МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА (МИИТ)»
(РУТ (МИИТ)

Одобрено кафедрой
«ТРАНСПОРТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО»

Протокол №___ от_____ 201___г.
Автор: _____

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ С МЕТОДИЧЕСКИМИ УКАЗАНИЯМИ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Изыскания и проектирование железных дорог

Уровень ВО: *Специалитет*

Форма обучения: Заочная

Курс: *4*

Специальность/Направление: *23.05.06 Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей (СЖс)*

Специализация/Профиль/Магистерская программа: *Все специализации*

Москва

ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ №1

Тема «Проект участка новой однопутной железнодорожной линии»

1.СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

В составе курсового проекта должны быть решены следующие вопросы:

1.1.Анализ рельефа местности и ситуаций в районе трассирования по заданному листу карты с учетом указаний на ней начального и конечного пункта проектирования участка железнодорожной линии.

1.2.Определение исходных данных, категории норм проектирования из нормативных и руководящих документов для заданных условий проектируемой линии.

1.3.Выявление возможных направлений проектируемой железной дороги
(с различными руководящими уклонами) на основе укладки на карте магистральных ходов.

1.4. Трассирование вариантов трасс железнодорожных линий, между заданными начальными и конечными пунктами расчет элементов плана трассы, проектированием вариантов продольного профиля, поперечных профилей а также переездов и путепроводов.

1.5. Расчет массы состава и длины поезда.

1.6. Проектирование, расчет и размещением раздельных пунктов для обеспечения заданной пропускной способности.

1.7 Проектирование, расчет стока и размещение малых водопропускных сооружений по вариантам трасс.

1.8. Определение объемов работ (земляных, по искусственным сооружениям, по устройствам пропорциональным длине линии, и т. д.).

1.9. Расчет строительной стоимости и эксплуатационных расходов.

1.10. Сравнение вариантов трассы и выбор оптимального технического решения.

В итоге должна быть составлена пояснительная записка с необходимыми чертежами, графиками и таблицами.

На обложке пояснительной записки указываются наименование высшего учебного заведения, кафедры, дисциплины, номер курсового проекта, фамилия и инициалы студента и его учебный шифр.

2.СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Содержание пояснительной записки курсового проекта должно включать:

2.1. Введение.

2.2. Описание района проектирования.

2.3. Выявление возможных направлений железной дороги и величины руководящих уклонов проектируемой линии, укладка вариантов магистрального хода для трассирования.

2.4.Описание выбранных вариантов трасс с составлением ведомостей планов линии, расчетом кривых и прямых, продольных и поперечных профилей..

2.5.Определение массы состава и длинны поезда.

2.6. Расчет стока от дождевого паводка и весеннего половодья во всех пониженных местах трассы, выбор типов, отверстий и размещение малых водопропускных сооружений.

2.7. Расчет объемов работ и технико- экономическое сравнение вариантов запроектированных участков трассы.

3. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

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

3.2. Линия проектируется шириной 1520 мм, однопутная, нормальной колеи. Расчетная пропускная способность задана при остановочном скрещивании поездов на раздельных пунктах.

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

4. ПЕРЕЧЕНЬ ДОКУМЕНТОВ ПОДЛЕЖАЩИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЮ

4.1. Пояснительная записка печатается в формате А4 , набрана в текстовом редакторе Microsoft Word в формате *.rtf шрифтом Times New Roman Cyr, размером 14 pt, через полтора интервала, возможен формат *.pm6 или *.pm65.

Текст пояснительной записки следует печатать соблюдая следующие размеры полей: правое — 10 мм, верхнее — 20 мм, левое и нижнее — 20 мм.

4.2. Таблицы основных технических характеристик и технико-экономических показателей вариантов, располагаются в пояснительной

записке непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые. Сверху над таблицей должен быть номер и название.

