

25/14/2

Одобрено кафедрой
«Железнодорожный путь,
машины и оборудование»

ИЗЫСКАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Задание на курсовой проект
с методическими указаниями
для студентов IV курса
специальности

290900 СТРОИТЕЛЬСТВО ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ,
ПУТЬ И ПУТЕВОЕ ХОЗЯЙСТВО (С)



Составители: канд. техн. наук, проф. В.В. Космин,
канд. техн. наук А.В. Космин
Рецензент — канд. техн. наук, Л.А. Мальков

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ № 1

Тема «Проект участка новой железнодорожной линии»

В составе курсового проекта должны быть решены следующие вопросы:

1. Анализ рельефа местности и ситуации в районе трассирования по заданной карте с учетом указанных на ней начального и конечного направлений.
 2. Выявление возможных направлений проектируемой железной дороги (с различными руководящими уклонами) на основе укладки на карте магистральных ходов.
 3. Сравнение возможных направлений и выбор одного для последующего трассирования.
 4. Расчет массы состава и длины поезда.
 5. Определение категории норм проектирования и формирование выборки из нормативных документов для конкретных условий проектируемой линии.
 6. Трассирование между заданными начальным и конечным направлениями железнодорожной линии, с размещением раздельных пунктов для обеспечения заданной пропускной способности, с расчетом элементов плана трассы, проектированием продольного профиля, размещением водоотпускных сооружений на основе расчета стока, а также переездов и путепроводов.
 7. Определение объемов работ (земляных, по искусственным сооружениям, по устройствам, пропорциональным длине линии, и т.д.).
 8. Расчет строительной стоимости и эксплуатационных расходов.
 9. Сравнение вариантов трассы и выбор оптимального.
- В итоге должна быть составлена пояснительная записка с необходимыми чертежами, графиками и таблицами.
- На обложке пояснительной записки указываются наименование вышшего учебного заведения, кафедры, дисциплины, номер курсового проекта, фамилия и инициалы студента, его учебный шифр и домашний адрес.

СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1. Введение.
2. Описание района проектирования.
3. Выявление возможных направлений железной дороги и величин руководящих уклонов проектируемой линии, укладка вариантов магистрального хода для трассирования.
4. Описание протрассированных вариантов с составлением ведомостей планов линий.
5. Определение массы состава и длины поезда.
6. Расчет стока от дождевого паводка и весеннего половодья во всех пониженных местах трассы, выбор типов, подбор отверстий и размещение малых водопропускных сооружений.
7. Расчет объемов работ и технико-экономическое сравнение вариантов запроектированных участков трассы.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Исходные данные для разработки проекта принимаются по табл. 1 в зависимости от последней цифры учебного шифра студента и начальной буквы его фамилии.

Линия проектируется однопутная нормальная колеи. Расчетная пропускная способность задана при остановочном скрещении поездов на раздельных пунктах.

Проект, выполненный не по своему варианту и/или на карте без подписи преподавателя кафедры, ведущего данную дисциплину, указания фамилии и учебного шифра студента, к рассмотрению не принимается.

ПЕРЕЧЕНЬ ДОКУМЕНТОВ, ПОДЛЕЖАЩИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЮ:

1. Пояснительная записка с расчетами и обоснованием принятых проектных, включая таблицы основных технических характеристик и технико-экономических показателей вариантов.
2. Карта с протрассированными вариантами, разбивкой километража, расстановкой условных знаков раздельных пунктов и нанесением элементов кривых, границ бассейнов и междоузлия малых водопропускных сооружений.
3. Схематические продольные профили протрассированных вариантов на миллиметровой бумаге стандартного размера (А4) по высоте и необходимой длины в зависимости от длины варианта, с рамками и штампами.

Таблица 1

Исходные данные по вариантам

Наименование	Вариант (последняя цифра учебного шифра студента)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
А	Первая буква фамилии студента А—К									
Начальный и конечный пункты трассы	Задаются преподавателем на карте									
Расчетная пропускная способность, пар поездов в сутки	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Грузонапряженность на 10-й год эксплуатации, млн т нетто/год:										
в направлении “туда”	11	22	33	44	55	46	37	28	19	10
то же “обратно”	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Число пар пассажирских поездов в сутки	1	2	3	2	1	2	3	2	1	2
Локомотив	ВЛ8	2ТЭ3	ВЛ11	2ТЭ10	ВЛ23	2ТЭ3	ВЛ60	2ТЭ10	ВЛ80	2ТЭ3
В составе вагонов по количеству, %:										
4-осных	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
6-осных	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Грузоподъемность вагонов, т:										
4-осных	60	50	50	60	60	50	50	60	60	50
6-осных	100	95	100	95	100	95	100	95	100	95
Тара вагонов, т:										
4-осных	24	18	22	24	24	18	22	24	24	18
6-осных	43	32	43	32	43	32	43	32	43	32

А	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Коэффициент использования грузоподъемности вагона	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97	0,98	0,99	1,00
Расчетная длина приемо-отправочных путей, м	850	1050	1700	850	1050	1700	850	1050	1700	850
Первая буква фамилии студента Л—Я										
Начальный и конечный пункты трассы	Задается преподавателем									
Расчетная пропускная способность, пар поездов в сутки	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Грузонапряженность на 10-й год эксплуатации, млн т нетто/год:										
в направлении “туда”	11	22	33	44	55	46	37	28	19	10
то же “обратно”	51	42	33	24	15	6	17	28	39	40
Число пар пассажирских поездов в сутки	3	2	1	2	3	2	1	2	3	2
Локомотив	2ТЭ3	2ТЭ10	ВЛ23	ВЛ8	ВЛ60	ВЛ80	2ТЭ3	2ТЭ10	ВЛ23	ВЛ60
В составе вагонов по количеству, %:										
4-осных	11	22	33	44	55	66	77	88	9	10
6-осных	89	78	67	56	45	34	23	12	91	90
Грузоподъемность вагонов, т:										
4-осных	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50
6-осных	100	95	95	100	100	95	95	100	100	95
Тара вагонов, т:										
4-осных	18	22	24	18	22	24	18	22	24	18
6-осных	32	33	43	32	33	43	32	33	43	32
Коэффициент использования грузоподъемности вагона	1,00	0,92	0,83	0,74	0,85	0,96	0,87	0,78	0,89	0,90
Расчетная длина приемо-отправочных путей, м	1700	1050	850	1700	1050	850	1700	1050	850	1050

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект рекомендуется выполнять в последовательности, указанной в задании и методических указаниях, излагаемых ниже.

ОПИСАНИЕ РАЙОНА ПРОЕКТИРОВАНИЯ УЧАСТКА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Конкретный район проектирования заданного участка новой железной дороги определяется руководителем курсового проектирования с учетом основных особенностей местности (рельеф, гидрография, развитие местной сети дорог и др.), отображенных на выдаваемой студенту учебной топографической карте с изображением рельефа горизонталями.

При описании района проектирования необходимо кратко осветить следующие вопросы:

рельеф местности (высотные препятствия, их характер и расположение, отметки сѐдел, расположение водоразделов, наличие попутных долин и др.);

степень развития и характер имеющихся дорог (с твердым покрытием, грунтовые и др.), которые могут быть использованы при строительстве железной дороги для подвоза строительных материалов и конструкций, а также для перемещения строительных подразделений с их техникой к местам производства работ;

наличие и характер различных естественных препятствий (реки и ручьи, заболоченные участки и т.п.), их влияние на выбор направления проектируемой линии и объемы строительных работ.

ВЫЯВЛЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ ВАРИАНТОВ ПОЛОЖЕНИЯ ТРАССЫ И ВЕЛИЧИН РУКОВОДЯЩИХ УКАЗАНОВ ПРОЕКТИРУЕМОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

С целью выявления возможных вариантов положения проектируемой железной дороги необходимо детально изучить карту, чтобы получить ясное представление о рельефе местности.

