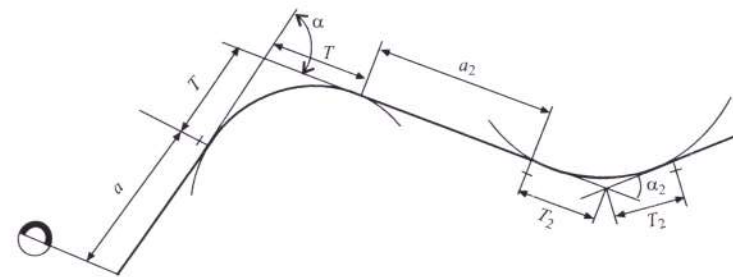


Рис. 6. Установление элементов плана линии

Таким образом, «план линии» будет состоять из прямолинейных отрезков и круговых кривых.

При предварительном проектировании плана линии наносятся только круговые кривые.

Переходные кривые устраиваются в местах сопряжения прямых участков с круговыми кривыми радиусов $R < 4000$ м.

Длины переходных кривых (от 20 до 160 м) принимаются в соответствии с СП 119.13330.2012 [3] в зависимости от категории линии, радиуса круговой кривой и скорости движения поезда.

Разметив на плане трассы точки начала и конца каждой круговой кривой, производят расстановку километровых знаков, тщательно проверяя длину запроектированного участка.

Сумма длин прямых и кривых по профилю должна быть равна длине варианта трассы между осями раздельных пунктов на карте.

Проектируя смежные круговые кривые, т.е. две соседние кривые, расположенные на минимально возможном сближении (рис. 7), необходимо контролировать длины прямых вставок между ними.

Прямая вставка (d) — это расстояние между точками начал переходных кривых. Длины прямых вставок принимаются по табл. 5 в соответствии с СП 119.13330.2012 [3] в зависимости от категории дороги и условий проектирования трассы.

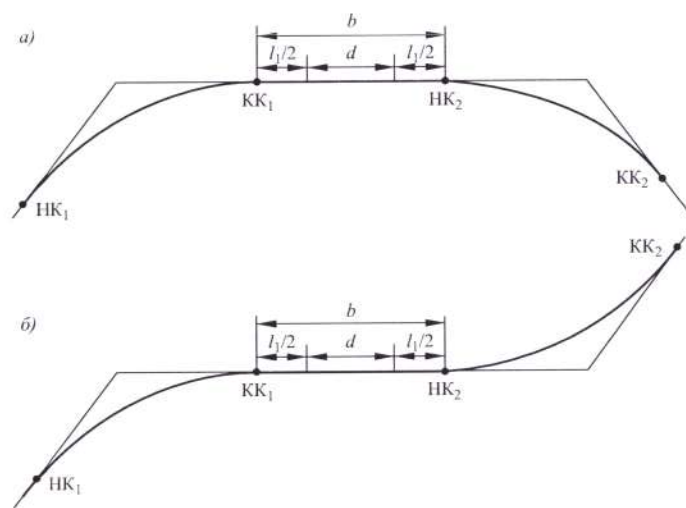


Рис. 7. Смежные кривые, направленные в одну (а) и разные (б) стороны

Таблица 5

Длины прямых вставок

Категории железнодорожной линии	Длина прямой вставки, м			
	в нормальных условиях между кривыми, направленными		в трудных условиях между кривыми, направленными	
	в разные стороны	в одну сторону	в разные стороны	в одну сторону
Скоростные	150	150	100	100
Особогрузонапряженные	75	100	50	50
I и II	150	150	50	75
III	75	100	50	50
IV	50	50	30	30

В соответствии с планами вариантов составляются схематические продольные профили в масштабах:

- горизонтальный — масштаб карты;
- вертикальный — 1:1000.

Образец схематического продольного профиля приведен на рис. 8.

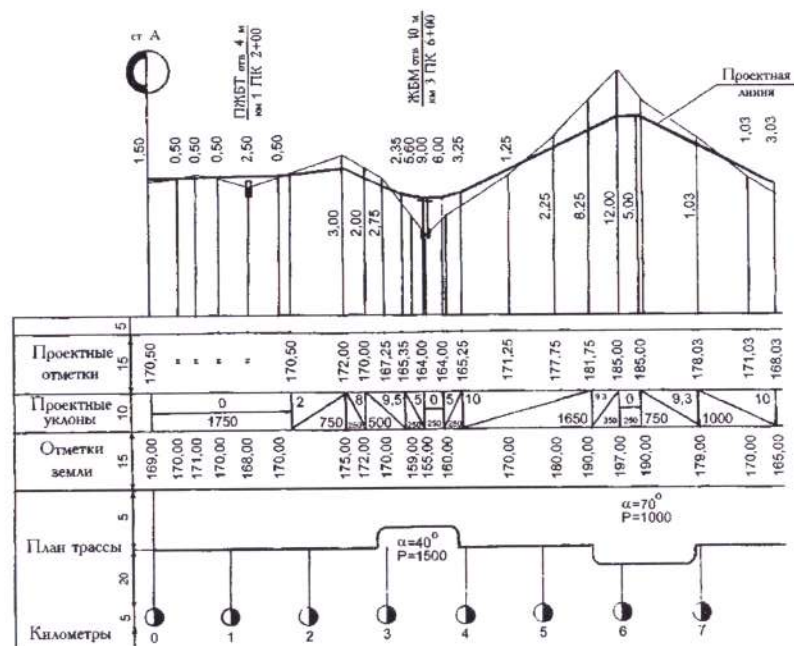


Рис. 8. Образец схематического продольного профиля

В графу сетки схематического профиля «План линии» производится перенос с карты точек начал и концов кривых с полоски бумаги или измерителем относительно километров с обязательной проверкой совпадения фактической (на карте) и расчетной (табл. 4) длин каждой круговой кривой.

Километровые знаки на профиле расставляются начиная от оси начальной железнодорожной станции или от конечного километра железнодорожной станции существующей железнодорожной линии.

В графу профиля «Отметки земли» переносятся отметки точек пересечения трассы с горизонталями и характерных точек между ними (точки пересечения трассой логов и водоразделов).

Приняв тот или иной уровень условной отметки (с учетом величины колебаний отметок земли, позволяющей уменьшить число сносок профиля), по перенесенным с карты отметкам строится профиль земли, относитель-

тельно которого, с учетом требований СП 119.13330.2012 [3], наносится проектная линия (профиль земляного полотна железнодорожного пути в уровне его бровки).

Предварительный подбор рационального положения отдельных отрезков элементов проектной линии относительно профиля земли производится графически исходя из того, что подъем или спуск проектной линии в пределах одного километра (в масштабе профиля) на то или иное количество миллиметров определяет соответствующую величину уклона в тысячных (рис. 9).

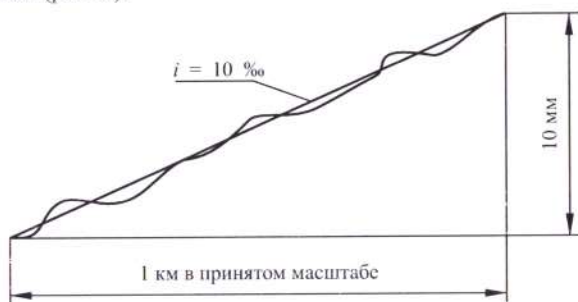


Рис. 9. Принцип подбора величины проектного уклона относительно поверхности земли

Подобранное таким образом с помощью линейки и треугольника положение отрезка проектной линии соответствующего уклона (округляемого до целых тысячных), наиболее близко приближающегося к среднему уклону земли, фиксируется на профиле и в соответствующей графе сетки профиля «Проектные уклоны» с обеспечением:

— рациональных объемов земляных работ (высот насыпей и глубин выемок);

— необходимой высоты насыпи в 3–5 м в пониженных местах профиля земли, где требуется устройство водопропускного сооружения;

— смягчения ограничивающего (руководящего) уклона на участках, где этот уклон совпадает с кривыми по формуле (8):

$$i_{пр} = i_p - i_z, \quad (8)$$

где $i_{пр}$ — величина проектного уклона в ‰, которая может быть и дробной после смягчения с одним знаком после запятой;

i_p — величина руководящего уклона, ‰;

i_z — уклон, эквивалентный сопротивлению от кривых, ‰;

— норм алгебраической разности сопрягаемых уклонов и длин элементов разделительных площадок и элементов переходной крутизны (прил. 1, табл. 1.2).

Для уменьшения земляных работ и предотвращения заносов железнодорожного пути снегом необходимо проектировать профиль насыпью высотой не менее расчетной толщины снегового покрова (прил. 1, табл. 1.3).

4.5 Размещение отдельных пунктов по времени хода

Раздельные пункты должны быть размещены так, чтобы обеспечивалась идентичность перегонов по расчетному времени хода пары поездов.

Расчетное время хода пары поездов по перегону определяется по формуле:

$$t_p = t_T + t_0 = 1440 / n_p - (\tau_1 + \tau_2), \quad (9)$$

где $(\tau_1 + \tau_2)$ — сумма станционных интервалов, определяемая системой СЦБ (при автоблокировке — 4 мин).

Фактическое время хода поезда (туда и обратно) от оси начальной железнодорожной станции до оси разъезда определяется по элементам проектной линии в табличной форме, используя покิโลметровое время хода в зависимости от уклона элемента, при заданном типе локомотива и величине руководящего уклона (прил. 1, табл. 1.11).

Приведенные уклоны $i_{пр}$ (с учетом сопротивлений от кривых) определяются: $i_{пр} = \pm i_d + i_{экр}$.

Таблица 6

Определение времени хода поезда по направлениям

Номер элемента профиля	Уклоны, ‰					Длина элемента, км	Время хода, мин				
	действительный		эквивалентный	приведенный			туда		обратно		
	туда	обратно		туда	обратно		на 1 км	на элемент	на 1 км	на элемент	
1											
2											
3											
4											
5											

При фактическом времени (туда и обратно, табл. 6), близком к расчетному, производится размещение разъезда.

После размещения разъезда проектируется трасса следующего перегона. Перебор времени (более 1 мин) по перегону требует специального обоснования, так как этот перегон не обеспечивает расчетную пропускную способность.

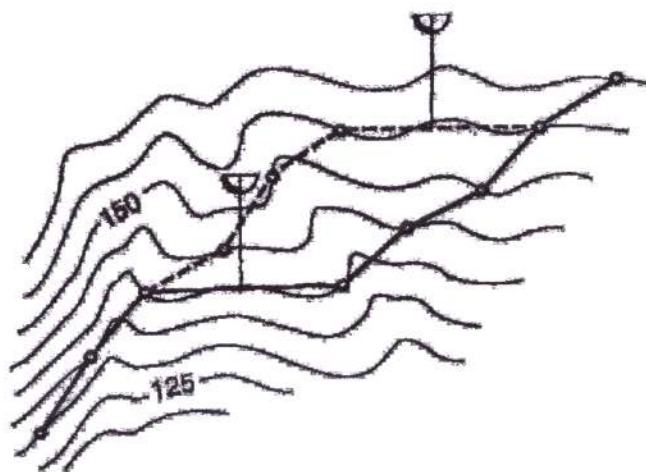


Рис. 10. Расположение разъездного пункта на участке напряженного хода

Проектирование профиля разъездных пунктов должно соответствовать требованиям СП 119.13330.2012 [3]. Наиболее целесообразным является размещение разъездных пунктов на площадках ($i = 0$). Для обеспечения необходимой безопасности движения поездов на разъездных пунктах, где возможно производство маневровых работ, наибольшие уклоны не должны превышать 1,5 ‰ или в более сложных условиях — 2,5 ‰.

Но во всех случаях расположения разъездных пунктов на уклонах должны обеспечиваться условия трогания и удержания поездов вспомогательными тормозами локомотивов.

Максимально допустимый уклон, обеспечивающий трогание поезда на разъездном пункте, определяется по формуле:

$$i_{\text{тр}} = 1,35i_p - 3,5 \text{ (‰)}, \quad (10)$$

где i_p — величина руководящего уклона в ‰.

Максимальный уклон i_{max} , обеспечивающий удержание поездов вспомогательными тормозами локомотива, определяется по формуле:

$$i_{\text{max}} = 0,45i_p + 1,5 \text{ (‰)}. \quad (11)$$

Наименьшее значение, полученное из двух условий, и будет ограничивать величину уклона на разъездном пункте.

С учетом приведенных условий наибольший уклон на разъездных пунктах не должен превышать 10 ‰.

Проектирование плана разъездных пунктов также подчиняется требованиям СП 119.13330.2012 [3].

Площадки разъездных пунктов рекомендуется устраивать на прямых участках железнодорожного пути.

В отдельных случаях с целью уменьшения объемов работ разъездные пункты размещают на кривых радиусом не менее 1200 м на дорогах III и IV категории и не менее 1500 м на магистральных линиях I и II категории.

В любом случае стрелочные горловины на главных железнодорожных путях должны располагаться на прямых участках. Для этого круговые кривые размещают в средней части площадки разъездного пункта.