Таблица 1- Исходные данные для проектирования

Наименование	Вариант (последняя цифра учебного шифра студента)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Первая буква фамилии студента А-К										
Начальный и конечный пункт трассы	Задаются преподавателям на карте									
Расчетная пропускная способность , пар поездов в сутки	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Грузоподъемность 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 кол-ву, %										
4-х осных	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
6-и осных	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
Грузоподъемность вагонов, т:										
4-х осных	60	50	50	60	60	50	50	60	60	50
6-и осных	100	95	100	95	100	95	100	95	100	95
Тара вагонов, т										
4-х осных	24	18	22	24	24	18	22	24	24	18
6-и осных	43	32	43	32	43	32	43	32	43	32
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 пункт трассы	Задаются преподавателям на карте									
Расчетная пропускная способность , пар поездов в сутки	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Грузоподъемность на 10-й годэксплуатации, 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 кол-ву, %										
4-х осных	11	22	33	44	55	66	77	88	9	10
6-и осных	89	78	67	56	45	34	23	12	91	90
Грузоподъемность вагонов, т:										
4-х осных	60	50	60	50	60	50	60	50	60	50
6-и осных	100	95	95	100	100	95	95	100	100	95
Тара вагонов, т										
4-х осных	18	22	24	18	22	24	18	22	24	18
6-и 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

4.3. Карта с протрассированными вариантами, разбивкой километража и пикетов, расстановкой условных знаков раздельных пунктов и нанесением элементов кривых (НК, КК, радиусы),углов поворотов, а так же номеров и площади водосборов (бассейнов), местоположения мостов, малых водопропускных сооружений.

4.4. Схемы продольных профилей протрассированных вариантов на миллиметровой бумаге стандартного размера А4 по высоте и необходимой длины в зависимости от длины варианта трассы, с рамками и штампами.

Все чертежи выполняют карандашом, с соблюдением требований ЕСКДС, нумеруют последовательно в пределах раздела, сопровождаются содержательным пояснением.

5. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект рекомендуется выполнять в последовательности, указанной в задании (см.раздел 1 состав курсового проекта и пояснительной записки) и методических указаниях, излагаемых ниже.

5.1. ОПИСАНИЕ РАЙОНА ПРОЕКТИРОВАНИЯ УЧАСТКА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

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

При описании района проектирования студенту необходимо кратко ответить на следующие вопросы:

1.начало и конец трассы проектирования новой однопутной железнодорожной линии;

2.рельеф местности (высотные препятствия, их характер и расположение, отметки сёдел, расположение водоразделов, наличие попутных долин и др.), места благоприятные для укладки вариантов трасс и трудные участки местности;

2.степень развития и характер имеющихся дорог (с твердым покрытием, грунтовых и др.), которые могут быть использованы при строительстве железной дороги для подвоза строительных материалов и конструкций, для выдвижения строительных подразделений к объектам производства работ;

3. наличие и возможные места расположения дорожных и строительных материалов в районе проектирования;

4.наличие и характер различных естественных препятствий (рек, ручьев, заболоченных участков и т.п.), их влияние на выбор направления проектируемой линии и объёмы строительных работ.

5.2.ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ, КАТЕГОРИИ НОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИЗ НОРМАТИВНЫХ И РУКОВОДЯЩИХ ДОКУМЕНТОВ ДЛЯ ЗАДАННЫХ УСЛОВИЙ ПРОЕКТИРУЕМОЙ ЛИНИИ

Исходные данные для проектирования требуемой новой однопутной железнодорожной линии принимается на основе задания. Для студентов, исходные данные для проекта, принимаются в соответствии с фамилией и учебным шифром, по таблице 1.

Прежде чем приступить к выбору направлений и трассированию, определяют категорию норм проектирования и делают выписку соответствующих норм проектирования в таблицы из нормативных и руководящих документов[3,6].

При выборе норм проектирования следует учитывать предстоящие на проектируемой железной дороге перевозки, на основе которых определяют категорию норм проектирования. Таких категорий по СНиП 32.05-95 предусмотрено несколько. Помимо выделенных в отдельную категорию особогрузнапряженных магистралей (грузонапряженностью нетто свыше 50 млн. ткм/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), таблица 2.

Таблица 2- Категории норм проектирования

Категория железнодорожных линий	Назначение железных дорог	Расчетная годовая приведенная грузонапряженность нетто в грузовом направлении на 10 год эксплуатации, млн.ткм/км
Особогрузо-напряженные	Железнодорожные магистральные линии для большого объема грузовых перевозок	Свыше 50
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

Нормы руководящих уклонов приведены в таблице 3. Уклоны, круче руководящего, преодолеваемые с использованием дополнительных локомотивов (уклоны усиленной тяги) принимаются по СНиП 32-01-95 или по таблице 4.