Для лучшей ориентировки рекомендуется предварительно обработать карту: нанести отсутствующие отметки господствующих точек, характерных горизонталей, возвышенностей, отметок седел, отметок у водомерных постов (урезов воды). Линии основных водоразделов рекомендуется нанести на карте коричневым цветом. Такая подготовка карты позволяет выявить расположение и направление попутных долин, косогоров или водоразделов для установления возможных направлений проектируемой линии.

В результате изучения топографии местности и обработки карты могут быть предложены возможные воздушно-доманые направления (магистральные ходы) по предварительно намеченным фиксированным точкам между конечными пунктам проектируемой линии.

Для уточнения направления магистральных ходов на участках напряженного хода может потребоваться наколка «линии нулевых работ» с помощью циркуля, имеющего раствор, равный в сантиметрах

$$l_n = \frac{10^5 \cdot \Delta h}{i_p - i_{\text{н}}} m = \frac{10^5 \cdot \Delta h}{i_{\text{тр}}} m, \quad (1)$$

где Δh — превышение между смежными горизонталями (сечение рельефа горизонталями), м;

i_p — принятый руководящий уклон, ‰;

$i_{\text{н}}$ — ориентировочное значение эквивалентного уклона от кривой (0,5–1,0‰);

$i_{\text{тр}}$ — уклон трассирования, ‰;

m — масштаб карты в горизонталях (для карты масштаба 1:25000 $m = 25000$).

Величину руководящего уклона выбирают по продольному профилю местности для каждого варианта (магистрального хода) на основе среднего уклона местности, определенного по формуле

$$i_{\text{ср}} = \sum i l / \sum l, \quad (2)$$

где i — уклон участка местности длиной l .

Приняв раствор циркуля равным вычисленному и последовательно откладывая между горизонталями отрезки, равные этому раствору, получают «линию нулевых работ», предложенную заданным уклоном. Ее можно рассматривать как магистральный ход.

На основе анализа магистральных ходов определяют возможные величины руководящего уклона. Для этого намечают 2–3 варианта руководящего уклона и откладывают магистральные ходы, используя соответствующие растворы циркуля.

Результаты укладки магистральных ходов сводят в таблицу по форме табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Основные характеристики вариантов магистрального хода

Показатель	Вариант	
	I	II
Длина трассы по варианту, км		
Возможная величина руководящего уклона, ‰		
Сумма преодолеваемых высот туда/обратно, м		
Число больших мостов, ед.		
Число/длина тоннелей, ед./м		
Протяженность геологически неблагоприятных мест, км		

На основе анализа этих данных выбирают два наиболее приемлемых варианта (с руководящими уклонами, отличающимися не менее чем на 2‰) для последующего их трассирования и сравнения.

Прежде чем приступить к трассированию, определяют категорию норм проектирования и делают выписку соответствующих нормативов. При выборе норм проектирования следует учитывать предстоящие на проектируемой железной дороге перевозки, на основе которых определяют категорию норм проектирования. Таких категорий по СНиП 32-01-95 предусмотрено несколько. Помимо выделенных в отдельную категорию особотружонапряженных магистралей (грузонапряженностью нетто свыше 50 млн т·км/км в год в грузовом направлении на 10-й

год эксплуатации) различают четыре категории норм проектирования (в зависимости от грузонапряженности нетто на 10-й год эксплуатации):

- I — свыше 30 до 50 млн т·км/км в год;
- II — свыше 15 до 30 млн т·км/км в год;
- III — свыше 8 до 15 млн т·км/км в год;
- IV — до 8 млн т·км/км в год.

ТРАССИРОВАНИЕ

При трассировании каждого варианта рекомендуется следующий порядок выполнения отдельных попыток:

- 1) на выбранном направлении проектируемой железной дороги между заданным разъездом А, фиксированными точками и заданным направлением Б уточнить с помощью линии «нулевых работ» положение участков напряженного и вольного ходов;
- 2) по намеченной линии «нулевых работ» участками длиной 3...4 км укладывают трассу в плане и тогда же проектируют схематический продольный профиль во избежание лишних работ при неудачном положении плана или профиля.

Расположение и размеры граф, условные обозначения, порядок написания цифр на схематическом продольном профиле должны отвечать показанным на рис. 1. Масштабы: горизонтальный — в масштабе карты, вертикальный — 1:1000 (1 мм соответствует 1 м).

Прокладку трассы следует начинать с участков напряженного хода, от фиксированных точек, расположенных на наиболее высоких отметках, в направлении на спуск, за исключением участков с пересечением больших водных преград.

На участках вольного хода магистральный ход прокладывается прямыми линиями между предварительно намеченными углами поворота.

В курсовом проекте начальным пунктом является раздельный пункт — разъезд А.

Станционная площадка должна располагаться на прямом участке пути, длина которого устанавливается в зависимости от принятой полезной длины приемо-отправочных путей.

Рассматриваемые варианты трассы в обоих конечных пунк-

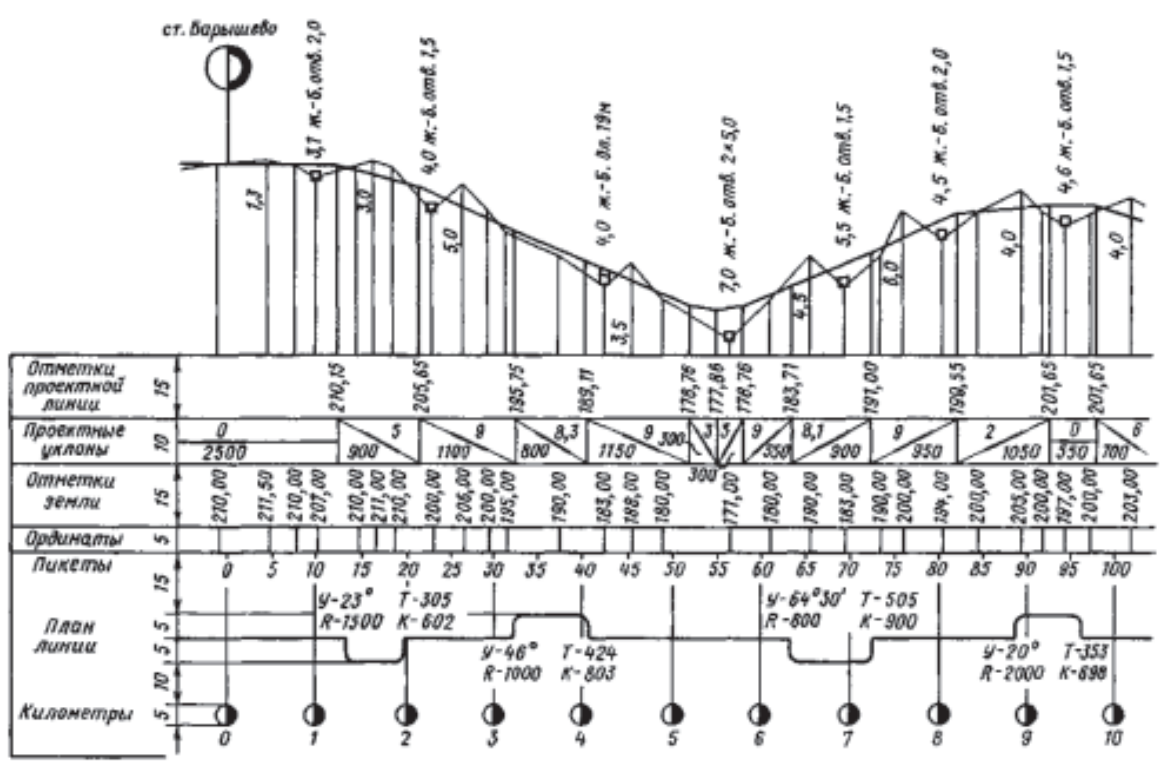


Рис. 1. Схематический продольный профиль

тах должны совпадать как по направлению в плане, так и по проектной отметке в продольном профиле.