В пояснительной записке необходимо привести описание положения каждого разъездного пункта, где указать принятую длину площадки, схему путевого развития, количество приемоотправочных железнодорожных путей, особенности плана и профиля, высоту насыпи или выемки в пределах площадки разъездного пункта; дать обоснование необходимости расположения разъездного пункта в кривой или на уклоне.

В любом случае привести соответствие плана и профиля разъездного пункта требованиям СП 119.13330.2012 [3].

5. Размещение и обоснование типов и величины отверстий водопропускных искусственных сооружений

5.1 Размещение водопропускных сооружений на трассе, определение расходов притекающей к сооружению воды

Для обеспечения стабильности земляного полотна, а соответственно и бесперебойности движения поездов вся вода, притекающая к трассе железной дороги с нагорной стороны, должна быть или пропущена через земляное полотно (без его повреждения), или же отведена от него в сторону в пониженные места.

Отвод воды вдоль трассы железной дороги осуществляется продольными водоотводами. Для пропуска воды через земляное полотно в местах пересечения водотоков проектируются и устраиваются водопропускные сооружения: мосты, трубы.

Места расположения малых водопропускных искусственных сооружений устанавливаются на основе совместного анализа плана и схематического профиля трассы. Сооружения размещаются во всех пониженных местах продольного профиля, к которым возможен приток поверхностной воды (рис. 13).

Количество притекающей к данному сооружению воды в единицу времени (расход) зависит от площади бассейна. Поэтому важной задачей является установление контуров и площади каждого бассейна (водосбора).

Для каждого соседнего искусственного сооружения на плане трассы находится положение водораздельных точек у трассы, соответствующее наиболее высоким отметкам на продольном профиле (рис. 14). От этих точек вверх по косогору перпендикулярно горизонталям проводятся водораздельные линии, упирающиеся в главный водораздел. Таким образом, для каждого водопропускного сооружения на карте образуется бассейн (водосбор), представляющий собой площадь, ограниченную с боков линиями второстепенных водоразделов, с низовой стороны — трассой, а с верховой стороны — линией главного водораздела.

При расчете стока от дождевого паводка необходимо определить по карте (рис. 11) площадь каждого водосбора F км² и уклон русла водосбора I_d ‰, а также номер группы климатических районов и номер дождевого района.



Рис. 11. Карта-схема дождевых районов России

Используя номограмму (рис. 12), на левом графике по оси абсцисс откладываем I_d ‰, восстанавливаем перпендикуляр до пересечения с кривой, соответствующей номеру группы климатических районов, и от этой точки пересечения вправо параллельно оси абсцисс откладываем прямую до пересечения с границей графика. Такое же построение выполняем на левом графике, используя в качестве исходных данных F и

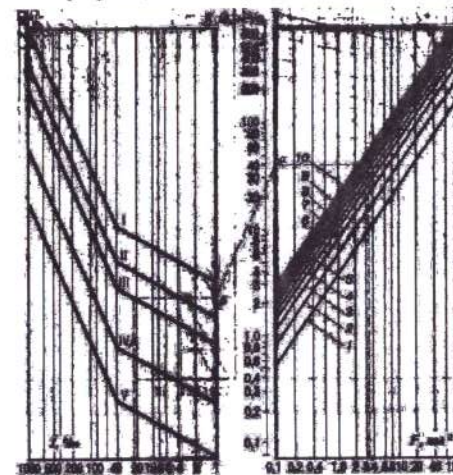


Рис. 12. Номограмма расхода стока дождевых паводков

номер дождевого района. Соединив эти точки прямой, определяем точку ее пересечения с осью Q , отсчет по которой дает величину номинального расхода воды с данного водосбора при вероятности превышения 1 %. Для грунтов своего района полученный расход уточняем с помощью корректирующего множителя (табл. 7).

Таблица 7

Поправочные коэффициенты пересчета вероятности превышения ливневых вод

Вероятность превышения $P, \%$	Грунты водосбора		
	глины и суглинки	пески и супеси	рыхлые (осыпи)
0,33	1,46	1,39	1,32
1	1,05	1,00	0,96
2	0,88	0,84	0,80

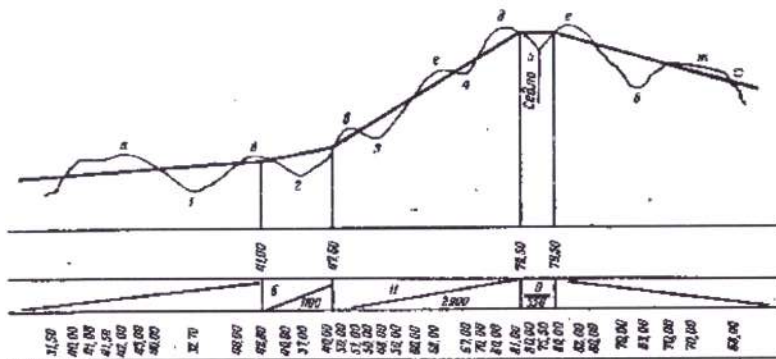


Рис. 13. Размещение искусственных сооружений по профилю

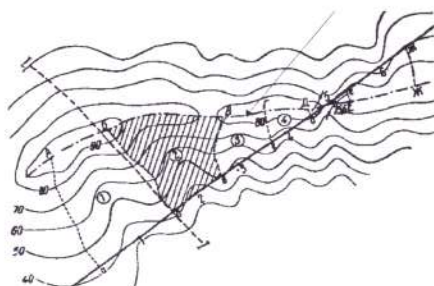


Рис. 14. Бассейны искусственных сооружений на плане в горизонталях

5.2 Обоснование типов и подбор величин отверстий малых водопропускных сооружений

Результаты обоснования типов и величин отверстий малых водопропускных искусственных сооружений сведены в табл. 8.

Таблица 8

Ведомость малых водопропускных сооружений первого варианта

Номер сооружения	Положение искусственного сооружения		Наименование водотока	Площадь бассейна, км ²	Расчетный расход воды, м ³ /с	Выбранный тип искусственного сооружения	Отверстие, м	Допускаемая высота насыпи, м	Высота насыпи по профилю, м	Стоимость сооружения, тыс. руб.
	км	пк								
1	1	5+50,00	Врем	6	65	ПБТ	6,0	4,11	6,00	75
2	6	2+50,00	Врем	4	55	ПБТ	6,0	4,11	5,30	75
3	12	1+00,00	Река	12	102	СЭМ	4×6,0	3,00	3,20	57
4	14	4+00,00	Река	10	100	СЭМ	4×9,3	2,00	2,20	64
5	19	7+00,00	Врем	6	65	ПБТ	6,0	4,11	5,05	75

6. Определение строительных объемов и строительной стоимости вариантов трассы

6.1 Общие положения

Строительная стоимость варианта участка железной дороги определяется по формуле:

$$K = 1,4P(K_{\text{зп}} + K_{\text{ис}} + K_{\text{вс}} + K_{\text{лип}} + K_{\text{рп}}), \quad (12)$$

где 1,4 — коэффициент, учитывающий стоимость временных устройств;
 P — поясной коэффициент, равный 2;
 $K_{\text{зп}}$ — стоимость земляного полотна, тыс. руб.;
 $K_{\text{ис}}$ — стоимость искусственных сооружений, тыс. руб.;
 $K_{\text{вс}}$ — стоимость верхнего строения железнодорожного пути, тыс. руб.;
 $K_{\text{лип}}$ — стоимость устройств, пропорциональная длине линии, тыс. руб.;
 $K_{\text{рп}}$ — стоимость отдельных пунктов, тыс. руб.

6.2 Определение объемов и строительной стоимости земляного полотна

Стоимость земляного полотна определяется по формуле:

$$K_{\text{зп}} = Q_{\text{зп}} \cdot k_{\text{зп}}, \quad (13)$$

где $Q_{\text{зп}}$ — объем земляного полотна, тыс. м³;
 $k_{\text{зп}}$ — стоимость 1 м³ земляного полотна, руб./м³, принимается в зависимости от категории трудности строительства.

Объем земляного полотна определяется по формуле:

$$Q_{\text{зп}} = 1,1(Q_{\text{гп}} + Q_{\text{рп}}), \quad (14)$$

где 1,1 — коэффициент, учитывающий дополнительные объемы земляного полотна, связанные с устройством водоотводных сооружений;

$Q_{\text{гп}}$ — профильный объем земляного полотна по главному железнодорожному пути, тыс. м³;

$Q_{\text{рп}}$ — дополнительный объем земляного полотна на отдельных пунктах, тыс. м³.

Профильный объем земляного полотна по главному железнодорожному пути определяется по формуле:

$$Q_{\text{гп}} = \sum q_{\text{н}} l_{\text{н}} + \sum q_{\text{в}} l_{\text{в}}, \quad (15)$$

где $q_{\text{н}}$, $q_{\text{в}}$ — километровые объемы насыпи и выемки соответственно, тыс. м³, зависящие от ширины основной площадки земляного полотна, средней рабочей отметки массива и вида грунта и принимаемые для недриенирующих и дренирующих грунтов по табл. 4.1 и 4.2 прил. 4 настоящего методического пособия;

$l_{\text{н}}$, $l_{\text{в}}$ — длина массива насыпи или выемки соответственно, км.

Дополнительный объем земляного полотна на отдельных пунктах определяется по формуле:

$$Q_{\text{рп}} = a n_{\text{п}} \cdot \sum h_{\text{м}} l_{\text{м}} \cdot 10^{-3}, \quad (16)$$

где a — величина междупутья на отдельном пункте (5,3 м);

$n_{\text{п}}$ — число приемоотправочных железнодорожных путей на отдельном пункте, исключая главный железнодорожный путь (прил. 1, табл. 1.10);

$h_{\text{м}}$ — средняя рабочая отметка массива, м;

$l_{\text{м}}$ — протяжение массива земляного полотна, м.

Стоимость 1 м³ земляного полотна $K_{\text{зп}}$ принимается в зависимости от категории трудности строительства.

Категория трудности строительства	I	II	III	IV
$K_{\text{зп}}$, руб./м ³	1,7–1,9	2,0–2,2	2,3–2,5	2,6–2,8

Категория трудности строительства определяется по табл. 9 в зависимости от среднего километрового объема земляного полотна по главному железнодорожному пути $Q_{\text{ср}} = Q_{\text{гп}} / L$, где L — длина линии, км.

Таблица 9

Категория трудности строительства в зависимости от профильного объема земляного полотна на 1 км главных путей, тыс. м³

Категория трудности строительства	Двухпутная линия	Однопутная линия			
		Категория линии по нормам проектирования			
		I	II	III	IV
I	До 31	До 23	До 16	До 15	До 10
II	31–50	23–38	16–27	15–25	10–20
III	51–70	39–54	28–40	26–38	21–30
IV	71–95	55–73	41–55	39–52	31–50

Таблица 10

Ведомость подсчета профильного объема земляного полотна по главному железнодорожному пути

Положение массива (участка)				Длина (L, L_p) массива, км	Средняя рабочая отметка, массива, м		Километровый объем земляных работ, тыс. м ³		Объем земляных работ на массив, тыс. м ³	
начало		конец			насыпи	выемки	насыпи q_n	выемки q_b	насыпи q_{nh}	Выемки q_{bh}
км	ПК+	км	ПК+							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
				Σ					Σ	Σ

$$Q_{cp} = Q_{гп} / L, \quad (17)$$

где L — длина линии, км.

Таблица 11

Категория трудности строительства в зависимости от профильного объема земляного полотна на 1 км главных железнодорожных путей, тыс. м³

Категория трудности строительства	Двухпутная линия	Однопутная линия			
		Категория линии по нормам проектирования			
		I	II	III	IV
I	До 31	До 23	До 16	До 15	До 10
II	31–50	23–38	16–27	15–25	10–20
III	51–70	39–54	28–40	26–38	21–30
IV	71–95	55–73	41–55	39–52	31–50

6.3 Определение строительной стоимости искусственных сооружений и верхнего строения железнодорожного пути

Стоимость искусственных сооружений складывается из стоимости водопропускных труб, мостов, тоннелей. Стоимость всех водопропускных сооружений определяется по графикам прил. 4 и представлена в таблице «Ведомость водопропускных сооружений».

Стоимость верхнего строения железнодорожного пути определяется по формуле:

$$K_{bc} = k_{bc(гп)}L + k_{bc(ст)} \cdot \sum I_{ст}, \quad (18)$$

где $k_{bc(гп)}$, $k_{bc(ст)}$ — стоимость 1 км верхнего строения главного и станционного железнодорожных путей соответственно, тыс. руб./км;

L — строительная длина варианта трассы, км;

$I_{ст}$ — длина станционных железнодорожных путей одного раздельного пункта, км.

Стоимость верхнего строения железнодорожного пути зависит от типа рельсов и числа главных железнодорожных путей. Тип рельсов устанавливается в зависимости от категории линии.