Таблица 3-Нормы руководящих уклонов

Категория железнодорожных линий	Назначение железных дорог	Нормы руководящих уклонов, ‰
Особогрузо-напряженные	Железнодорожные магистральные линии для большого объема грузовых перевозок	9 и менее
I	Железнодорожные магистральные линии	12 и менее
II	То же	15 и менее
III	То же	20 и менее
IV	Железнодорожные линии	30 и менее, а в особо трудных условиях до 40

Таблица 4- Нормы уклонов усиленной тяги

Руководящий уклон, ‰	Наибольшие уклоны, ‰, при усиленной тяге		Руководящий уклон, ‰	Наибольшие уклоны, ‰, при усиленной тяге	
	двойной	тройной		двойной	тройной
2	5	8	12	24	345
3	7	11	13	25,5	37
4	9	14	14	27,5	39,5
5	11	16,5	15	29	40
6	13	19	16	31	-
7	14,5	22	17	32,5	-
8	16,5	24,5	18	34,5	-
9	18,5	27	19	36	-
10	20	29,5	20	37,5	-
11	22	32	21	39,5	-

Кривые участки пути в плане следует проектировать возможно большими радиусами в соответствии со значениями таблицы 5.

Смежные элементы продольного профиля следует сопрягаются в вертикальной плоскости кривыми радиусом $R_в$, км: **на скоростных линиях-20 км; на линиях I-II категориях-15 км; на линиях особогрузонапряженных и линиях III категории –10 км; на железных дорогах IV категории - 10 км.**

Таблица 5- Нормативные значения радиусов кривых в плане

Категория железнодорожных линий	Радиусы кривых в плане, м			
	рекомендуемые	допускаемые		
		в трудных условиях	в особо трудных условиях	по согласованию с МПС
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 пути	2000-600	500	200	200
IV-соединительные пути	2000-350	250	200	200

Нормы длин элементов продольного профиля принимаются в зависимости от категории проектируемой дороги по таблице 6. Прямые вставки между смежными кривыми должны быть не менее установленной длины [3], определяемой по таблице 6.

Таблица 6- Нормы длин элементов продольного профиля

Категория норм проектирования	Полезная длина приемо – отправочных путей, м			
	850	1050	1700	2100
Рекомендуемые				
особогрузонапряженные	200	250	250	400
I	200	250	250	300
II	200	250	250	300
III	200	200	250	25-
IV	200	200	250	-
Допускаемые				
особогрузонапряженные	-	200	250	300
I	200	250	250	300
II	200	200	250	250
III	200	200	250	250
IV	200	200	250	-

Нормы наибольших алгебраических разностей уклонов смежных элементов продольного профиля принимаются в зависимости от категории проектируемой дороги и полезной длины приемо – отправочных путей приведены в таблице 7.

Таблица 7-Нормы наибольших алгебраических разностей уклонов смежных элементов продольного профиля, ‰

Категория норм проектирования	Полезная длина приемо – отправочных путей, м			
	850	1050	1700	2100
Рекомендуемые				
особогрузонапряженные	-	3	3	3
I	5	4	3	3
II	8	7	4	3
III	13	7	7	4
IV	13	8	8	-
Допускаемые				
особогрузонапряженные	-	10	5	4
I	13	10	5	4
II	13	10	6	4
III	13	10	8	6
IV	20	10	10	-

Значения допустимой высоты насыпи над расчетной высотой снежного покрова при проектировании проектной линии продольного профиля принимается по таблице 8.

Таблица 8-Допустимая высота насыпи над расчетной высотой снежного покрова

Тип местности и направление преобладающего снегопереноса	Высота насыпи над расчетным уровнем снежного покрова, м при числе главных путей	
	1	2
Равнина, наветренные склоны косогоров, водоразделы при незначительном отклонении (до 30^0) направления преобладающих метелей от нормали к оси пути	0,50	0,75
Понижение, подветренные склоны косогоров при значительном отклонении ($45\text{-}60^0$) направления преобладающих метелей от нормали к оси пути	0,60	0,90

Началом продольного профиля является ось раздельного пункта А, которая принимается посредине станционной площадки[3], полная длина которой определяется по данным таблицы 9.