Положение каждого угла поворота должно быть обособлено: на напряженных ходах — необходимостью искусственного развития линии, а на вольных ходах — обходом плановых и/или высотных препятствий.

Началом продольного профиля является ось разъезда d , расположенная посередине станционной площадки, полная длина которой определяется по данным табл. 6.

Продольный профиль в выемках длиной более 400 м следует проектировать уклонами одного направления либо выгуклого очертания, причем крутизна уклонов в этом случае должна быть в обычных грунтах не менее 2‰, а в вечноммерзлых — не менее 4‰.

Для предотвращения или хотя бы уменьшения возможности снежных заносов следует при проектировании продольного профиля избегать «заносимых» мест, какими являются выемки (глубиной до 2 м), нулевые места и невысокие насыпи (высотой до 0,6 м) [1, с. 123]. Земляное полотно в метелевых районах проектируют преимущественно в виде насыпей высотой над уровнем расчетной толщины снежного покрова не менее 0,7 м на однопутных линиях и не менее 1,0 м на двухпутных.

Смягчение рукавощето уклона производится при совпадении его с кривой в плане. Действительный уклон i_d ‰ при смягчении i_p определяется по формуле

$$i_d = i_p - i_{\text{эк}}^2 \quad (3)$$

где $i_{\text{эк}}$ — уклон, эквивалентный дополнительному сопротивлению от кривой.

При алгебраической разности смежных уклонов более 3‰ перелом профиля должен отстоять от начала или конца кривой на расстоянии не менее суммы тангенса вертикальной кривой и полудлины переходной кривой, т. е.

$$\begin{aligned} L_{\text{мин}} &= 0,5L_{\text{пер}} + 7,5\Delta i \quad (\text{для дорог I и II категорий}), \\ L_{\text{мин}} &= 0,5L_{\text{пер}} + 5\Delta i \quad (\text{для дорог III категории}), \\ L_{\text{мин}} &= 0,5L_{\text{пер}} + 2,5\Delta i \quad (\text{для дорог IV категории}), \end{aligned} \quad (4)$$

где Δi — алгебраическая разность смежных уклонов, ‰.

Участки, где можно и где нельзя располагать точки перехода профиля.

Ось очередного раздельного пункта должна быть удалена от оси предыдущего раздельного пункта на такое расстояние, чтобы была обеспечена требуемая по заданию расчетная пропускная способность. Наибольшее время хода, мин. одной пары поездов по перегону должно быть

$$t_p = t_r + t_{06} = \frac{1440}{n_p} - (t_d + t_s) - t_{\text{рас}}, \quad (5)$$

где t_r — время хода поезда в направлении «туда», мин.;

t_{06} — то же в направлении «обратно», мин.;

n_p — расчетная пропускная способность, пар поездов в сутки;

t_d, t_s — время станционных интервалов, т. е. время на станционные операции на ограничивающих перегон раздельных пунктах (при автоматической блокировке может быть ориентировочно принято в сумме 4 мин.);

$t_{\text{рас}}$ — время на разгон и замедление, мин., принимается в зависимости от вида тяги и массы состава.

Масса состава, т	Электрическая тяга	Тепловозная тяга
3000	2,8	3,4
4000	3,4	4,0
5000	4,0	4,6
6000	4,7	5,3

Расчетное время хода поездов на 1 км пути (в одну сторону) при использовании способа равномерных скоростей следует определять по графикам, приведенным в прил. 1. Расчет удобно вести в таблице по форме табл. 3.

Положение проектной линии продольного профиля должно удовлетворять требованиям СНиП в отношении длин элементов (табл. 4), их уклонов, алгебраических разностей уклонов смежных элементов (табл. 5), смягчения уклонов в пределах кривых и т. п. (табл. 6). В пределах раздельных пунктов руководствуются соответствующими нормами проектирования плана и профиля [1, с. 159–161]. В местах

**Ведомость расчета суммарного времени хода для размещения
раздельных пунктов**

№ эле- мента	Уклон элемента i , % туда/обратно			Длина элемен- та l , км	Расчетное время хода, мин.			нарастаю- щая ито- гом в оба направле- ния
	$i_{\text{т}}$	$i_{\text{об}}$	$i_{\text{пр}}$		туда на эле- мент 1 км	обратно на эле- мент 1 км	на эле- мент 1 км	
1								
2								
...								

Нормы длин элементов продольного профиля, м

Категория норм проек- тирования	Полезная длина приемо-отправочных путей, м		
	850	1050	1700
	Рекомендуемые		
Особотру- зона- пьяженные	–	250	250
I	200	250	250
II	200	250	250
III	200	200	250
IV	200	200	250
	Допускаемые		
Особотру- зона- пьяженные	–	200	250
I	200	250	250
II	200	200	250
III	200	200	250
IV	200	200	200

**Нормы наибольших алгебраических разностей уклонов смежных
элементов продольного профиля, %**

Категория норм проектирования	Полезная длина приемо-отправочных путей, м		
	850	1050	1700
	Рекомендуемые		
Особотру- зонапьяженные	–	3	3
I	5	4	3
II	8	7	4
III	13	7	7
IV	13	8	8
	Максимально-допускаемые		
Особотру- зонапьяженные	–	10	5
I	13	10	5
II	13	10	6
III	13	10	8
IV	20	10	10

**Минимальная длина площадок развязок при полезной длине
приемо-отправочных путей 1050 м**

Категория норм проектирования	Схема развязки	Длина, м
Особотру-зонапьяженная, I, II и III	Продольная	2450
То же	Полупродольная	1800
То же	Поперечная	1450
IV	Поперечная	1300

Примечание. При другой полезной длине приемо-отправочных путей длина площадки раздельного пункта корректируется в зависимости от его схемы на соответствующую разность (при поперечной или полупродольной схеме) или на удвоенную разность (при продольной схеме).

расположения малых водопропускных сооружений предусматривают достаточную для размещения таких сооружений (мостов и труб) высоту насыпи.

Если удачное положение проектной линии продольного профиля отыскать не удастся, изменят положение трассы в плане, смещая ее в нужном направлении с учетом рельефа местности.

Переломы проектной линии продольного профиля следует сопрягать вертикальными кривыми следующих радиусов: на линиях I и II категории — 15 км, особогрузонапряженный и III категории — 10 км, IV категории — 5 км. Вертикальные кривые не устраиваются на линиях I и II категории — при разности уклонов смежных элементов менее 2,3‰, особогрузонапряженных и III категории — менее 2,8‰, IV категории — менее 4‰.

Трассирование целесообразно начинать с варианта, имеющего более крутой руководящий уклон. Укладку линии в плане следует вести от начального пункта.

Определение основных элементов плана линии выполняется на основе величин углов поворота, радиусов кривых и пикетных положений вершин углов поворота.

Для определения тангенсов T и длин кривых K используются формулы:

$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \quad \text{и} \quad K = \frac{\pi R \alpha^{\circ}}{180^{\circ}}. \quad (6)$$

Данные о кривых заносятся в ведомость плана линии по форме табл. 7.