6.4 Стоимость устройств, пропорциональных длине линии

К сооружениям и устройствам, стоимость которых определяется пропорционально длине линии, относятся связь и СЦБ, устройства электроснабжения, жилищно-гражданские здания; сюда же относится стоимость подготовки территории строительства. Стоимость линейных устройств, пропорциональная длине варианта трассы, определяется по формуле:

$$K_{лин} = (k_{гп} + k_{сцб} + k_{эл} + k_{ж})L, \quad (19)$$

где $k_{гп}$ — стоимость подготовки территории строительства, тыс. руб./км;

$k_{сцб}$ — стоимость устройств связи и СЦБ, тыс. руб./км;

$k_{эл}$ — стоимость устройств электроснабжения, тыс. руб./км;

$k_{ж}$ — стоимость зданий жилищно-гражданского назначения, тыс. руб./км;

L — строительная длина варианта трассы, км.

6.5 Стоимость раздельных пунктов

Стоимость раздельных пунктов определяется по формуле:

$$K_{рп} = \sum k_{рп} n_{рп}, \quad (20)$$

где $k_{рп}$ — стоимость одного раздельного пункта данного типа, тыс. руб.

$n_{рп}$ — количество раздельных пунктов соответствующего типа.

Таблица 12

Слагаемые и общая величина строительной стоимости

Составляющие строительной стоимости	Варианты	
	I, i_p	II, i_p
1. Земляное полотно		
2. Искусственные сооружения, в том числе: трубы мосты		
3. Верхнее строение железнодорожного пути		
4. Линейные устройства, в том числе: подготовка территории строительства связь и СЦБ электрообеспечение здания		
5. Раздельные пункты		
6. Общая строительная стоимость		
7. Общая строительная стоимость с учетом поясного коэффициента		
8. Стоимость 1 км железной дороги		

7. Расчет эксплуатационных расходов для сравнения вариантов трасс

Для сравнения вариантов при проектировании новых железных дорог нет необходимости определять эксплуатационные расходы с большой точностью, но важно выявить величину эксплуатационных расходов основных характеристик вариантов. При проектировании новых железных дорог важно выявить различие между вариантами. Поэтому не учитываются некоторые виды расходов, не оказывающих существенного влияния на общий уровень затрат.

В структуре эксплуатационных расходов основными слагаемыми являются эксплуатационные измерители, которые позволяют достаточно полно учесть влияние плана и профиля вариантов на эксплуатационные расходы, а также на количество затрачиваемого труда и материалов для обеспечения расчетных размеров перевозок по вариантам.

Методы подсчета эксплуатационных расходов включают три группы слагаемых: расходы, пропорциональные размерам движения $C_{дв}$; расходы по содержанию постоянных устройств $C_{пу}$; расходы по стоянкам поездов $C_{ост}$ как доля расходов по передвижению поездов (прил. 5).

Эксплуатационные расходы определяются по укрупненным измерителям по формуле:

$$C = C_{дв} + C_{ост} + C_{пу} \quad (21)$$

где $C_{дв}$ — расходы по передвижению поездов на размеры движения 10-го года эксплуатации, тыс. руб./год;

$C_{ост}$ — расходы, связанные с остановками поездов на раздельных пунктах, тыс. руб./год;

$C_{пу}$ — расходы по содержанию постоянных устройств, тыс. руб./год.

Ежегодные эксплуатационные расходы по пробегу поездов, тыс. руб. в год, определяются по формуле:

$$C_{дв} = (N_{пр(т)} \cdot C_t + N_{пр(о)} \cdot C_o) \cdot 10^{-3}, \quad (22)$$

где $N_{пр(т)}$, $N_{пр(о)}$ — годовое количество приведенных поездов в направлениях «туда» и «обратно» соответственно;

C_t , C_o — расходы по пробегу одного поезда в направлениях «туда» и «обратно» соответственно.

Годовое количество приведенных (грузовых и пассажирских) поездов по направлениям («туда» и «обратно») определяется по формуле:

$$N_{пр(т,о)} = N_{гр(т,о)} + 365\pi\eta_{пасс(т,о)}, \quad (23)$$

где $N_{ГР(Т,О)}$ — количество грузовых поездов по направлениям, рассчитанное по размерам перевозок 10-го года эксплуатации («туда» и «обратно»);

$n_{ПАС(Т,О)}$ — число пассажирских поездов в сутки на 10-й год эксплуатации («туда» и «обратно»);

η — коэффициент приведения по эксплуатационным расходам пассажирских поездов к грузовым, определяемый по формуле:

$$\eta = 0,2 + 1,75 \cdot Q_{ПАС} / Q_{СР}, \quad (24)$$

где $Q_{ПАС}$ — масса пассажирского поезда (1000–1200 т);

$Q_{СР}$ — средняя масса брутто грузового поезда, т.

Годовое количество грузовых поездов определяется в направлении с большим грузопотоком по формуле:

$$N_{ГР(Т)} = \Gamma_{Т10} / (\gamma_{бн} \cdot Q_{СР}) \cdot 10^6, \quad (25)$$

в противоположном направлении по формуле:

$$N_{ГР(О)} = 10^6 / Q_{СР} \cdot \left[\Gamma_{О10} + \Gamma_{Т10} \cdot \left(\frac{1}{\gamma_{бн}} - 1 \right) \right], \quad (26)$$

где $\Gamma_{Т10}$, $\Gamma_{О10}$ — годовые размеры грузовых перевозок на 10-й год эксплуатации в грузовом и обратном направлениях соответственно, млн т/год;

$\gamma_{бн}$ — коэффициент перехода от массы брутто к массе нетто, $\gamma_{бн} = 0,6-0,7$.

Расходы по передвижению одного поезда по направлениям подсчитываются по показателям трассы формуле:

$$C_{Т,О} = C_{пк}^0 L + A(H + 0,012 \cdot \sum \alpha) + B(H_{вр} - 0,012 \cdot \sum \alpha_{вр}) - BL_{вр}, \quad (27)$$

где $C_{пк}^0$ — норма расходов на пробег поездом 1 км на площадке;

L — эксплуатационная длина варианта трассы, км;

A — норма расходов на преодоление поездом 1 м высоты;

H — алгебраическая разность отметок конечной и начальной точек маршрута, м;

$\sum \alpha$ — сумма центральных углов поворота всех кривых на маршруте, град;

B — норма расходов, пропорциональных высоте вредных спусков на 1 м высоты,

$H_{вр}$ — сумма высот вредных спусков, м;

$\sum \alpha_{вр}$ — сумма центральных углов поворота кривых в пределах вредных спусков, град;

B — норма расходов на 1 км протяжения вредных спусков;

$L_{вр}$ — протяжение вредных спусков (круче предельно безвредного, $i_{ПВ} = 3 \text{‰}$), км.

Расходы по стоянкам поездов $C_{ОСТ}$ вычисляются как доля расходов по передвижению поездов:

$$C_{ОСТ} = C_{ДВ} (K_{РЗ} + K_{ПР}), \quad (28)$$

где $K_{РЗ}$ — коэффициент, учитывающий расходы на разгон и замедление грузовых поездов на остановках;

$K_{ПР}$ — коэффициент, учитывающий расходы по простоям поездов при остановках.

Расходы по содержанию постоянных устройств определяются по формуле:

$$C_{ПУ} = n_{ПИ} K_i + L \cdot \sum K_{Л}, \quad (29)$$

где $n_{ПИ}$ — число отдельных пунктов i -го типа;

K_i — расходы на содержание одного отдельного пункта i -го типа;

L — строительная длина варианта трассы, км;

$K_{Л}$ — расходы на содержание 1 км линейных устройств, пропорциональные длине варианта трассы.

Слагаемые суммарных годовых эксплуатационных расходов по вариантам сводятся в табл. 13.

Таблица 13

Слагаемые годовых эксплуатационных расходов по двум вариантам

Слагаемые годовых эксплуатационных расходов	Варианты	
	первый i_p	второй i_p
Расходы по передвижению поездов		
Расходы по стоянкам поездов		
Расходы по содержанию постоянных устройств		
Суммарные эксплуатационные расходы		

Для контроля правильности расчетов подсчитываются удельные эксплуатационные расходы, приходящиеся на один тонно-километр нетто перевозочной работы грузового движения по формуле:

$$e = \frac{C}{10L_3(\Gamma_T + \Gamma_O)}, \quad (30)$$

где L_3 — эксплуатационная длина варианта трассы, км.

Величина удельных расходов, при отсутствии ошибок в расчетах, должна быть в пределах 0,15–0,25 к/ткм.

8. Техничко-экономическое сравнение вариантов трасс

Сравнение двух вариантов трасс железной дороги относительно друг друга по финансовым показателям (строительной стоимости и капитальным вложениям) может быть выполнено либо по сроку окупаемости, либо по приведенным расходам.

Для сравнения вариантов трасс устанавливается их конкурентоспособность. Варианты конкурентоспособны, если соотношение между капитальными затратами и эксплуатационными расходами имеет один из следующих видов: $K_1 > K_2$, а $C_1 < C_2$; либо $K_1 < K_2$, но $C_1 > C_2$. Если капитальные вложения и эксплуатационные расходы одного варианта больше соответствующих затрат для второго варианта, то такие варианты называются неконкурентоспособными, и предпочтение отдается варианту с меньшими капитальными вложениями и меньшими эксплуатационными расходами.

Так как $K_1 > K_2$, а $C_1 < C_2$, то варианты считаются конкурентоспособными.

Проанализировав капитальные вложения и эксплуатационные расходы, сделан вывод о том, что выбору подлежит второй вариант ввиду того, что он значительно выигрывает по строительной стоимости.

В табл. 14 приведена сводная ведомость технико-экономических показателей вариантов трассы.

Таблица 14

Сводная ведомость технико-экономических показателей вариантов трасс

Наименование показателей	Условное обозначение	Единица измерения	Вариант 1 (восточный)	Вариант 2 (западный)
1	2	3	4	5
<i>1. Показатели трассы, плана и профиля</i>				
Руководящий уклон	i_p	%		
Длина ж.д. линии	L	км		
Длина геодезической линии	L_0	км		
Коэффициент развития трассы	$\lambda = L / L_0$			
Протяжение и удельный вес напряженных ходов		км/%		
Протяжение и удельный вес вольных ходов		км/%		
Длина и удельный вес прямых	$L_{пр}$	км/%		

Продолжение табл. 14

1	2	3	4	5
Длина и удельный вес кривых	$L_{кр}$	км/%		
Сумма углов поворота	$\sum \alpha$	град		
То же на 1 км трассы	$\sum \alpha / L$	град		
Минимальный радиус кривых	R_{min}	м		
Средний радиус кривых	$R_{cp} = 57,3 \cdot L_{кр} / \sum \alpha$	м		
Сумма преодолеваемых высот: в грузовом направлении в негрузовом направлении		м м		
Протяжение вредных (тормозных) спусков: в грузовом направлении в негрузовом направлении		м м		
<i>2. Объемно-строительные показатели</i>				
Суммарный объем земляных работ		м ³		
Средний объем земляных работ, приходящийся на 1 км трассы		тыс. м ³ /км		
Строительная стоимость трассы	K	тыс. руб.		
Строительная стоимость 1 км трассы		тыс. руб./км		
<i>3. Эксплуатационные показатели</i>				
Масса грузового поезда	$Q_{гр}$	т		
Суммарное число грузовых поездов в год по направлениям: в грузовом и негрузовом	N	поездов/год поездов/год		
Суммарные эксплуатационные расходы на передвижение поездов	$C_{дв}$	тыс. руб./год		
Эксплуатационные расходы по содержанию постоянных устройств	$C_{пу}$	тыс. руб./год		

Окончание табл. 14

1	2	3	4	5
Суммарные эксплуатационные расходы	C	тыс. руб./год		
Удельные эксплуатационные расходы	e			
Выбранный вариант трассы				

9. Методические рекомендации по оформлению ВКР

Основными документами, определяющими необходимый объем ВКР, являются:

1. Пояснительная записка с необходимыми расчетами, обоснованиями принятых решений, рисунками, схемами и приложениями.

2. Карта с планами двух вариантов трассы железнодорожной линии в цветном исполнении с изображением необходимых условных знаков (оси и названия отдельных пунктов, километраж, ориентация относительно сторон света).

3. Профиль воздушной трассы.

4. Схематические продольные профили вариантов трассы со всеми условными обозначениями (оси и названия отдельных пунктов, километраж, водопропускные искусственные сооружения, необходимые водораздельные дамбы).

5. Карта бассейнов малых водопропускных искусственных сооружений с указанием номера и площади водосбора с цветным изображением трасс.

Пояснительная записка должна полностью соответствовать заданию на ВКР по шифру и выданной карте, а также отражать потребный состав ВКР. В каждом разделе пояснительной записки должны быть отражены:

- 1) поставленная задача;
- 2) исходные данные;
- 3) принятый метод расчета с расшифровкой буквенных обозначений формул;
- 4) результаты расчета и необходимые выводы.