Таблица 9-Минимальная длина площадок разъездов при полезной длине приемо – отправочных путей 1050 м

Категория норм проектирования	Схема разъездов	Минимальная длина площадок, м
На разъездах		
Особогрузонапряженные, I, II и III	Продольное	2450
То же	Полупродольное	1800
-"-	Поперечное	1450
IV	-"-	1300
На промежуточных станциях		
Особогрузонапряженные, I, II и III	Продольное	2900
То же	Полупродольное	2200
-"-	Поперечное	1650
IV	-"-	1450
На обгонных пунктах		
Особогрузонапряженные, I, II и III	Продольное	2600
То же	Полупродольное	1900
-"-	Поперечное	1500
На участковых станциях		
Особогрузонапряженные, I, II и III	Продольное	4000
То же	Полупродольное	2850
-"-	Поперечное	2400
IV	-"-	2000

Примечание: при другой длине приёмо – отправочных путей длина площадки раздельного пункта соответственно увеличивается (уменьшается): при поперечном и полупродольном схемах разъездов – на разность полезных длин, а при продольной схеме – на удвоенную разность длин.

5.3.ВЫЯВЛЕНИЕ ВОЗМОЖНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ПРОЕКТИРУЕМОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Для выявления возможных направлений проектируемой железной дороги необходимо детально изучить карту, чтобы получить ясное представление о рельефе местности.

С целью лучшей ориентировки рекомендуется предварительно обработать карту: нанести отсутствующие отметки господствующих точек, характерных горизонталей, возвышенностей, отметок сёдел, отметок у водомерных постов (урезов воды). Линии основных водоразделов рекомендуется наметить 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 намечены возможные воздушно-ломаные направления по предварительно намеченным фиксированным точкам между конечными пунктам проектируемой линии.

Прокладку трассы следует начинать с участков напряженного хода, от фиксированных точек, расположенных на наиболее высоких отметках, в направлении на спуск, за исключением участков, пересекающих большие водотоки.

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

Положение каждого угла поворота должно быть обосновано: на напряженных ходах – необходимостью искусственного развития линии, а на вольных ходах – обходом плановых и высотных препятствий.

Рассматриваемые варианты направлений в обоих конечных пунктах должны совпадать как по направлению в плане, так и по проектной отметке в продольном профиле.

Различные направления, проходящие через опорные и фиксированные точки, характеризуют принципиально возможные направления воздушной трассы проектируемой железной дороги. Для каждого из них необходимо установить возможные значения руководящих уклонов и определить наиболее характерные показатели.

Выбор величины руководящего уклона выполняется по продольному профилю местности для каждого варианта (магистрального хода) на основе среднего уклона местности, определенного по формуле

$$i_{ср} = \sum il / \sum l, \qquad (1)$$

где i-уклон участка местности длиной *l*.

Для уточнения направления магистральных ходов на участках напряженного хода может потребоваться наколка "линии нулевых работ" с помощью раствора циркуля в сантиметрах, равного

$$l_{ц} = \frac{10^5 \cdot \Delta h}{i_р - i_{эк}} m = \frac{10^5 \cdot \Delta h}{i_{тр}} m, \qquad (2)$$

где Δh—превышение между смежными горизонталями (сечение рельефа горизонталями), м; $i_р$ - принятый руководящий уклон, ‰; $i_{эк}$- ориентировочное значение эквивалентного уклона от кривой (0,5 - 1,0 ‰); $i_{тр}$- уклон трассирования, ‰; m- масштаб карты в горизонталях, например, 1:25000.

Приняв раствор циркуля, равным вычисленному, и последовательно откладывая между горизонталями отрезки, равные этому раствору, получают "линию нулевых работ", проложенную заданным уклоном.

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.

Рассматриваемые варианты трасс в обоих конечных пунктах, должны совпадать, как по направлению в плане, так и по проектной отметке в продольном профиле.

5.4.ТРАССИРОВАНИЕ ВАРИАНТОВ ТРАСС ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЛИНИЙ

В курсовом проекте начальным пунктом является раздельный пункт А. Трассирование целесообразно начинать с варианта, имеющего более крутой руководящий уклон. Укладку линии в плане следует вести от начального пункта.

При трассировании каждого варианта можно рекомендовать следующий порядок выполнения отдельных попыток:

1) на выбранном направлении проектируемой железной дороги между заданной станцией А, фиксированными точками и заданным направлением Б уточнить с помощью "нулевых работ" положение участков напряженного и вольного ходов;

2)по выбранному направлению участками длиной 3-4 км укладывать трассу в плане и тотчас же проектировать продольный профиль во избежание бросовых работ при неудачном положении плана или профиля.