Т а б л и ц а 7

Ведомость плана линий

№ элемента	Угол поворота, α°	Радиус, м	Ву пикет и +	Тангенс, м	НКК, пикет и +	Кривая, м	ККК, пикет и +	Длина профиля, м
1	—	—	—	—	—	—	—	1084
2	11°45'	1500	12+38	154	10+84	307	13+91	—
3	—	—	—	—	—	—	—	809
4	57°08'	1200	28+53	653	22+00	1196	33+96	—

Пикетное положение начала кривой НКК и конца кривой ККК рассчитывают по формулам:

$$\text{НКК } nk = \text{ВУ } nk - T, \\ \text{ККК } nk = \text{НКК } nk + K.$$

Запроектировав первый вариант трассы, следует выполнить анализ важнейших показателей варианта (коэффициент развития, доля напряженных ходов по протяженности, максимальные рабочие отметки и минимальный радиус кривых, их распределение по трассе).

На основе этого анализа можно решить вопрос о величине руководящего уклона для второго варианта и о направлении его трассы. Например, увеличить руководящий уклон для сокращения длины трассы или изменить ее положение для уменьшения объемов земляных работ.

РАЗМЕЩЕНИЕ И РАСЧЕТ ОТВЕРСТИЙ МАЛЫХ ВОДОПРОПУСКНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Расчет стока может быть выполнен по ВСН 63-76 или упрощенным методом, с помощью номограммы [1, рис. 7.20] для стока от дождевого паводка и номограммы [1, рис. 7.22] для стока от весеннего половодья.

Для расчета стока от дождевого паводка необходимо определить по карте площадь каждого водосбора F , км, и уклон русла дота водосбора I , ‰, а также номер группы климатических районов и номер дождевого района в зависимости от принятого условно в качестве района прохождение трассы географического пункта проживания студента и соответствующего этому пункту номера дождевого района [1, рис. 7.21] по следующей системе:

Номер дождевого района 1,2,3 3а,4 5,6 7,8,9 10
Группа климатических районов V IV III II I

Используя номограмму [1, рис. 7.21], на левом графике по оси абсцисс откладывают I ‰, восстанавливают перпендикуляр до пересечения с кривой, соответствующей номеру группы климатических районов, и от этой точки пересечения проводят параллельно оси абсцисс — прямую до пересечения с гра-

ницей графика (точка *a*). Аналогичное построение выполняются на левом графике, используя в качестве исходных данных *F* и номер дождевого района, и получают точку *b*. Соединив эти точки прямой, определяют точку ее пересечения с осью *Q*, отсчет по которой дает величину расхода воды с данного водосбора при вероятности превышения 1% для песчаных и супесчаных грунтов. При других грунтах или другой вероятности превышения полученный расход уточняют с помощью корректирующего множителя, принимаемого по табл. 8 [1].

Т а б л и ц а 8

Корректирующий множитель

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

Для расчета стока от весеннего половодья служит другая программа [1, рис. 7.22]. Исходными данными здесь являются заболоченность, озерность, площадь водосбора *F*, элементарный модуль стока от снеготаяния, принимаемый по [1, рис. 7.23] в зависимости от района прохождения трассы (условно отождествляемого с местом проживания студента). Полученная величина стока определена с вероятностью превышения 1%. При вероятности превышения 0,33% учитывают корректирующий множитель 1,37, а при 2% — множитель 0,87. Определив отдельно расход воды от весеннего половодья и от дождевого паводка, выбирают доминирующий (наибольший по величине) сток, который служит для подбора отверстия водопропускного сооружения.

По полученным доминирующим расходам воды подбирают отверстия водопропускных труб и малых мостов, используя графики доп. В.А. Копыленко [3] (прил. 2). Методика использования этих графиков дана в [1, с. 262–263]. При подборе водопропускных труб рекомендуется руководствоваться целесообразными их типами в зависимости от высоты насыпи: до 1,25 м — междуплательные лотки; до 2 м — круглые железобетонные трубы диаметром 1,25 м и 1,5 м; от 2 до 3 м — круг-

лые трубы диаметром 2 м и прямоугольные железобетонные отверстия до 2,5 м, а также бетонные 2x2 м; более 3 м — прямоугольные железобетонные и бетонные всех отверстий и высотой 2 м.

Рассмотрев несколько типов водопропускных сооружений, приемлемых по условиям обеспечения безопасности и безопасности движения поездов, приведенным в [1, с. 263], из них отбирают самое экономичное по строительной стоимости, определяемой по графикам прил. 2.

Аналогично поступают и при подборе малых мостов, размещаемых на постоянных водотоках.

Результаты расчета стока и подбора водопропускных сооружений сводят в таблицу (табл. 9).

Т а б л и ц а 9

Ведомость искусственных сооружений по варианту.....

Место расположения, км и +	Площадь, км ²	Уклон дна, ‰	Максимальный расход, м ³ /с	Расчетный расход, м ³ /с	Высота настила, м	Тип искусственного сооружения	Отверстие, м	Возможный расход, м ³ /с	Допущенная высота насыпи, м	Стоимость, тыс. руб.

СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ

Запретиванные варианты должны быть подтверждены технико-экономическому сравнению по основным показателям.

Чтобы выбрать наиболее целесообразный вариант, необходимо сопоставить строительную стоимость и эксплуатационные расходы. Учитывая быструю динамику изменения строительной стоимости и эксплуатационных расходов, непрерывное изменение цен на промышленную продукцию, энергию, рост заработной платы и др., что практически исключает возможность сколько-нибудь оперативно уследить за такими изменениями, технико-экономическое сравнение вариантов можно выполнять по прейскурантам, сметным нормативам и т.п., используя в прошлом. При этом следует строго следить за единой стоимостной базой и для строительной стоимос-

ти, и для эксплуатационных затрат. Не допускается определять строительную стоимость и эксплуатационные затраты по нормативам, в основе которых лежит разная ценовая база. Если нужно приблизить стоимостные оценки к реальным, можно воспользоваться более или менее детализированной системой правочных коэффициентов (индексных множителей).

Строительную стоимость участка железнодорожной линии, руб., в курсовом проекте вычисляют по формуле

$$K = K_{\text{фр}} + K_{\text{не}} + a \cdot L + K_{\text{пр}}. \quad (7)$$

где $K_{\text{фр}}$ — стоимость земляных работ по варианту, руб.;

$K_{\text{не}}$ — стоимость водопропускных сооружений, руб.;

a — по километровой стоимости устройств, пропорциональная длине линии, руб./км;

L — строительная длина варианта, км;

$K_{\text{пр}}$ — стоимость прочих устройств и сооружений, входящих в рассматриваемый вариант и отсутствующих в других вариантах, руб.

Стоимость земляных работ составляет

$$K_{\text{фр}} = S(1,1 \cdot Q_{\text{сп}} + Q_{\text{пн}}), \quad (8)$$

где S — среднезвешенная стоимость разработки 1 м³ профильного объема земляных работ, принимаемая в зависимости от категории трудности строительства, зависящей от профильных объемов земляных работ V на 1 км главного пути и категории норм проектирования, определяемая по табл. 10;

$Q_{\text{сп}}$ — профильный объем земляных работ по станционным путям (кроме главного), м³;

$Q_{\text{пн}}$ — профильный объем земляных работ по главному пути, м³.

Т а б л и ц а 10

Стоимость 1 м³ профильного объема земляных работ

Категория норм проектирования			Категория строительства в трудности	Стоимость разработки 1 м ³ профильного объема S , руб.
I	II	III		
Профильный объем земляных работ V , тыс. м ³ /км				
до 23	до 16	до 15	I	1,8
23...28	16...27	15...25	II	2,1
38...54	27...40	25...38	III	2,4
54...73	40...55	38...52	IV	2,7

Объемы земляных работ для сравнения вариантов плана трассы можно определять по средним рабочим отметкам, используя табл. 11.