Все массовые расчеты иллюстрируются примером, остальные повторные расчеты сводятся в таблицы, на которые по мере необходимости производятся ссылки в тексте. Таблицы приводятся либо непосредственно в тексте, либо выносятся в приложения к записке (например, ведомости элементов плана, водопропускных сооружений, подсчета объемов земляных работ по вариантам). На карте в горизонталях выбранный вариант трассы показывается красным цветом. На планах вариантов трассы показываются все стандартные знаки (километры — справа от трассы, оси и названия отдельных пунктов — слева от трассы). На карте пишется название рисунка, например, «План трасс участка новой железнодорожной линии»; внизу карты приводятся в цветах условные обозначения вариантов трасс с указанием величины руководящего уклона и номера каждого варианта.

На карте бассейнов малых искусственных сооружений, выполненной на кальке, наносятся варианты трасс с километрами, осями и названиями отдельных пунктов, речная сеть (синим цветом) границы бассейнов (в соответствии с цветом варианта трассы). На каждом бассейне проставляются его номер и площадь в км².

Схематический продольный профиль вычерчивается на миллиметровой бумаге (ширина формата 297 мм) в масштабах: горизонтальном, равном масштабу карты, и вертикальном — 1:1000. Все условные знаки отдельных пунктов, километров, мостов, труб и т.д. должны быть стандартными [1, с. 130, 131].

Профиль вычерчивается слева направо от начального километра. За начальный километр принимается нулевой, совмещенный с осью проектируемого раздельного пункта, или конечный километр на существующем раздельном пункте.

На продольном профиле все проектируемое (план, километры, проектные уклоны, проектные отметки, проектная линия, оси отдельных пунктов, водопропускные сооружения, рабочие отметки, железнодорожные переезды и т.п.) показывается красным цветом. Поверхность земли и ее ординаты показываются тонкими черными линиями, отметки земли показываются черным цветом.

Вычисление проектных отметок производится по проектным уклонам и расстояниям. Уклоны проектируются кратными 1 ‰. Дробные уклоны (с точностью до 0,1 ‰) допускаются только на участках смягчения руководящего уклона на кривых).

Длины элементов профиля подбираются кратными 50 м. Рабочие отметки вычисляются как разность между проектной и черной отметками. Все чертежи должны быть подписаны автором.

Записка пишется от третьего лица. В тексте записки не допускаются вольные сокращения слов, допустимы лишь общепринятые сокращения. Итоговые величины расчетов и величины в таблицах должны иметь размерность.

В конце пояснительной записки ставится подпись обучающегося и дата окончания (сдачи проекта).

Оформление проекта должно соответствовать требованиям, предъявляемым к текстовым и чертежным документам.

10. Состав пояснительной записки

Состав пояснительной записки должен содержать следующие разделы. Содержание.

Введение.

1. Исходные данные в соответствии с шифром.
2. Краткое описание физико-климатических и экономических особенностей района проектирования.
3. Трассирование участка новой железнодорожной линии.
 - 3.1. Выбор направления и величины руководящих уклонов вариантов проектируемой железнодорожной линии.
 - 3.2. Определение длины поезда и выбор основных норм проектирования плана и продольного профиля перегонов и отдельных пунктов.
 - 3.3. Проектирование плана и продольного профиля трассы.
 - 3.4. Размещение отдельных пунктов по времени хода и краткое их описание.
 - 3.5. Описание трассы по вариантам.
4. Размещение и обоснование типов и величины отверстий водопропускных искусственных сооружений.
5. Определение строительных объемов и строительной стоимости вариантов трасс.
6. Определение эксплуатационных расходов для целей сравнения вариантов трасс.
7. Техничко-экономическое сравнение вариантов трасс.

Приложения

Приложение 1

Таблица 1.1

Деление железных дорог на категории

Категория железно-дорожных линий	Наименование железных дорог	Расчетная годовая приведенная грузонапряженность нетто в грузовом направлении на 10-й год эксплуатации, млн ткм/км
Скоростные	Железнодорожные магистральные линии для движения пассажирских поездов со скоростями свыше 160 до 200 км/ч	—
Особогрузонапряженные	Железнодорожные магистральные линии для большого объема грузовых перевозок	Свыше 50 км/ч
I	Железнодорожные магистральные линии	Свыше 30 до 50
II	То же	Свыше 15 до 30
III	То же	Свыше 8 до 15
IV	Железнодорожные линии	До 8
	Внутристанционные* соединительные и подъездные железнодорожные пути	

Таблица 1.2

Нормы проектирования продольного профиля

Категория ж.д. линии, подъездного ж.д. пути	Наибольшая алгебраическая разность уклонов смежных элементов профиля Δi_n , ‰ (числитель) и наименьшая длина разделительных площадок и элементов переходной крутизны I_n , м (знаменатель) при полезной длине приемо-отправочных железнодорожных путей, м			
	850	1050	$2 \cdot 850 = 1700$	$2 \cdot 1050 = 2100$
I	2	3	4	5
Рекомендуемые нормы				
Скоростная особогрузонапряженная	6/250	4/300 3/250	3/250	3/400
I	6/200	4/250	3/250	3/300
II	8/200	5/250	4/250	3/300
III	13/200	7/200	7/250	4/250
IV	13/200	8/200	8/250	—

Окончание табл. 1.2

1	2	3	4	5
Допускаемые нормы				
Скоростная особогрузонапряженная	10/250	9/300 10/200	5/200	4/300
I	13/200	10/200	5/250	4/300
II	13/200	10/200	6/250	4/250
III	13/200	10/200	8/250	6/250
IV	20/200	10/200	10/200	—

Таблица 1.3

Минимальный запас высоты насыпи над уровнем снежного покрова

№ п/п	Орография местности и направление преобладающего снеготранспорта	Высота насыпи над уровнем расчетной толщины снежного покрова, м, при числе главных железнодорожных путей	
1	Равнина, наветренные склоны косоогоров, водоразделы при незначительном отклонении (до 30°) направления преобладающих метелей от нормали к оси железнодорожного пути	0,50	0,75
2	Понижение, подветренные склоны косоогоров при значительном отклонении (45–60°) направления преобладающих метелей от нормали к оси железнодорожного пути	0,60	0,90

Таблица 1.4

Рекомендуемые к применению радиусы кривых на главных железнодорожных путях

Категории железнодорожной линии, подъездного железнодорожного пути	рекомендуемые	Радиусы кривых в плане, м		
		допускаемые	в трудных условиях	в особо трудных условиях при технико-экономическом обосновании
Скоростные	4000–3000	2500	1200	800
Особогрузонапряженные	4000–2000	1500	1000	600
I	4000–2500	2000	1000	600
II	4000–2000	1500	800	400
III	4000–1200	800	600	350
IV — железнодорожные линии	2000–1000	600	350	200
IV — подъездные ж.д. пути	2000–600	500	200	200
IV — соединительные ж.д. пути	2000–350	250	200	200

Таблица 1.5

**Рекомендуемые длины переходных кривых
для линий особогрузонапряженных, III и IV категорий**

Радиус кривой	Длина переходных кривых на железнодорожных линиях и подъездных железнодорожных путях, м								
	особогрузонапряженных			III категории			IV категории		
	Зоны скоростей движения								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
4000	40	30	20	30	20	20	—	—	—
3000	60–40	40–30	20	40–30	30–20	20	—	—	—
2500	80–60	50–30	20	60–40	40–30	20	—	—	—
2000	100–80	60–40	30	60–50	50–30	20	40–30	30	20
1800	100–80	60–40	40–30	80–60	50–40	30–20	50–30	30	20
1500	120–100	80–60	50–40	80–60	60–50	40–30	60–40	40–30	30
1200	140–120	100–80	60–50	100–80	80–60	40–30	60–50	50–30	30
1000	140–120	120–100	70–50	120–100	80–60	50–40	80–60	50–40	30
800	160–40	140–100	80–50	140–100	100–80	50–40	90–60	60–50	40–30
700	160–140	140–120	80–60	160–120	110–90	60–50	120–80	60–50	40–30
600	160–130	140–120	100–60	160–120	120–100	60–50	120–80	80–60	50–40
500	160–120	140–120	120–70	160–120	130–100	80–60	120–100	90–70	60–40
400	160–120	140–120	140–80	140–100	140–100	80–60	120–100	110–80	60–50
350	140–100	140–100	140–80	140–100	130–100	100–60	120–100	120–80	80–50
300	140–100	140–100	120–80	140–100	120–100	120–80	120–80	120–80	80–60
250	120–90	120–80	120–80	120–80	120–80	120–80	120–80	120–80	80–60
200	—	—	—	—	—	—	100–80	100–80	80–60

Примечания:

1. В случаях, когда на особогрузонапряженных линиях предусматривается максимальная скорость движения пассажирских поездов свыше 120 км/ч, длины переходных кривых на указанных линиях следует определять как для линий I категории.

2. При двух значениях длин переходных кривых меньшие значения допускаются применять в трудных условиях.

3. Деление участков на зоны скоростей движения поездов следует производить в зависимости от конфигурации продольного профиля:

1-я зона скоростей — углубления продольного профиля и примыкающие к ним участки, а также другие участки, проходимые грузовыми поездами в обоих направлениях с максимальными или близкими к ним скоростями;

2-я зона скоростей — горизонтальные площадки и уклоны, на которых величина средневзвешенной квадратической скорости близка к средним значениям скоростей движения грузовых поездов;

3-я зона скоростей — возвышения продольного профиля и примыкающие к ним участки затяжных подъемов, проходимые грузовыми поездами в обоих направлениях со скоростями, близкими к расчетной скорости на руководящем подъеме.

Таблица 1.6

Длина прямых вставок между смежными кривыми

Категория железнодорожной линии	Длина прямой вставки, м			
	в нормальных условиях между кривыми, направленными		в трудных условиях между кривыми, направленными	
	в разные стороны	в одну сторону	в разные стороны	в одну сторону
Скоростные	150	150	100	100
Особогрузонапряженные	75	100	50	50
I и II	150	150	50	75
III	75	100	50	50
IV	50	50	30	30

Таблица 1.7

Минимальная длина площадок раздельных пунктов

Категория линии	Расположение приемоотправочных железнодорожных путей	Минимальная длина станционных площадок (для новых линий), м, при полезной длине приемоотправочных ж. д. путей 1050 м
1	2	3
<i>На разъездах</i>		
Скоростные, особогрузонапряженные, I, II, III	Продольное	2450
То же	Полупродольное	1800
То же	Поперечное	1450
IV	“	1300
Скоростные, особогрузонапряженные, I, II, III	Продольное	2900
То же	Полупродольное	2200
То же	Поперечное	1650
IV	“	1450
<i>На обгонных пунктах</i>		
Скоростные, особогрузонапряженные, I, II, III	Продольное	2600
То же	Полупродольное	1900
То же	Поперечное	1500

Окончание табл. 1.7

1	2	3
<i>На участковых железнодорожных станциях</i>		
Скоростные, особогрузонапряженные, I, II, III	Продольное	4000
То же	Полупродольное	2850
То же	Поперечное	2400
IV	“	2000

Примечания:

1. Длины станционных площадок указаны без учета тангенсов вертикальных кривых, величина которых должна добавляться к указанным в таблице в зависимости от алгебраической разности сопрягаемых уклонов.

2. Если полезная длина железнодорожных путей более (или менее) 1050 м, длину станционной площадки необходимо соответственно увеличить (или уменьшить): при поперечном и полупродольном типах раздельных пунктов — на разность полезных длин, при продольном типе — на удвоенную разность длин.

3. На железнодорожных линиях или участках, на которых имеется перспектива постройки третьего (четвертого) главного железнодорожного пути, длины площадок должны быть увеличены, соответственно, на промежуточных ж.д. станциях на 500–700, на участковых — на 600–800 м.

Таблица 1.8

Ширина земляного полотна

Категория железнодорожной линии	Число главных ж.д. путей	Ширина земляного полотна на прямых участках ж.д. пути, м, при использовании грунтов	
		глинистых, крупнообломочных с глинистым заполнителем, скальных легковетривающихся и выветривающихся, песков недренирующих, мелких и пылеватых	скальных слабоветривающихся, крупнообломочных с песчаным заполнителем и песков дренирующих* (кроме мелких и пылеватых)
Скоростные и особогрузонапряженные, I	2	11,7	10,7
I и II	1	7,6	6,6
III	1	7,3	6,4
IV	1	7,1	6,2

* К дренирующим по условиям работы земляного полотна следует относить грунты, имеющие при максимальной плотности по стандартному уплотнению коэффициент фильтрации не менее 0,5 м/сут и содержащие в гранулометрическом составе

не более 10 % частиц размером менее 0,1 мм. Допускается с согласия заказчика при соответствующем технико-экономическом обосновании применять в качестве дренирующего грунта пески мелкие и пылеватые с коэффициентом фильтрации не менее 0,5 м/сут.