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.

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

Ориентируясь на положение "линии нулевых работ", последовательно, участками по 3 ... 4 км, намечают положение плана трассы, удовлетворяющее требованиям СНиП в отношении прямых и кривых (прямые должны быть максимальной длины, кривые - стандартных радиусов, величины которых должны быть не менее рекомендуемых для данной категории норм проектирования[3,6].

При укладке трассы в плане небольшими участками одновременно следует составлять схематический продольный профиль с нанесением положения проектной линии. Расположение и размеры граф, условные обозначения, порядок написания цифр на продольном профиле такого вида должны отвечать приведенным на рис. 1. Масштабы: горизонтальный - в масштабе карты, вертикальный - 1:1000 (1 мм соответствует 1 м).

Продольный профиль в выемках следует проектировать в обычных грунтах уклонами не менее 2‰, чтобы обеспечить продольный водоотвод. Если удачное положение проектной линии продольного профиля отыскать не удается, изменяют положение трассы в плане, смещая ее в нужном направлении с учетом рельефа местности.

Разделительные площадки, расположенные в выемках длиной 400 м и более, следует заменять двумя элементами крутизной не менее 2 ‰ со спусками в сторону концов выемки и длиной элемента не менее 200 м.

Смежные элементы продольного профиля следует сопрягаются в вертикальной плоскости кривыми радиусом $R_в$, км: **на скоростных линиях-20 км; на линиях I-II категориях-15 км; на линиях особогрузонапряженных и линиях III категории –10 км; на железных дорогах IV категории - 10 км.**

При алгебраической разности уклонов смежных элементов менее 2,0‰, при $R_в$=20 км; 2,3‰ при $R_в$=15 км; 2,8‰ при $R_в$=10 км; 4,0‰ при $R_в$=5 км; и 5,2‰ при $R_в$=3 км **вертикальные кривые не предусматриваются.**

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

По каждому варианту руководящего уклона прежде всего анализируют правильность его назначения.

Станционные площадки должны располагаться на прямых участках пути, длина которых определяется в зависимости от принятой полезной длины приемо – отправочных путей.

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) [3].

Смягчение руководящего уклона производится при совпадении его с кривой.

Действительный уклон $i_д$‰ при смягчении $i_р$ определяется по формуле:

$$i_l = i_p - i_{эк}, \qquad (3)$$

где $i_{эк}$ - уклон, эквивалентный дополнительному сопротивлению от кривой.

Результаты укладки основных характеристик вариантов магистральных ходов сводятся в таблицу 10.

Таблица 10-Основные характеристики вариантов магистрального хода

Наименование показателя	Единица измерения	Варианты	
		I	II
Длина трассы по варианту	км		
Протяженность кривых участков	км		
Протяженность прямых участков	км		
Сумма преодолеваемых высот:	км		
туда	км		
обратно	км		
Длина напряженного хода	км		
Длина вольного хода	км		
Величина руководящего уклона	‰		
Число больших мостов	ед.		
Число/длина тоннелей	ед./м		
Протяженность геологически неблагоприятных мест	км		

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

$L_{min} = 0{,}5L_{пер} + 7{,}5\Delta i$ (для дорог I и II категорий);

$L_{min} = 0{,}5L_{пер} + 5\Delta i$ (для дорог III категории);

$L_{min} = 0{,}5L_{пер} + 2{,}5\Delta i$ (для дорог IV категории),

где Δi - алгебраическая разность смежных уклонов, ‰.

Основным показателем оценки варианта трассы, проектируемой железной дороги, является ее длина в сравнении с кратчайшим расстоянием между установленными заданием пунктами. Кратчайшее расстояние между двумя пунктами, т.е. начало и окончание трассы - является ***геодезической линией.***

Отношение фактической длины одного из вариантов трассы (L_i) к длине геодезической линии (L_o) называется ***коэффициентом развития трассы:***

$$\lambda = L_i / L_o . \qquad (4)$$

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

Для определения тангенсов (Т) и длин кривых (К) используют формулы:

$$T = R \cdot tg\frac{\alpha}{2}, \qquad (5)$$

$$K = \frac{\pi R \alpha^{\circ}}{180^{\circ}} \qquad (6)$$

Данные о кривых заносятся в ведомость плана линии по форме таблица 11.