Т а б л и ц а 11

Покилометровый объем работ по главному пути, м³

Средняя рабочая отметка, м	Насыпь		Выемка
	ширина основной площадки, м	м	
7,3	7,6	7,3	7,6
0,25	2615	2694	3545
0,50	4725	4875	6605
0,75	7015	7244	9845
1,00	9500	9800	13280
1,25	12165	12169	12540
1,50	15035	16385	20705
1,75	18065	18594	24699
2,00	21300	21900	28880
2,25	24715	25394	33245
2,50	28325	29075	37805
2,75	31915	34394	42345
3,00	36100	37000	47480
3,25	39269	40244	52599
3,50	44625	45675	57905
3,75	50444	52694	64724
4,00	53900	55100	69080
4,25	58815	60094	74945
4,50	65275	65275	81005
4,75	69215	70644	87245
5,00	74700	76200	93680
5,25	80372	81947	100302
5,50	86225	87875	107105
5,75	92269	93994	114095
6,00	98500	100300	121280
6,50	111587	113537	136205
7,00	125550	127650	151880
7,50	140387	142637	168305
8,00	156100	158500	185480
8,50	172687	175237	203405
9,00	192850	192850	222080
9,50	208487	211337	241505
10,00	227700	230700	261680
10,50	227787	230937	262586
11,00	268750	272050	304280
11,50	290587	294037	326705
12,00	313300	316900	349880

Весь подсчет объемов земляных работ удобно вести в табличной форме (табл. 12).

Т а б л и ц а 12

Веломость объемов земляных работ по главному пути по варианту.....

Средняя рабочая отметка, м	Протяжение эле-мента, км	Объем работ, м ³				
		насыпь		выемка		
насыпь	выемка	на 1 км	на эле-мент	на 1 км	на эле-мент	
1	2	3	4	5	6	7

Величина $Q_{гп}$ представляет собой сумму итогов столбцов 5 и 7 табл. 12.

Профильный объем земляных работ по стационным путям (кроме главного) вычисляется по формуле

$$Q_{стп} = 5,3 \cdot n_{стп} \cdot h_i \cdot L_i, \quad (9)$$

где $n_{стп}$ — число стационных путей, кроме главного;

h_i — средняя рабочая отметка i -го массива, м;

L_i — длина i -го массива, км.

В формуле (8) для расчета $K_{зр}$ коэффициент 1,1 учитывает дополнительные земляные работы (укрепительные, по устройству водопроводов и т.п.).

Стоимость строительства малых водопропускных сооружений в зависимости от их типа, отверстия и высоты насыпи принимается по данным прил. 2.

Стоимость устройств, пропорциональная длине линии, в основном складывается из стоимости верхнего строения пути, устройств СЩБ и связи, путевых зданий, принадлежностей пути и устройств снеговой защиты. При электрической тяге дополнительно учитывается стоимость контактной сети и тяговых подстанций.

Стоимость 1 км верхнего строения пути, тыс. руб., может быть принята при звеньевом пути по табл. 13.

Стоимость 1 км верхнего строения пути, тыс. руб.

Т а б л и ц а 13

Тип рельсов	Число шпал, шт./км	Пути	
		главные	стационные
Р50	1840	79,3	88,3
	2000	84,7	—
Р65	1840	86,1	100,3
	2000	91,3	—

При этом тип рельсов принимается в зависимости от категории норм проектирования линии: I — Р75 и Р65, II — Р65, III — Р75, Р65 (старогодные) и Р65 (новые)
Стоимость всех прочих устройств, пропорциональная длине линии, приведена в табл. 14.

Т а б л и ц а 14

Стоимость прочих устройств, тыс. руб./км

Вид тяги и род устройств блокировки	Стоимость
Тепловозная тяга:	
автоматическая блокировка	41,7
диспетчерская централизация	44,2
Электрическая тяга:	
автоматическая блокировка	45,0
диспетчерская централизация	56,8

Стоимость строительства развяздов принимается по данным табл. 15.

Т а б л и ц а 15

Стоимость строительства развязда, тыс. руб.

Полезная длина приемо-отправочных путей, м	Тип рельсов			
	Р65		Р50	
	Вид тяги		Вид тяги	
	тепловоз	электровоз	тепловоз	электровоз
850	339	415/422	365	393/400
1050	368	458/465	342	431/438

Примечание. В числителе — переменный ток, в знаменателе — постоянный ток.

Покилометровая стоимость устройств энергетического хозяйства может быть принята на электрифицированной железной дороге для переменного тока 101 тыс. руб./км, для постоянного тока — 109 тыс. руб./км, а при тепловозной тяге — 28,2 тыс. руб./км.

Эксплуатационные расходы при разработке курсового проекта определяются по укрупненным измерителям и складываются из расходов по передвижению поездов и расходов по содержанию постоянных устройств.

Эксплуатационные расходы по передвижению поездов вычисляются по формуле

$$\Sigma_{\text{дв}} = 365 \cdot \varepsilon_{\text{дв}} \cdot n_{\text{пр}}^2 \quad (10)$$

где $\varepsilon_{\text{дв}}$ — стоимость пробега одного поезда по участку в оба направления, зависящая от локомотива, массы состава и длины участка, руб./поезд.

В прил. 3 приведены стоимости пробега 1 км грузовым поездом в зависимости от уклона, позволяющие определить стоимость пробега поезда по участку с учетом массы поезда, зависящей от типа локомотива и величины руководящего уклона, на основе запроектированного продольного профиля. Соответствующие расчеты целесообразно свести в таблицу по типу табл. 16.

Т а б л и ц а 16

Ведомость расчета стоимости пробега грузового поезда по участку в оба направления

№ элемент	Уклон элемента		Длина элемента /, км	Стоимость пробега, руб.			
	$i, \%$	$i'_{\text{зав}}$		$i_{\text{пр}}$	туда		обратно
Мен-тов	i_d	$i'_{\text{зав}}$	$i_{\text{пр}}$	на 1 км	на элемент	на 1 км	на элемент
1							
2							
...							

Общий итог этой таблицы дает стоимость пробега 1 поезда в оба направления.

$n_{\text{пр}}$ — приведенное число грузовых поездов в сутки

$$n_{\text{пр}} = n_{\text{пр}} + n_{\text{пас}}^2 \quad (11)$$

$$n_{\text{пр}} = \Gamma \cdot 10^6 / (365 \cdot \gamma), \quad (12)$$

где $n_{\text{пр}}$ — число грузовых поездов в сутки в грузовом направлении на расчетный год (определяется по заданию на 10-й год эксплуатации);

$n_{\text{пас}}$ — число пассажирских поездов в сутки в том же направлении на тот же год;

η — коэффициент, определяемый в зависимости от соотношения массы брутто пассажирского и грузового поездов (табл. 17). Масса пассажирского поезда принимается стандартной — $P + Q = 1000$ т.

Т а б л и ц а 17

Величина коэффициента η							
$\frac{(P+Q)_{\text{пас}}}{(P+Q)_{\text{гр}}}$	0,20	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80
η	0,40	0,48	0,56	0,64	0,72	0,80	0,88

Коэффициент неравномерности принимается равным 1,10. Расходы по содержанию постоянных устройств, руб./год, определяются по формуле

$$\Sigma_{\text{пв}} = aL + bN_{\text{р}}^2 \quad (13)$$

где L — длина проектируемого участка железной дороги, км;

$N_{\text{р}}$ — число раздельных пунктов.

Коэффициенты a и b принимаются по табл. 18.