Примечания:

1. Ширина земляного полотна (табл. 1.8) измеряется: при грунтах, указанных в графе 3, — в уровне профильной бровки; при грунтах, указанных в графе 4, — в уровне проектной бровки. Проектная бровка превышает уровень профильной бровки на высоту сливной призмы плюс разность толщин балластного слоя на данном участке дренирующих грунтов и смежных с ним участках земляного полотна из недренирующих грунтов.

2. Выемки глубиной более 6 м, располагаемые в скальных грунтах, а также располагаемые на крутых косогорах и на прижимах рек независимо от высоты откосов на линиях II категории и выше следует проектировать под два железнодорожных пути.

3. Ширину земляного полотна насыпей, возводимых с запасом на осадку, следует устанавливать с расчетом обеспечения требуемых размеров после полной осадки согласно табл. 1.8.

4. На участках с вечномерзлыми грунтами необходимо предусматривать уширение земляного полотна с учетом его осадки за счет возможного оттаивания вечномерзлых грунтов основания или подземного льда; величины осадок и уширения следует устанавливать расчетами.

Таблица 1.9

Мощность верхнего строения железнодорожного пути на железнодорожных линиях различной категории

Показатели	Мощность верхнего строения железнодорожного пути на железнодорожных линиях различной категории					
	Особогрузо-напряженные	I	II	III	IV	
	Р75	Р75-Р65	Р65	старогод-ные Р75-Р65 новые Р65	старогод-ные Р75-Р65 новые Р 50	
Тип рельсов	деревянные I типа или железобетонные	деревянные I типа или железобетонные	деревянные I типа или железобетонные	деревянные I типа или железобетонные	деревянные, железобетонные	
Тип шпал	деревянные I типа или железобетонные	деревянные I типа или железобетонные	деревянные I типа или железобетонные	деревянные I типа или железобетонные	деревянные, железобетонные	
Число шпал на 1 км ж.д. пути, шт. на прямых и кривых радиусом 1200 м и более	2000	2000	1840	1840	1840	
на кривых радиусом менее 1200 м	2000	2000	1840	1840	1840	
Толщина слоя балласта под шпалой, см:						
щебеночного или асбестового (числитель) на балластной подушке из песка, удовлетворяющего требованиям к балластным материалам (знаменатель) на ж.д. пути с деревянными шпалами	30/20	30/20	30/20	25/20	25/20	
то же с железобетонными шпалами	35/20	35/20	35/20	30/20	30/20	
асбестового на ж.д. пути с деревянными шпалами	—	50	50	45	35	
то же с железобетонными шпалами	—	55	55	50	35	
Гравийно-песчаного	—	—	—	—	30	

Таблица 1.10

Число прямо-отправочных железнодорожных путей на раздельных пунктах

Раздельные пункты	Число прямо-отправочных железнодорожных путей (без главного)					
	для однопутной линии при пропускной способности в парах поездов параллельного графика			для двухпутных линий	для трехпутных линий	Для четырехпутных линий
	до 12	13–24	более 24			
Разъезды	1	1–2	2	—	—	—
Обгонные пункты	—	—	—	1–2	2–3	3–4
Промежуточные ж.д. станции	2	2	2–3	2–3	3–4	4–5

Таблица 1.11

Покилометровое время хода поездов, мин/км, при электровозах ВЛ60*, ВЛ80*

Приведенный уклон элемента, ‰	Руководящий уклон линии, ‰											
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,36
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,36	1,04
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,36	1,04	1,02
12	—	—	—	—	—	—	—	—	1,36	1,04	1,01	0,98
11	—	—	—	—	—	—	—	1,36	1,03	1,01	0,98	0,96
10	—	—	—	—	—	—	1,36	1,03	1,00	0,98	0,94	0,92
9	—	—	—	—	—	1,36	1,03	1,00	0,96	0,93	0,91	0,89
8	—	—	—	—	1,36	1,03	0,98	0,95	0,92	0,90	0,87	0,85
7	—	—	—	1,36	1,03	0,98	0,94	0,91	0,90	0,86	0,83	0,81
6	—	—	1,36	1,03	0,98	0,94	0,89	0,87	0,85	0,82	0,80	0,78
5	—	1,36	1,02	0,97	0,92	0,88	0,83	0,83	0,81	0,78	0,76	0,74
4	1,36	1,01	0,96	0,90	0,87	0,83	0,80	0,78	0,75	0,74	0,71	0,70
3	1,00	0,94	0,90	0,84	0,81	0,78	0,74	0,72	0,71	0,69	0,67	0,65
2	0,92	0,86	0,83	0,78	0,74	0,71	0,70	0,68	0,66	0,64	0,63	0,61
1	0,82	0,76	0,76	0,71	0,67	0,66	0,63	0,63	0,61	0,60	0,57	0,57
0	0,71	0,68	0,68	0,63	0,61	0,58	0,58	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
–1	0,63	0,60	0,59	0,56	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
–2	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
–3	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55

Данные о гидравлических и технических характеристиках труб и мостов для подбора величины их отверстий

Таблица 2.1

Характеристики типовых труб и малых мостов

Диаметр, м	Расчетный расход в м ³ /с	Наименьшая потребная высота насыпи по конструктивным условиям, м
1,0	1,50	1,35
1,25	2,65	1,62
1,50	4,20	1,89
2,0	8,65	2,41

Таблица 2.2

Характеристики прямоугольных железобетонных труб

Размеры трубы, м		Тип входных звеньев	Расчетный расход, м ³ /с	Наименьшая потребная высота по конструктивным условиям, м
отверстие	высота			
1,00	1,50	Повышенное	4,6	2,36
1,25	1,50	II	5,75	2,38
1,50	2,0	п	10,20	2,90
2,0	2,0	п	14,0	2,92
2,5	2,0	II	17,50	2,95
3,0	2,5	Нормальное	21,0	3,04
4,0	2,5	— « —	28,0	3,05

Таблица 2.3

Характеристики бетонных труб с плоскими железобетонными перекрытиями

Отверстие, м	При нормальном звене в оголовке		При повышенном звене в оголовке		Примечание
	расчетный расход, м ³ /с	наименьшая потребная высота насыпи	расчетный расход, м ³ /с	наименьшая потребная высота насыпи, м	
2,0	18,0	3,90	26,0	4,70	Расчетный расход для двухочковых труб соответственно увеличивается в два раза
2,5	22,5	3,90	32,5	4,80	
3,0	27,0	4,00	39,0	4,92	
4,0	36,5	4,10	52,0	5,03	
5,0	45,5	4,25	65,0	5,13	
6,0	54,5	4,36	78,0	5,17	

Таблица 2.4

Характеристика типовых железобетонных мостов

Отверстие мостов, м	Пропускаемый расчетный расход в м ³ /с при высоте насыпи, м							
	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7–8
4	3,56	8,36	12,95	18,00	23,00	28,00	23,00	—
6	—	—	14,70	22,96	33,40	33,40	33,40	—
8	—	—	—	26,30	43,30	44,60	44,60	44,60
10	—	—	—	25,30	50,70	58,10	58,10	58,10
12	—	—	—	—	47,3	69,80	69,80	69,80
15	—	—	—	—	59,0	87,1	87,1	87,1

Таблица 2.5

Характеристики металлических пролетных строений с ездой поверху

Расчетный пролет, м	18,2	23,0	27,0	33,6	45,0	55,0
Полная длина, м	18,8	23,6	27,6	34,2	45,8	55,8
Строительная высота от подошвы рельса до низа конструкции, м	1,68	2,28	2,33	2,84	4,86	4,91

Таблица 2.6

Характеристики металлических пролетных строений с ездой понизу

Расчетный пролет, м	33,0	44,0	55,0	66,0	77,0	88,0	110,0
Полная длина, м	33,75	44,75	55,75	66,91	77,81	89,07	110,7
Строительная высота, м	0,98	0,98	0,98	1,35	1,35	1,63	1,63

Таблица 2.7

Характеристики железобетонных пролетных строений

Расчетный пролет, м	15,8	18,0	22,9	26,9	33,5
Полная длина, м	16,5	18,7	23,6	27,6	34,2
Строительная высота, м	1,98	1,96	2,40	2,60	2,94

Таблица 2.8

Строительная высота типовых железобетонных пролетных строений

Тип моста	Величина отверстия балочного или длина пролета эстакадного моста, м	Строительная высота пролетного строения, м
Балочный	4,0	0,90
	6,0	1,05
	8,0	1,40
	10,0	1,55
	12,0	1,70
	15,0	1,90
Эстакадный	6,0	1,0
	9,3	1,45
	11,5	1,60

Таблица 2.9

Минимальная и предельная высота насыпи для размещения круглых металлических гофрированных труб

Отверстия трубы, м	1,5	2,0	2,3	3,0
Предельная высота насыпи, м	6,0	3,8	3,8	6,0
Минимальная высота по конструктивным условиям, м	2,07	2,57	2,87	3,57

Графики водопропускной способности труб и малых мостов

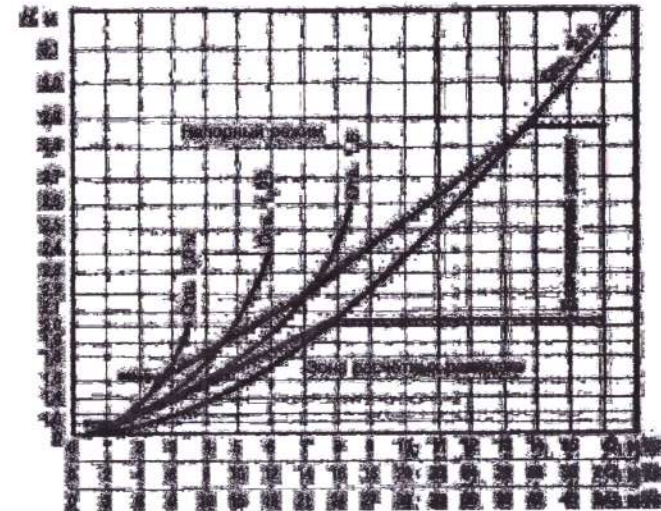


Рис. 3.1. Круглые железобетонные трубы отверстием 1,0–2,0 м

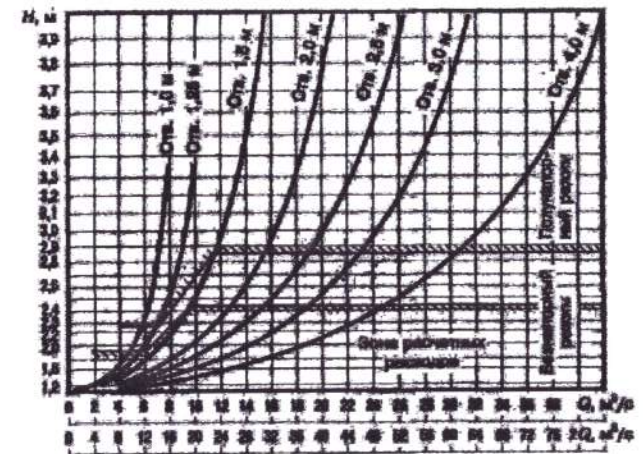


Рис. 3.2. Прямоугольные железобетонные трубы отверстием 1,0–4,0 м

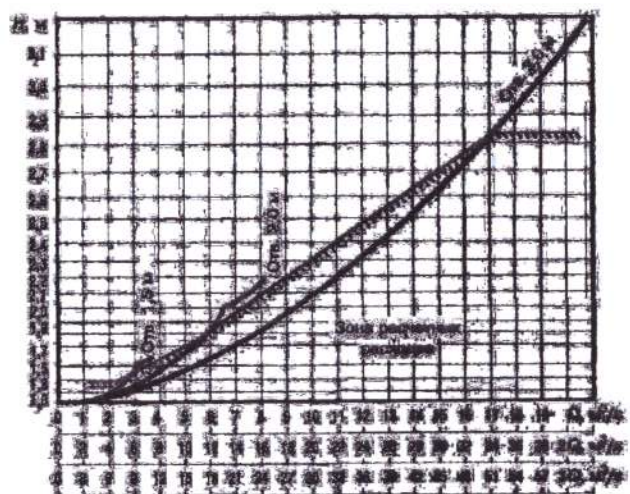


Рис. 3.3. Круглые металлические гофрированные трубы отверстием 1,5–3,0 м

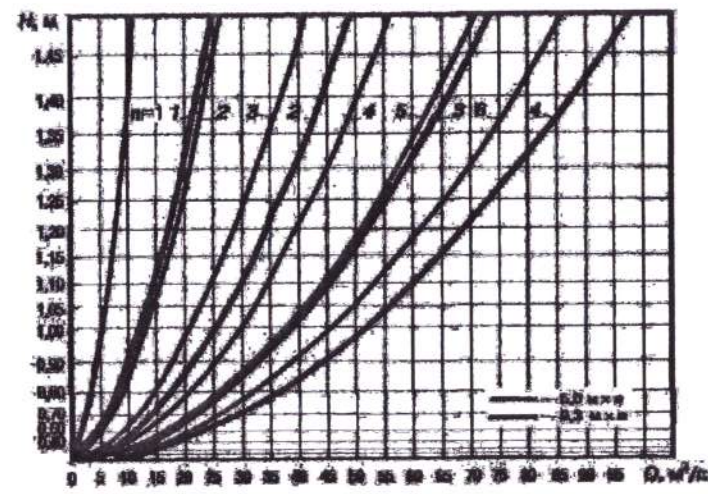


Рис. 3.5. Эстакадные мосты при $h_{II} = 2$ м:
 n — общее число пролетов в схеме моста