Таблица 11-Ведомость плана линий

№ элемента	Угол поворота, α°	Радиус кривых,м	Пикет и + ВУ	Тан-генс, м	НКК, пикет и +	Кри-вая, м	ККК, пикет и +	Длина пря-мой, м
1	—	—	—	—	—	—	—	1084
2	$11^{\circ}45'$	1500	12+38	154	10+84	307	13+91	—
3	—	—	—	—	—	—	—	809
4	$57^{\circ}08'$	1200	28+53	653	22+00	1196	33+96	—

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

НКК *пк* = ВУ *пк* - Т, (7)

ККК *пк* = НКК *пк* + К. (8)

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.

5.5.РАСЧЕТ МАССЫ СОСТАВА И ДЛИНЫ ПОЕЗДА

Расчет массы состава и длины поезда студенты изучают самостоятельно используя методики расчета тяговых характеристик[6] или с использованием автоматизированных программ MS DOS, Excel (Tjaga, Prof-1 и др.).

Расчетные характеристики грузовых локомотивов и длина подвижного состава при определении длины поезда, принимаются по приложению 1.

6.ПРОЕКТИРОВАНИЕ, РАСЧЕТ И РАЗМЕЩЕНИЕМ РАЗДЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАДАННОЙ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ

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, пары поездов по перегону определяется по выражению:

$$t_р = t_т + t_{об} = \frac{1440}{n_р} - \left(\tau_А + \tau_Б\right) - t_{раз}, \qquad (9)$$

где $t_т$ - время хода поезда в направлении "туда", мин; $t_{об}$ - то же в направлении обратно, мин; $n_р$ - расчетная пропускная способность, пар поездов в сутки; $\tau_А$, $\tau_Б$ - 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); $t_{раз}$ - время на разгон и замедление, мин, принимается в зависимости от вида тяги и массы состава, таблица 12.

Таблица 12- Время на разгон и замедление, $t_{раз}$.мин,

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

Время расчетного (фактического) движения по перегону определяется путем последовательного суммирования времени хода пары поездов по отдельным запроектированным элементам продольного профиля пути по методу установившихся скоростей:

$$t = \sum (t_i^{'} + t_i^{''}) \ell_i , \qquad (10)$$

где $t_i^{'}$ и $t_i^{''}$ - время хода , мин, на 1 км по элементу продольного профиля с уклоном i в четном и нечетном направлениях для поезда расчетной массы и принятом для размещения раздельных пунктов типе локомотива; ℓ_i – длина данного элемента продольного профиля.

Значения длины подвижного состава и расчетные характеристики грузовых локомотивов принимаются по таблицам 1, 2 приложения1.

Расчетное (фактическое) время хода поездов на 1 км пути (в одну сторону) при использовании способа равновесных скоростей следует определять по графикам, приведенным в приложении1.

Когда суммируемое время хода по элементам продольного профиля с учетом времени $t_{раз(зам)}$ на разгон и замедление одного из поездов достигнет расчетного , размещают ось раздельного пункта.

Размещение раздельного пункта в плане производится на прямолинейных участках пути. В трудных условиях, можно располагать на кривых радиусом не менее 2000 м –на скоростных линиях, 1500 м –на линиях I и II категорий и 1200 м на II , IV и особогрузонапряженных линиях.

В профиле, раздельные пункты располагают на площадках.

В отдельных случаях, при соответствующих обоснованиях, допускается располагать на уклонах не более 1,5‰, а в трудных условиях – не более 2,5 ‰.

Расчет суммарного фактического времени хода для размещения раздельных пунктов, удобно свести в таблицу по форме таблица 13.

Таблица 13-Ведомость расчета суммарного времени хода для размещения раздельных пунктов

№№ элементов	Уклон элемента i, ‰, туда/обратно			Длина элемента l,км	Расчетное время хода, мин.				
	$i_д$	$i_{экв}$	$i_{пр}$		туда		обратно		нарастающим итогом
					на 1 км	на элемент	на 1 км	на элемент	в оба направления
1									
2									
...									

7 .ПРОЕКТИРОВАНИЕ, РАСЧЕТ СТОКА И РАЗМЕЩЕНИЕ МАЛЫХ ВОДОПРОПУСКНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Расчет стока может быть выполнен по инструкции ВСН 63-76 или упрощенным методом, с помощью номограммы [6, 9,10,11,12,13] для стока от дождевого паводка и номограммы и стока от весеннего половодья.