Т а б л и ц а 18

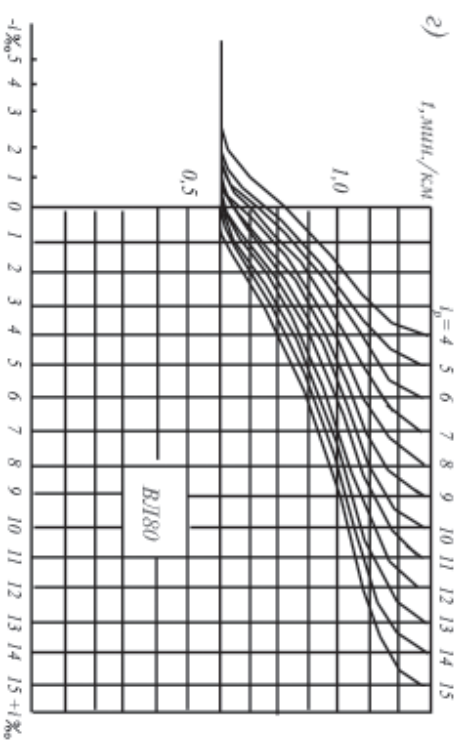
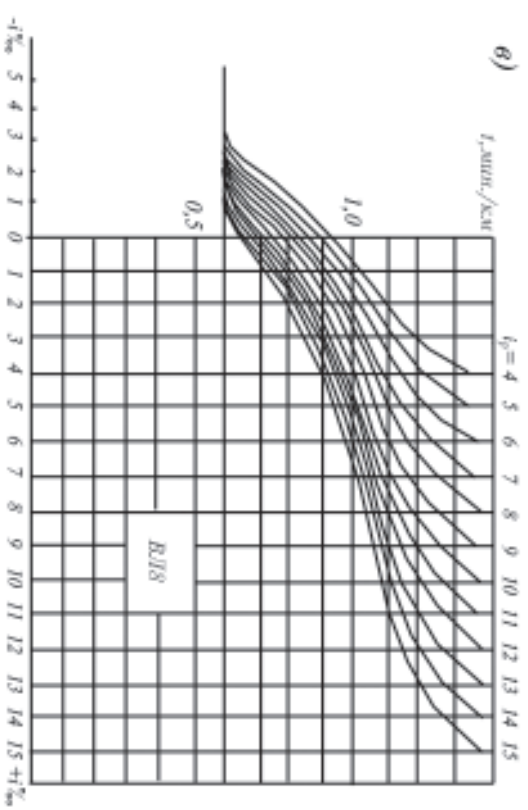
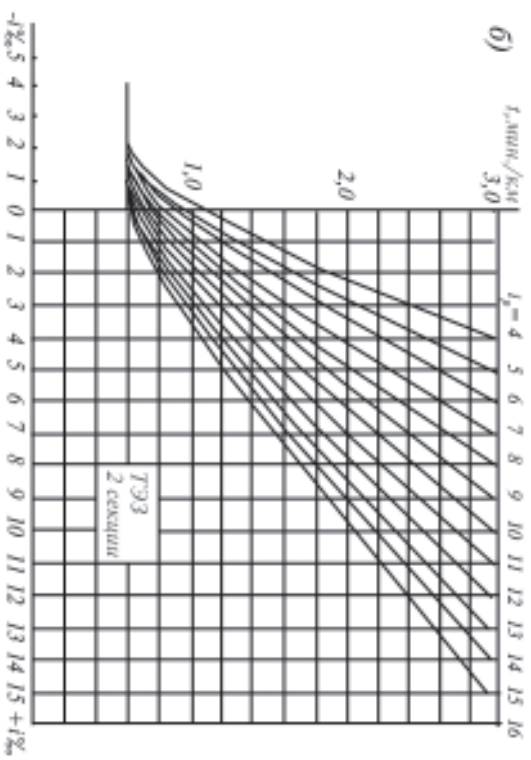
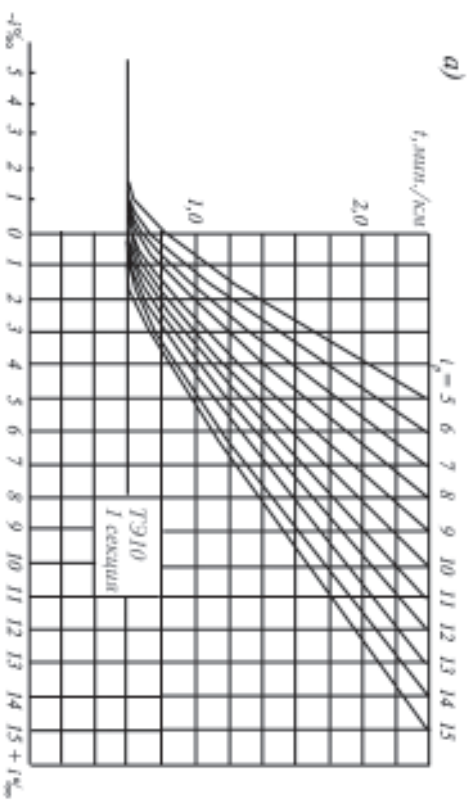
Род тяги	Коэффициенты для расчета расходов по содержанию постоянных устройств, тыс. руб.	
	a^*	b^{**}
Электрическая при переменном токе	11,3	79,9
	11,5	23,4
Электрическая при постоянном токе	12,9	80,1
	13,1	23,6
Тепловозная тяга	7,4	78,4
	7,6	21,8

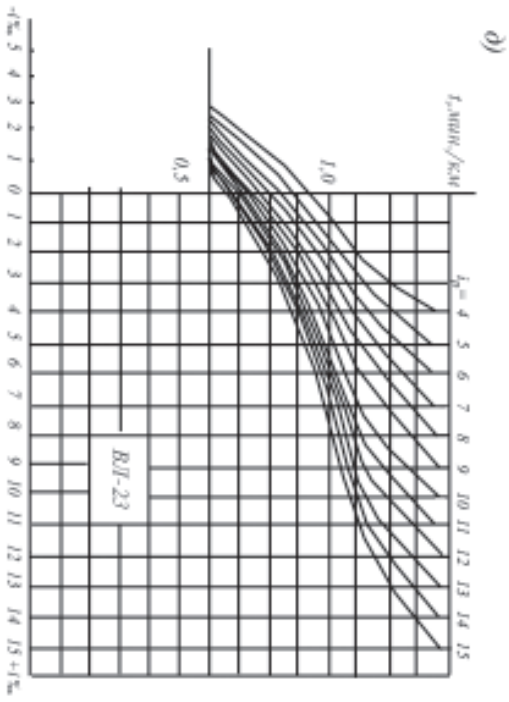
* Числитель — автоблокировка, знаменатель — диспетчерская централизация

** Числитель — управление стрелками вручную, знаменатель — диспетчерская централизация

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Графики покилометровых времен хода





ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Графики для определения объема стока, гидравлических характеристик и стоимостных показателей водопропускных сооружений

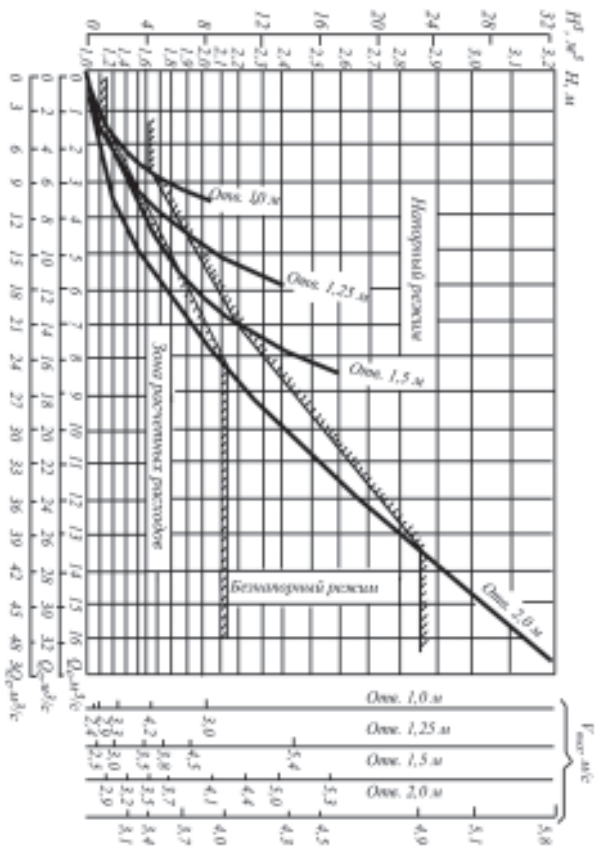


График водопропускной способности прямоугольных железобетонных труб отверстием 1,0—4,0 м