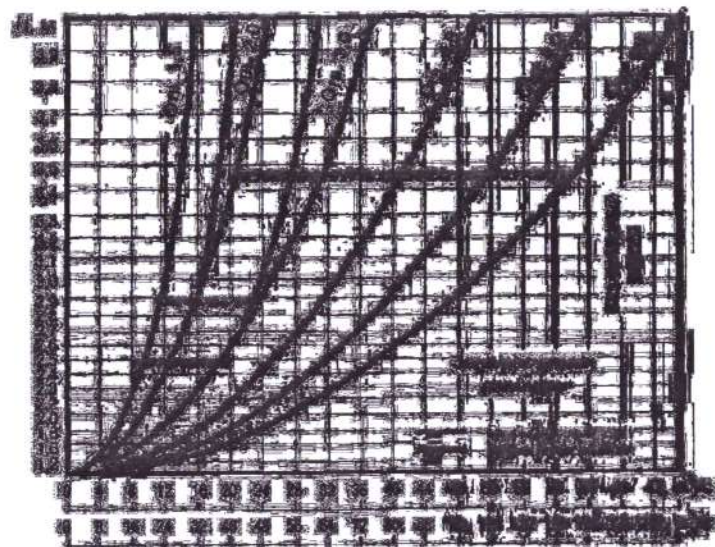


Рис 3.4. Прямоугольные бетонные трубы отверстием 1,5–6,0 м:
 1 — трубы высотой 2,0 м; 2 — трубы высотой 3,0 м

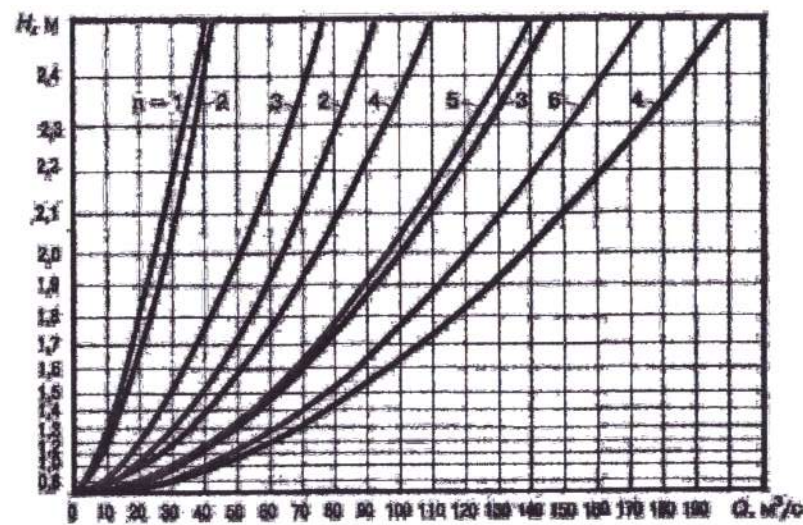


Рис. 3.6. Эстакадные мосты при $h_{II} = 3$ м

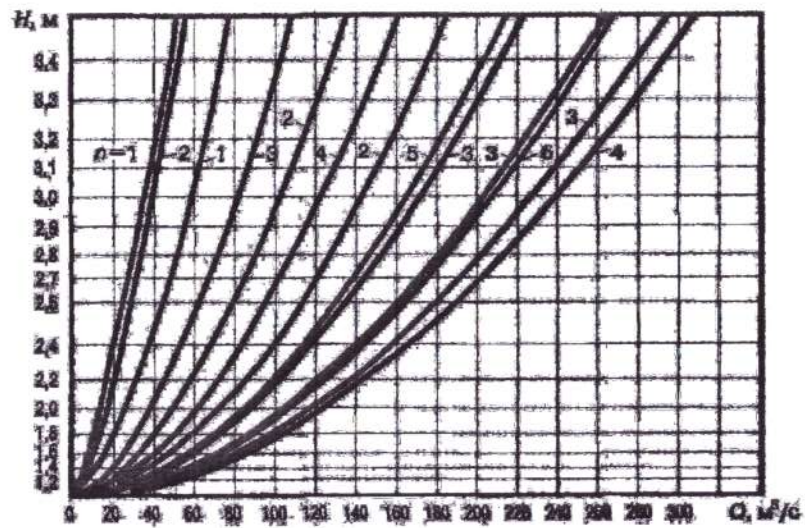


Рис. 3.7. Эстакадные мосты при $h_{II} = 4$ м

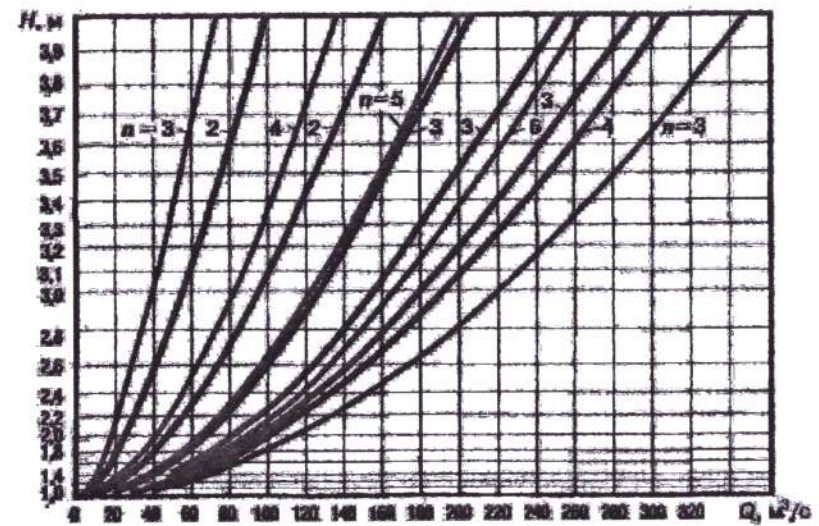


Рис. 3.9. Эстакадные мосты при $h_{II} = 6$ м

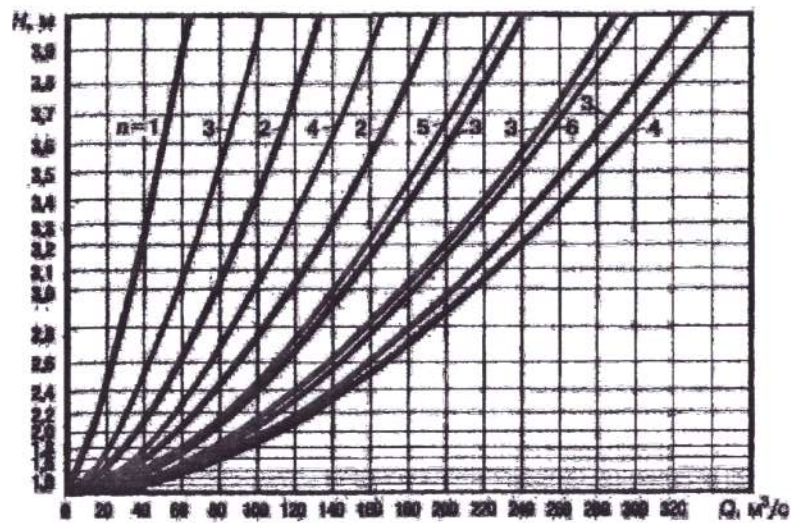


Рис. 3.8. Эстакадные мосты при $h_{II} = 5$ м

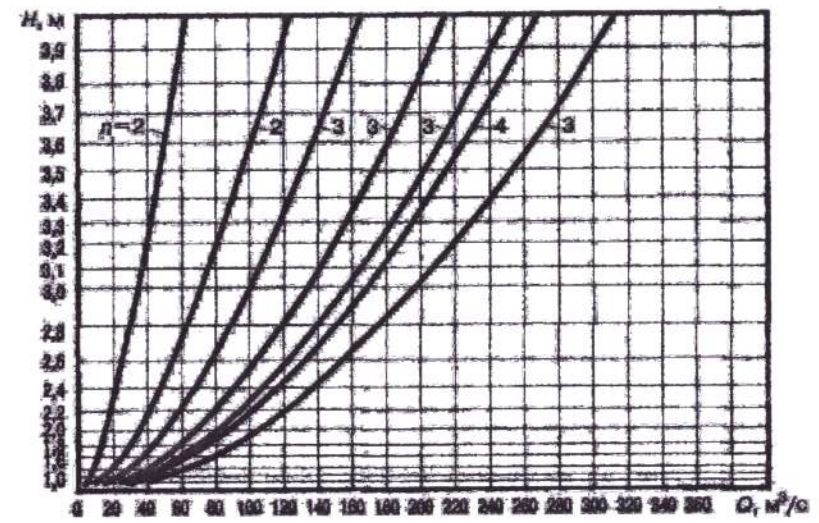


Рис. 3.10. Эстакадные мосты при $h_{II} = 7$ м

Таблицы и графики для подсчета строительной стоимости вариантов трассы

Таблица 4.1

Километровые объемы земляных работ по главному железнодорожному пути однопутной железнодорожной линии*

Средняя рабочая отметка, м	Объем земляных работ, тыс. м ³ /км при ширине основной площадки земляного полотна, м							
	насыпи				выемки			
	7,0	7,1	7,3	7,6	7,0	7,1	7,3	7,6
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,25	2,5	2,54	2,62	2,74	3,5	3,51	3,53	3,56
0,50	4,8	4,86	5,00	5,20	6,5	6,54	6,60	6,71
0,75	6,8	6,89	7,07	7,34	9,6	9,66	9,78	10,00
1,00	9,2	9,32	9,54	9,89	13,0	13,08	13,26	13,57
1,25	11,8	11,94	12,22	12,64	16,5	16,61	16,83	17,16
1,50	14,6	14,76	15,01	15,60	20,3	20,44	20,70	21,11
1,75	17,6	17,79	18,17	18,74	24,2	24,36	24,68	25,16
2,00	20,7	20,92	21,35	21,99	28,3	28,48	28,90	29,41
2,50	27,6	27,88	28,42	29,25	37,1	37,34	37,81	38,51
3,00	35,2	35,52	36,14	37,09	46,6	46,88	47,46	48,31
4,00	52,7	53,12	53,94	55,20	67,9	68,28	69,06	70,21
4,50	62,6	63,06	65,00	65,40	79,7	79,84	80,71	82,01
5,00	73,2	73,72	74,74	76,29	92,2	92,68	93,70	95,11
5,50	84,6	85,16	86,30	88,00	105,5	106,04	107,10	108,81
6,00	96,7	97,32	98,54	100,40	119,5	120,08	121,26	123,01
6,50	109,6	110,26	110,80	113,60	134,3	134,94	135,90	138,12
7,00	123,4	124,12	125,54	127,69	149,8	150,48	151,86	153,91
7,50	138,1	138,86	140,40	142,70	166,1	166,84	168,30	170,51
8,00	153,7	154,52	156,14	158,60	183,1	183,88	185,46	187,81
8,50	170,1	170,96	172,70	175,30	200,9	201,74	203,40	205,91
9,00	187,4	188,32	190,14	192,90	219,4	220,28	222,06	222,06
9,50	205,6	206,56	208,50	211,39	238,7	239,64	241,51	244,31
10,00	224,7	225,72	227,74	230,80	258,7	259,68	261,66	264,61
11,00	265,5	266,62	268,84	272,20	301,0	302,08	304,26	307,51
12,00	309,7	310,92	313,34	316,99	346,3	347,48	349,86	353,41
13,00	357,7	359,02	361,64	365,59	394,6	395,88	398,46	402,31

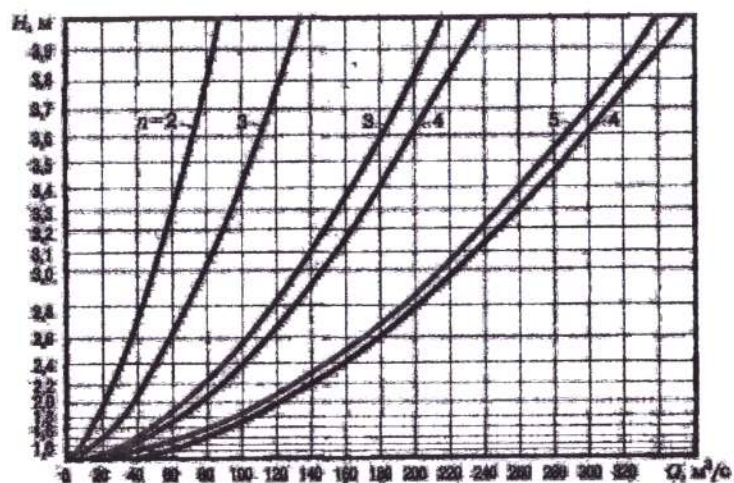


Рис. 3.11. Эстакадные мосты при $h_{п} = 8$ м

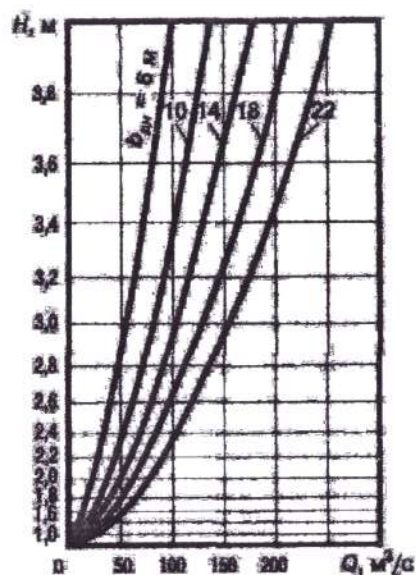


Рис. 3.12. Железобетонные мосты с насыпными устоями

Окончание табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
14,00	409,7	411,12	413,94	423,50	445,9	447,28	450,06	454,21
15,00	465,7	467,22	470,24	474,79	500,2	501,68	504,66	509,11
16,00	525,7	527,32	530,54	535,40	557,5	559,08	462,26	467,01
17,00	589,7	591,42	594,84	600,00	617,8	619,48	622,86	627,91
18,00	657,7	659,52	665,14	668,60	681,1	682,88	686,46	491,81

* Грунты глинистые, крупнообломочные с глинистым заполнителем, скальные легковыветривающиеся и выветривающиеся, пески недренлирующие, мелкие и пылеватые.

Таблица 4.2

Километровые объемы земляных работ по главному железнодорожному пути однопутной железнодорожной линии*

Средняя рабочая отметка, м	Объем земляных работ, тыс. м ³ /км при ширине основной площадки земляного полотна, м							
	насыпи				выемки			
	6,0	6,2	6,4	6,6	6,0	6,2	6,4	6,6
1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,25	1,60	1,65	1,70	1,75	2,70	2,75	2,80	2,85
0,50	3,40	3,50	3,60	3,70	5,40	5,50	5,55	5,70
0,75	5,40	5,55	5,70	5,85	8,40	8,55	8,70	8,85
1,00	7,50	7,70	7,90	8,10	11,50	11,70	11,90	12,10
1,25	9,90	10,15	10,40	10,65	14,80	15,05	15,30	15,55
1,50	12,60	12,90	13,20	13,60	18,20	18,50	18,80	19,10
1,75	15,10	15,45	15,80	16,15	21,90	22,25	22,60	22,95
2,00	18,00	18,40	18,80	19,20	25,80	26,20	26,60	27,00
2,50	24,40	24,90	25,40	25,90	34,00	34,50	35,00	35,60
3,00	31,50	32,10	32,70	33,30	43,10	43,70	44,20	44,90
3,50	39,40	40,10	40,80	41,50	52,80	53,50	54,20	54,90
4,00	48,00	48,80	44,66	50,40	63,40	64,20	65,00	65,80
4,50	57,70	58,30	59,20	60,10	74,60	75,50	76,40	77,30
5,00	67,50	68,50	69,50	70,50	86,70	87,70	88,70	89,70
5,50	78,40	79,50	80,60	81,70	99,40	100,50	101,66	102,70
6,00	90,00	91,20	92,40	93,60	113,00	114,20	115,40	116,60
6,50	102,50	103,80	105,10	106,40	127,20	128,50	129,80	131,10
7,00	115,80	117,20	118,60	120,00	143,30	143,70	145,10	147,50
7,50	130,00	131,50	133,00	134,50	158,00	159,50	161,00	162,50

Окончание табл. 4.2

1	2		4	5	6	7	8	9
8,00	145,00	146,60	148,20	149,80	174,60	176,20	177,80	179,40
8,50	161,00	162,70	164,40	166,10	191,80	193,50	195,20	196,90
9,00	177,80	179,60	181,40	183,20	209,90	211,70	213,50	215,30
9,50	195,50	197,40	199,30	201,20	228,60	230,50	232,40	234,30
10,00	214,00	216,00	218,00	220,00	248,20	250,20	252,20	254,20
11,00	253,80	256,00	258,20	260,40	289,50	291,70	293,90	296,10
12,00	297,00	299,40	301,80	304,20	333,80	336,20	338,60	341,00
13,00	344,00	346,60	349,20	351,80	381,10	383,70	386,30	388,90
14,00	395,00	397,80	400,60	403,40	431,40	434,20	437,00	439,80
15,00	450,00	453,00	456,00	459,00	484,70	487,70	490,70	493,70
16,00	509,00	512,20	515,40	518,60	541,00	544,20	547,40	550,60
17,00	572,00	572,40	578,80	582,20	600,30	603,70	607,10	610,50
18,00	639,00	642,60	646,20	649,80	682,60	686,20	689,80	693,40

* Грунты скальные, слабывветривающиеся, крупнообломочные с песчаным заполнителем, пески дренирующие (кроме мелких и пылеватых).

Стоимость водопропускных труб и малых мостов

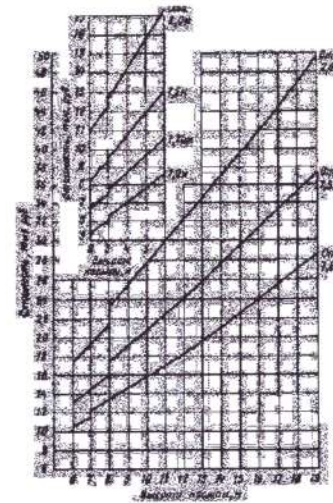


Рис. 4.1. Круглые железобетонные одноочковые трубы

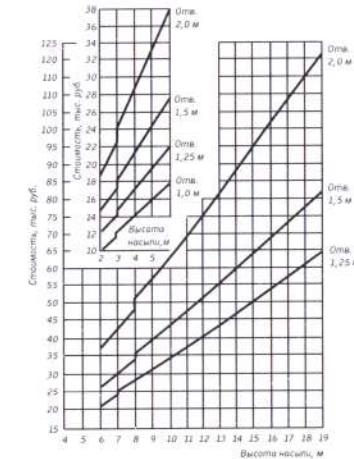


Рис. 4.2. Круглые железобетонные двухочковые трубы

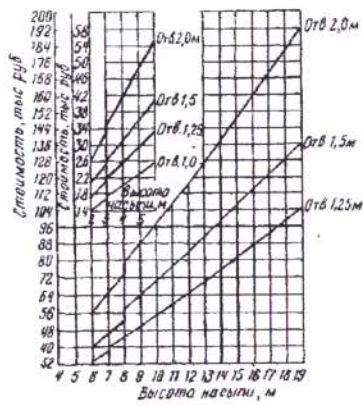


Рис. 4.3. Круглые железобетонные трехчковые трубы

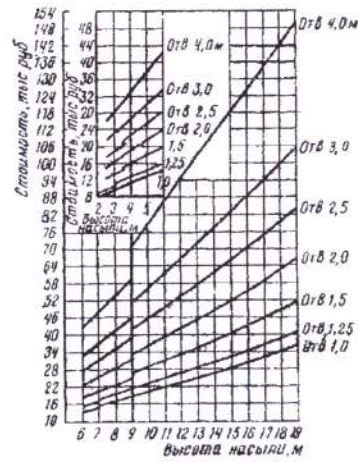


Рис. 4.4. Прямоугольные железобетонные одночковые трубы

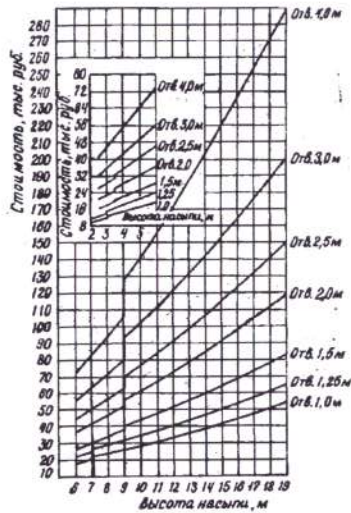


Рис. 4.5. Прямоугольные железобетонные двухчковые трубы

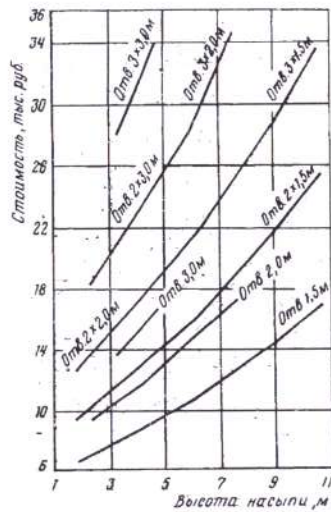


Рис. 4.6. Круглые металлические гофрированные трубы (одно-, двух- и трехчковые)

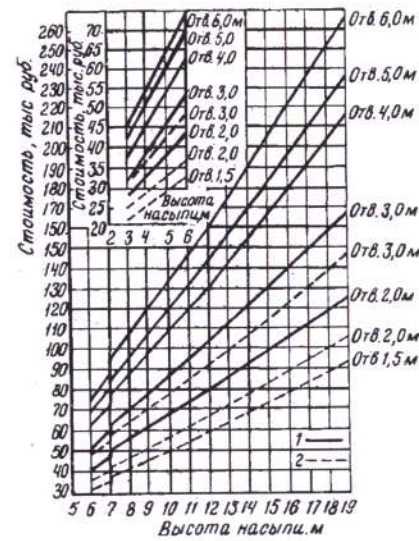


Рис. 4.7. Прямоугольные бетонные одночковые трубы:
1 — трубы высотой 3,0 м; 2 — то же, 2,0 м

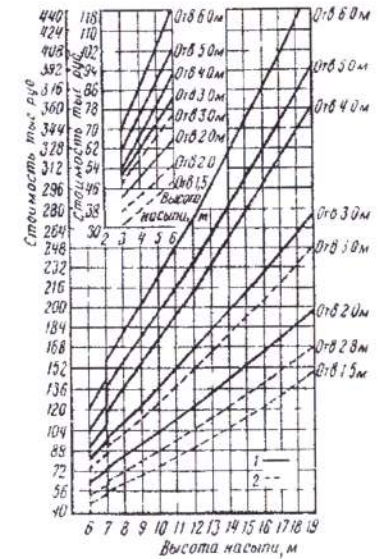


Рис. 4.8. Прямоугольные бетонные двухчковые трубы:
1 — трубы высотой 3,0 м; 2 — то же, 2,0 м

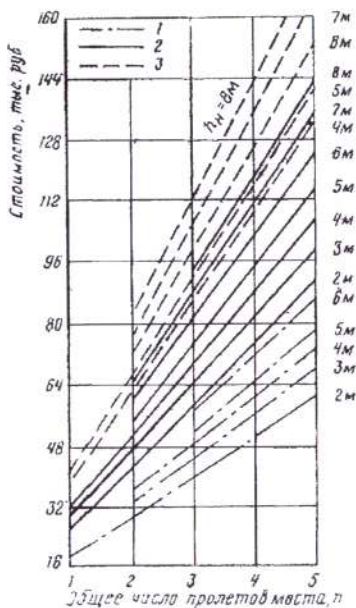


Рис. 4.9. Свайно-эстакадные мосты при различных высотах насыпи для I, II, III схем:
1 — схема I ($n = 6,0$ м); 2 — схема II ($n = 9,3$ м); 3 — схема III ($n = 11,5$ м)

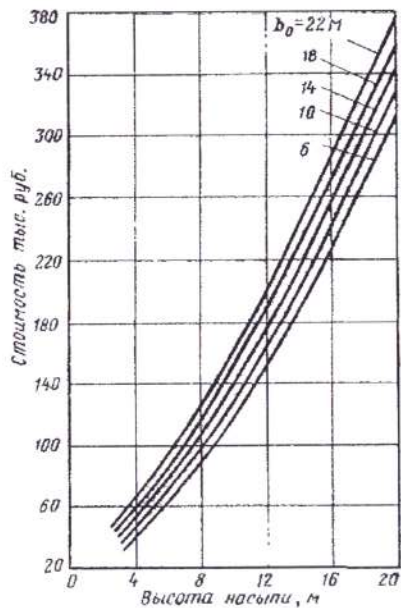


Рис. 4.10. Железобетонные мосты с массивными опорами и обсыпными устоями при различных значениях ширины русла по дну

Таблица 4.3

Стоимость 1 м однопутного моста, тыс. руб.

Пролетное строение	Средняя высота моста h , м					
	5	10	15	20	25	30
Железобетонное	1,9	2,65	3,14	3,48	3,80	—
Металлическое с ездой поверху	—	3,47	4,00	4,53	4,97	—
Металлическое с ездой понизу	—	4,16	4,80	5,44	5,96	6,44

Таблица 4.4

Стоимость 1 м тоннеля, тыс. руб.