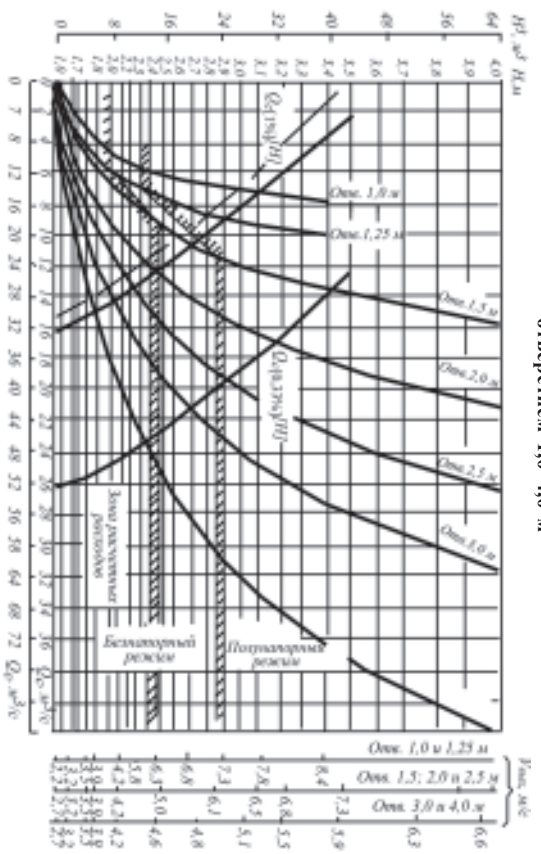
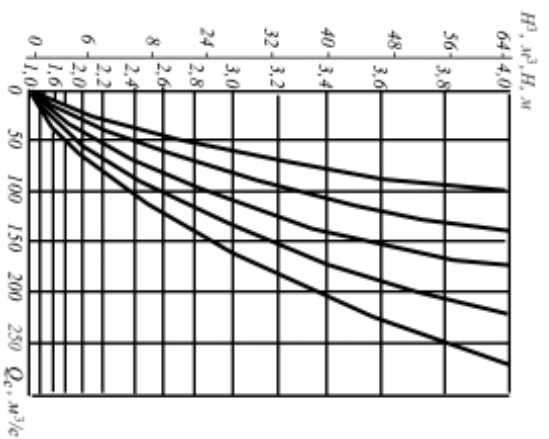
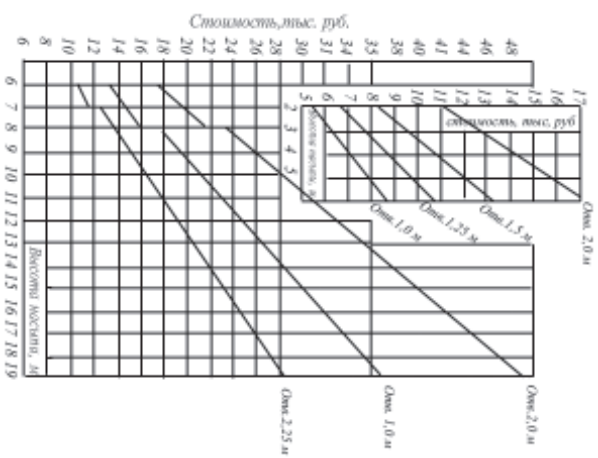


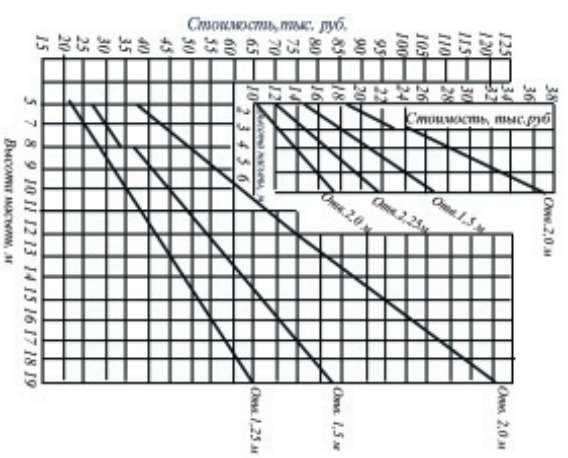
График водопропускной способности железобетонных мостов с обсыпными устроими:

1- $b_0 = 8$ м, 2- $b_0 = 10$ м, 3- $b_0 = 14$ м, 4- $b_0 = 18$ м, 5- $b_0 = 22$ м.

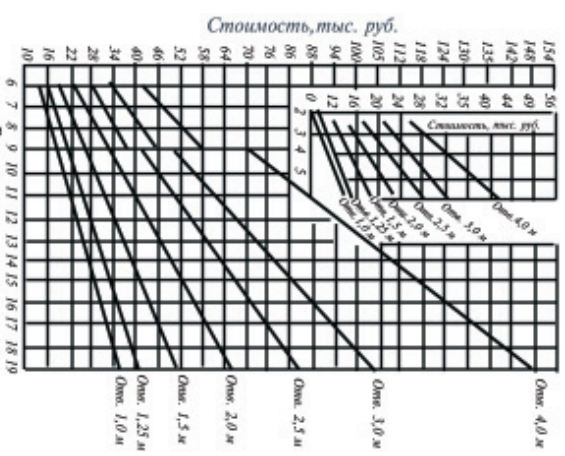




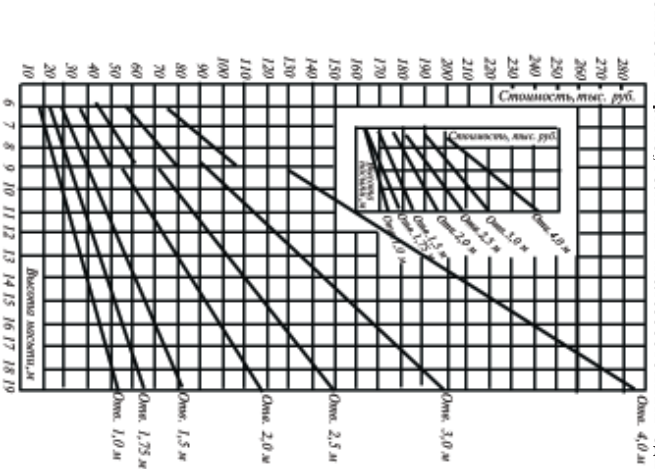
Строительная стоимость круглых железобетонных одночamberных труб



Строительная стоимость круглых железобетонных двухчamberных труб



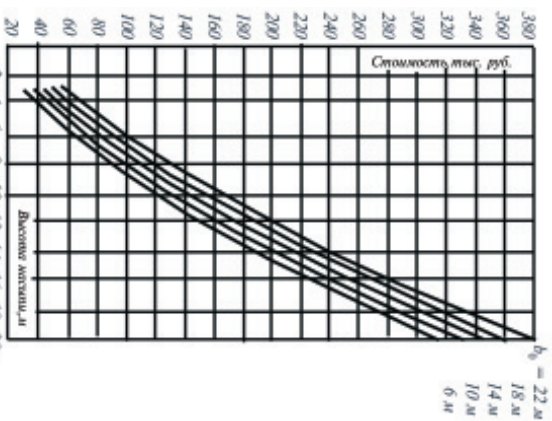
Строительная стоимость прямоугольных железобетонных одночamberных труб



Строительная стоимость прямоугольных железобетонных двухчamberных труб

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Стоимость пробегв 1 км поездом в зависимости от уклона, руб.