Грунт	Число железнодорожных путей	
	одно	два
Доломит	7,8	13,8
Диабаз	8,1	14,4
Кварцит, гранит	8,4	15,0
Базальт	8,6	15,5

Таблица 4.5

Стоимость верхнего строения железнодорожного пути, тыс. руб./км

Железнодорожный путь	Тип рельсов	Число шпал на 1 км шт.	Однопутная линия		Двухпутная линия	
			$K_{вс(тн)}$	$K_{вс(ст)}$	$K_{вс(тн)}$	$K_{вс(ст)}$
Звеньевой	P50	1840	79,3	88,3	157,3	175,4
		2000	84,7	—	171,1	—
	P65	1840	86,1	100,3	171,0	200,4
		2000	91,3	—	184,2	—
Бесстыковой	P65	1840	103,3	121,0	205,2	240,5
		2000	109,5	—	221,0	—

Таблица 4.6

Стоимость подготовки территории строительства $K_{п}$, тыс. руб./км

Число главных железнодорожных путей	Категории трудности строительства			
	I	II	III	IV
Один	17,0	19,0	21,0	24,0
Два	22,0	24,0	28,0	31,0

Таблица 4.7

Стоимость устройств СЦБ и связи $K_{сцб}$, тыс. руб./км

Число главных ж.д. путей	Тепловозная тяга		Электрическая тяга	
	автоблокировка	диспетчерская централизация	автоблокировка	диспетчерская централизация
Один	41,7	44,2	45,0	45,5
Два	53,6	56,3	56,1	56,8

Таблица 4.8

Стоимость устройств электроснабжения $K_{э}$, тыс. руб./км

Число главных ж.д. путей	Электрическая тяга		Тепловозная тяга
	переменный ток	постоянный ток	
Один	101	109	28
Два	158	167	37

Таблица 4.9

Стоимость зданий жилищно-гражданского назначения $K_{ж}$, тыс. руб./км

Число главных ж.д. путей	Потребная провозная способность, млн т/год, на 5-й год эксплуатации			
	5	10	15	30
Один	111	132	180	—
	150	172	234	
Два	—	—	233	282
			286	343

Примечание. В числителе — при тепловозной тяге, в знаменателе — при электрической.

Таблица 4.10

Строительная стоимость отдельных пунктов $K_{от}$, тыс. руб.

Тип отдельного пункта	Число боковых ж.д. путей	Тяга					
		электрическая переменного тока		электрическая постоянного тока		тепловозная	
		$L_{по} = 850$ м	$L_{по} = 1050$ м	$L_{по} = 850$ м	$L_{по} = 1050$ м	$L_{по} = 850$ м	$L_{по} = 1050$ м
Разъезд, обгонный пункт	2	393	431	400	438	316	342
	3	513	575	524	585	401	442
Промежуточная ж.д. станция (однопутная линия)	4	1679	1753	1693	1767	1548	1601
	5	1844	1940	1862	1958	1667	1729
Промежуточная ж.д. станция (двухпутная линия)	5	1966	2068	1984	2086	1779	1851
	6	2131	2255	2153	2277	1984	1979

Укрупненные нормы для определения эксплуатационных расходов по вариантам трассы

Таблица 5.1

Укрупненные нормы для определения расходов по пробегу одного поезда по показателям трассы

Серия локомотива	Масса состава брутто, т	Норма расходов, руб.			
		$C_{пк}^0$	А	Б	В
1	2	3	4	5	6
ВЛ10 ВЛ11	4000	2,11	0,272	0,373	1,07
	5000	2,54	0,322	0,448	1,31
	6000	2,93	0,376	0,525	1,49
	7000	3,33	0,432	0,605	1,69
	8000	3,74	0,487	0,683	1,89
ВЛ11 (3 секции)	10000	4,51	0,588	0,833	2,26
	4000	2,24	0,288	0,395	1,13
	5000	2,69	0,341	0,475	1,39
	6000	3,11	0,399	0,556	1,58
	7000	3,53	0,458	0,641	1,79
ВЛ80 ^у	8000	3,96	0,516	0,724	2,00
	10000	4,78	0,623	0,883	2,40
	3000	1,57	0,199	0,275	0,79
	4000	1,98	0,251	0,350	0,99
	5000	2,38	0,302	0,425	1,19
	6000	2,77	0,351	0,496	1,37
	7000	3,16	0,404	0,574	1,56
ВЛ80 ^к	8000	3,54	0,456	0,648	1,74
	9000	3,94	0,505	0,720	1,94
	3000	1,57	0,211	0,287	0,76
	4000	2,00	0,272	0,371	0,98
	5000	2,41	0,329	0,452	1,19
	6000	2,82	0,382	0,529	1,40
	7000	3,22	0,432	0,602	1,59
ВЛ80 ^с (2 секции)	8000	3,61	0,485	0,649	1,79
	3000	1,57	0,202	0,279	0,74
	4000	1,99	0,258	0,358	0,95
	5000	2,39	0,313	0,437	1,15

Продолжение табл. 5.1

1	2	3	4	5	6
	6000	2,79	0,363	0,511	1,34
	7000	3,19	0,412	0,585	1,54
	8000	3,57	0,460	0,655	1,72
	9000	3,95	0,506	0,726	1,90
ВЛ80 ^с (3 секции)	3000	1,66	0,214	0,296	0,78
	4000	2,11	0,272	0,379	1,01
	5000	2,53	0,332	0,463	1,22
	6000	2,96	0,385	0,542	1,42
	7000	3,38	0,437	0,620	1,63
	8000	3,78	0,488	0,694	1,82
	9000	4,19	0,536	0,770	2,01
ВЛ82	3000	1,56	0,196	0,272	0,71
	4000	1,97	0,254	0,354	0,92
	5000	2,38	0,306	0,429	1,13
	6000	2,76	0,355	0,501	1,30
	7000	3,17	0,406	0,576	1,50
	8000	3,55	0,454	0,648	1,68
	9000	3,92	0,498	0,715	1,85
	3000	1,80	0,292	0,372	0,94
ВЛ60 ^к 2ТЭ10М ТЭ121	4000	2,27	0,364	0,468	1,21
	5000	2,75	0,437	0,565	1,49
	6000	3,16	0,494	0,647	1,69
	7000	3,59	0,551	0,729	1,91
	8000	4,01	0,639	0,842	2,13
	9000	4,41	0,680	0,908	2,31
3ТЭ10М	4000	2,57	0,403	0,516	1,39
	5000	2,90	0,460	0,592	1,56
	6000	3,36	0,533	0,690	1,82
	7000	3,80	0,600	0,781	2,05
	8000	4,22	0,670	0,875	2,27
	10000	5,10	0,810	1,064	2,75
	12000	5,94	0,950	1,254	3,18
2ТЭ116	3000	1,81	0,276	0,356	0,94
	4000	2,26	0,343	0,447	1,19
	5000	2,70	0,410	0,540	1,42
	6000	3,13	0,470	0,623	1,65
	7000	3,56	0,534	0,712	1,88

Окончание табл. 5.1

1	2	3	4	5	6
	8000	3,97	0,599	0,802	2,09
	9000	4,36	0,660	0,888	2,28
ВЛ10 ^у	2800	1,48	0,188	0,259	0,74
	3000	1,57	0,199	0,275	0,79
	4000	1,98	0,251	0,350	0,99
	5000	2,38	0,302	0,425	1,19
	6000	2,77	0,351	0,496	1,37
	7000	3,16	0,404	0,574	1,56
	8000	3,54	0,456	0,648	1,74
	9000	3,94	0,505	0,720	1,94

Таблица 5.2

Нормы эксплуатационных расходов k , по содержанию отдельных пунктов, тыс. руб., на 1 отдельный пункт*

Тип отдельного пункта	Число станционных ж.д. путей	Электрическая тяга		Тепловозная тяга	
		$L_{\text{но}} = 850 \text{ м}$	$L_{\text{но}} = 1050 \text{ м}$	$L_{\text{но}} = 850 \text{ м}$	$L_{\text{но}} = 1050 \text{ м}$
Разъезд	2	48,3	50,8	47,3	49,6
		28,0	30,5	27,0	29,3
	3	57,6	61,3	56,1	59,3
		37,3	41,0	35,8	39*
Обгонный пункт	2	57,6	60,5	56,6	59,3
		37,3	40,6	36,3	39,4
	3	65,6	73,4	67,4	71,2
		49,7	54,6	48,2	52,8
Промежуточная ж.д. станция (однопутная железная дорога)	4	126,7	144,4	118,0	133,8
		112,1	129,8	103,4	119,2
	5	137,2	156,2	128,5	145,6
Промежуточная ж.д. станция (двухпутная железная дорога)	4	145,3	164,3	136,6	153,7
		—	—	—	—
	5	155,8	176,1	147,2	165,5
		—	—	—	—

* В числителе — при централизованном управлении стрелками, в знаменателе — при диспетчерской централизации.

Таблица 5.3

Нормы эксплуатационных расходов k_1 по содержанию постоянных устройств, пропорциональных длине линии, тыс. руб. на 1 км

Число главных ж.д. путей	Тяга		
	электрическая, переменный ток	электрическая, постоянный ток	тепловозная
Один	13,40	15,10	8,31
Один с двухпутными вставками	14,91	16,61	9,82
Два	15,53	17,23	10,44

Список рекомендуемой литературы

Основные источники

1. Кантор И.И. Изыскания и проектирование железных дорог. М.: Академкнига, 2014.
2. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации: утв. Приказом Минтранса РФ от 21 дек. 2010 г. № 286 с изм. и доп. от 4 июня 2012 г., 30 марта 2015 г.
3. СП 119.13330.2012. Свод правил. Железные дороги колеи 1520 мм. Актуализированная редакция СНиП 32-01-95. 2014.

Дополнительные источники

4. Волков Б.А. Экономические изыскания и основы проектирования железных дорог: учебник для вузов ж.-д. транспорта. М.: Маршрут, 2005.
5. Ганьшин В.Н., Хренов Л.С. Таблицы для разбивки круговых и переходных кривых. М.: Недра, 1985.
6. Крейнис З.Л. Путь и путевое хозяйство железных дорог. Термины и определения. Словарь-справочник. М.: ГОУ «УМЦ ЖДТ», 2008.
7. Методические указания по составлению продольных профилей станционных путей и перегонов. М.: ОАО «РЖД», 2008.
8. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. М.: Недра, 1989.

Электронные ресурсы

9. Железнодорожный транспорт (журнал). Форма доступа: <http://www.zdt-magazine.ru/redact/redak.htm>
10. Транспорт России (еженедельная газета). Форма доступа: <http://www.transportrussia.ru>
11. Сайт Министерства транспорта РФ: www.mintrans.ru/
12. Сайт ОАО «РЖД»: www.rzd.ru/

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Содержание и последовательность разработки разделов ВКР	4
2. Исходные данные на разработку ВКР	5
3. Физико-климатическая характеристика района проектирования новой железнодорожной линии	6
4. Трассирование участка новой железнодорожной линии	7
4.1 Выбор направления и величины руководящих уклонов вариантов проектируемой железнодорожной линии	7
4.2 Определение длины поезда и массы грузового состава	9
4.3 Определение норм проектирования плана и продольного профиля перегонов и раздельных пунктов	10
4.4 Проектирование плана и продольного профиля трассы	12
4.5 Размещение раздельных пунктов по времени хода	20
5. Размещение и обоснование типов и величины отверстий водопроектных искусственных сооружений	23
5.1 Размещение водопроектных сооружений на трассе, определение расходов притекающей к сооружению воды	23
5.2 Обоснование типов и подбор величин отверстий малых водопроектных сооружений	26
6. Определение строительных объемов и строительной стоимости вариантов трассы	27
6.1 Общие положения	27
6.2 Определение объемов и строительной стоимости земляного полотна	27
6.3 Определение строительной стоимости искусственных сооружений и верхнего строения железнодорожного пути	29
6.4 Стоимость устройств, пропорциональных длине линии	30
6.5 Стоимость раздельных пунктов	30
7. Расчет эксплуатационных расходов для сравнения вариантов трасс	32
8. Техничко-экономическое сравнение вариантов трасс	35
9. Методические рекомендации по оформлению ВКР	38
10. Состав пояснительной записки	40
Приложения	41
Список рекомендуемой литературы	70

Ответственный за выпуск методист
ФГБУ ДПО «УМЦ ЖДТ» *В.А. Гусева*
Ответственная за выпуск *Л.А. Останина*
Редактор *Т.В. Соболева*
Компьютерная верстка *В.С. Байгужинова*

Подписано в печать 03.03.2017
Формат 60×90/16. Печ.л. 4,5
ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию
на железнодорожном транспорте»
105082, Москва, ул. Бакунинская, 71
Тел.: (495) 739-00-30, e-mail: info@umczdt.ru
<http://www.umczdt.ru>