Строительная стоимость железобетонных мостов с массивными опорами и обсыльными устоями

Уклон, %	Масса состава, т											
	3000	4000	5000	6000	7000	8000	3000	4000	5000	6000	7000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
14	5,98											
13	5,59											
12	5,24											
11	4,90											
10	4,58	6,01										
9	4,27	5,53										
8	3,97	5,09	6,32									
7	3,67	4,67	5,74	6,90								
6	3,38	4,29	5,21	6,20								
5	3,10	3,91	4,72	5,55	6,44	7,38	3,02	3,85	4,70	5,56		
4	2,84	3,54	4,26	4,97	5,71	6,46	2,73	3,46	4,19	4,94	5,70	
3	2,61	3,21	3,82	4,44	5,06	5,68	2,46	3,08	3,71	4,35	4,99	
2	2,40	2,91	3,42	3,94	4,46	4,98	2,23	2,74	3,26	3,79	4,33	
1	2,23	2,66	3,09	3,52	3,94	4,37	2,02	2,46	2,88	3,30	3,73	
0	1,73	2,48	2,84	3,56	3,20	3,91	1,81	2,21	2,58	2,94	3,28	
-1	1,45	1,81	2,18	2,54	3,30	3,61	1,40	1,98	2,31	2,64	2,95	
-2	1,18	1,45	1,73	2,01	2,28	2,56	1,14	1,41	1,69	1,97	2,24	
-3	1,11	1,39	1,67	1,95	2,23	2,51	1,09	1,37	1,65	1,93	2,21	
-4	1,19	1,50	1,80	2,10	2,41	2,71	1,17	1,47	1,78	2,08	2,38	
-5	1,27	1,60	1,93	2,25	2,58	2,91	1,25	1,58	1,91	2,23		
-6	1,35	1,70	2,06	2,41			1,33	1,68	2,03			
-7	1,43	1,81	2,18	2,56			1,41	1,79				
-8	1,51	1,91	2,31				1,49	1,89				
-9	1,59	2,02					1,57					
-10	1,67	2,12					1,65					
-11	1,75						1,73					
-12	1,83											
-13	1,91											
-14	1,99											
15	3,15											
14	3,01						4,36					
13	2,86						4,15					
12	2,72						3,94					
11	2,58						3,73					
10	2,45	3,38					3,53	4,55				
9	2,31	3,19					3,32	4,27				
8	2,18	2,99					3,11	4,00	4,86			
7	2,04	2,80	3,59				2,91	3,73	4,54			
6	1,90	2,60	3,33				2,72	3,46	4,21	4,96		
5	1,76	2,42	3,07	3,74			2,53	3,21	3,88	4,56	5,24	
4	1,62	2,23	2,84	3,43			2,36	2,96	3,56	4,18	4,78	
3	1,49	2,04	2,60	3,13			2,19	2,72	3,26	3,81	4,35	
2	1,38	1,85	2,35	2,84			2,23	2,74	3,26	3,79	4,33	
1	1,23	1,69	2,12	2,55			2,02	2,46	2,88	3,30	3,73	
0	1,08	1,47	1,88	2,30			1,81	2,21	2,58	2,94	3,28	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
-1	0,93	1,25	1,60	1,94			1,40	1,98	2,31	2,64	2,95
-2	0,78	1,04	1,31	1,58			1,14	1,41	1,69	1,97	2,24
-3	0,76	1,02	1,30	1,58			1,09	1,37	1,65	1,93	2,21
-4	0,81	1,10	1,40	1,70			1,17	1,47	1,78	2,08	2,38
-5	0,86	1,17	1,49	1,82			1,25	1,58	1,91	2,23	
-6	0,91	1,24	1,59				1,33	1,68	2,03		
-7	0,96	1,32	1,69				1,41	1,79			
-8	1,02	1,39					1,49	1,89			
-9	1,07	1,47					1,57				
-10	1,12	1,54					1,65				
-11	1,17						1,71				
-12	1,23						1,79				
-13	1,28						1,86				
-14	1,33						1,94				
-15	1,38										
14	3,03										
13	2,86						4,21				
12	2,71						3,97				
11	2,63		В.1.23				3,75		В.1.8		
10	2,47						3,58				
9	2,32	3,26					3,35	4,28			
8	2,17	3,03					3,14	4,00			
7	2,02	2,88					2,93	3,75	4,54		
6	1,89	2,66	3,37				2,71	3,47	4,20	4,95	
5	1,74	2,44	3,16	3,79			2,51	3,20	3,89	4,53	
4	1,61	2,24	2,87	3,45			2,31	2,93	3,55	4,17	
3	1,46	2,03	2,59	3,15			2,11	2,66	3,22	3,77	
2	1,33	1,84	2,33	2,82			1,91	2,42	2,90	3,38	
1	1,22	1,65	2,08	2,50			1,73	2,17	2,60	3,01	
0	1,12	1,49	1,85	2,22			1,58	1,95	2,31	2,68	
-1	0,89	1,23	1,58	1,92			1,27	1,79	2,10	2,42	
-2	0,74	1,02	1,29	1,56			1,05	1,32	1,59	1,87	
-3	0,72	1,00	1,28	1,56			1,02	1,30	1,58	1,85	
-4	0,77	1,08	1,38	1,68			1,10	1,40	1,70	2,00	
-5	0,82	1,15	1,48	1,81			1,17	1,50	1,83	2,15	
-6	0,87	1,23	1,58				1,25	1,60	1,95	2,30	
-7	0,93	1,30					1,33	1,70	2,07		
-8	0,98	1,38					1,40	1,80			
-9	1,03	1,46					1,48	1,90			
-10	1,08						1,55				
-11	1,14						1,63				
-12	1,19						1,71				
-13	1,24						1,78				
-14	1,29										

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Изыскания и проектирование железных дорог: Учебник для ВУЗов железнодорожного транспорта / И.В. Турбин, А.В. Гавриленков, И.И. Кантор и др.; Под ред. И.В. Турбина. — М.: Транспорт, 1989.
 2. Программа дисциплины «Изыскания и проектирование железных дорог» для высших учебных заведений по специальности 290900 «Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство». — М.: ВЗИИТ, 1989.
 3. Инструкция по расчету стока с малых бассейнов. ВСН 63-76. — М.: Минтрансстрой, 1976.
 4. Строительные нормы и правила. Железные дороги колеи 1520 мм. СНиП 32-01-95. — М.: Минстрой России, 1995.
- Дополнительная**
1. Изыскания и проектирование железных дорог. Методические указания к изучению дисциплины (вопросы и задачи) для студентов 5 и 6 курсов специальности «Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство». — М.: ВЗИИТ, 1989.
 2. Копыленко В.А. Гидравлические характеристики малых водопропускных сооружений. — М.: МИИТ, 1985.
 3. Космин В.В. Сравнение вариантов проектных решений: Уч. пос. — М.: РГОТУПС, 1995.
 4. Ганьшин В.Н., Хренов Д.С. Таблицы для разработки круговых и переходных кривых. — М.: Недра, 1985.
 5. Турбин И.В. Практические расчеты при проектировании трассы железных дорог. — М.: Транспорт, 1987.

ИЗЫСКАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Задание на курсовой проект
с методическими указаниями

Редактор *Г.В. Тимченко*
Компьютерная верстка *Н.Ф. Цыганова*

Тип. зак.	Изд. зак. 218	Тираж 2 000 экз.
Подписано в печать 18.03.05	Гарнитура Times.	Офсет
Усл. печ. л. 2,25		Формат 60×90 ^{1/16}

Издательский центр РГОТУПС,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2

Участок оперативной печати РГОТУПС,
125993, Москва, Часовая ул., 22/2