Вероятность превышения расходов паводков и соответствующих им уровней воды на пике паводков следует принимать: для категорий линий III и выше -1:100 (1 %) - при расчетных паводках и 1:300 (0,33 %) при наибольших паводках; для линий IV категории – 1:50 (2 %) - при расчетных паводках и 1:100 (1 %) - при наибольших паводках, таблица 14.

Таблица 14- Значения вероятностей превышения принимаемых в расчетах

Железные дороги				Автомобильные дороги		
Сооружения	Категория дорог	Вероятность превышения максимальных расходов паводков, %		Сооружения	Категория дорог	Вероятность превышения максимальных расходов паводков, %
		расчетная	наибольшая			
Мосты, трубы	I и II (общей сети)	1	0,33	Малые мосты, трубы	I	1***
То же	III и IV (общей сети)	2	1*	То же	II,III,IIIп и городские улицы	2***
-«-	III и IV (подъездные)	2**	1			
-«-	Внутринние пути предприятий	2	-	-«-		3***

*При расчетах бровки земляного полотна, незатопляемых регуляционных сооружений и русел для железных дорог II категории вероятность превышения максимального расхода следует принимать 0,33%.
**Если по технологическим причинам предприятий перерыв в движении не допускается, вероятность превышения принимается 1%.
***В районах с малоразвитой сетью автомобильных дорог для сооружений, имеющих важное значение, при технико-экономическом обосновании вероятность превышения принимают 0,33% вместо 1% и 1% вместо 2%. В районах с развитой сетью автомобильных дорог превышения принимают 2% вместо 1% и 3% вместо 2%.

Для расчета стока от дождевого паводка необходимо определить по карте площадь каждого водосбора F, км², и уклон русла лога водосбора í, ‰, а также номер группы климатических районов и номер дождевого района, по карте, рисунок 1 (прилож.3), в зависимости от принимаемого условно в качестве района прохождения трассы географического пункта проживания студента и соответствующего этому пункту номера дождевого района, таблица 15.

Таблица 15- Значения групп климатических районов

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

Используя номограмму рисунок 2 (прилож.3) , на левом графике по оси абсцисс откладывают *í*, ‰, восстанавливают перпендикуляр до пересечения с кривой, соответствующей номеру группы климатических районов, и от этой точки пересечения -вправо параллельно оси абсцисс прямую до пересечения с границей графика (точка *а*). Аналогичное построение выполняют на левом графике, используя в качестве исходных данных F и номер дождевого района, и получают точку *б*.

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 % и песчаных и супесчаных грунтах. При других грунтах или другой вероятности превышения полученный расход уточняют с помощью корректирующего множителя, принимаемого по таблице 16.

Таблица 16-Корректирующий множитель

Вероятность превышения, %	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

Для расчета стока от весеннего половодья служит другая номограмма [1, рис. 7.22].

Исходными данными здесь являются заболоченность, озёрность, 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 дальнейших расчетов.

По полученным расходам воды подбирают отверстия водопропускных труб и малых мостов, используя графики доц. В. А. Копыленко [3] (прилож. 2). Методика использования этих графиков дана в [1, стр. 262-263]. При подборе водопропускных труб рекомендуется руководствоваться целесообразными их типами в зависимости от высоты насыпи: до 1,25 м - междушпальные лотки; до 2 м - круглые железобетонные трубы диаметром 1 м, 1,25 м и 1,5 м; от 2 до 3 м - круглые трубы диаметром 2 м и прямоугольные железобетонные отверстием до 2,5 м, а также бетонные 2×2 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 бесперебойности движения поездов, приведенным в [1, стр.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 или в случаях недостаточной высоты насыпи для укладки водопропускной трубы расчетного отверстия , а также при большей экономичности малого моста по сравнению с трубой.

В местах расположения малых водопропускных сооружений предусматривают достаточную для размещения таких сооружений (мостов и труб) высоту насыпи принимаемую по таблице 17, а так же толщину засыпки труб по таблице 18 .

Таблица 17-Минимальная высота насыпи для размещения труб

Тип трубы	Отверстия трубы, м								
	1,0	1,25	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
Круглые трубы									
Железобетонная	1,18/1,42	1,45/169	1,72/1,96	2,24/2,48	-	-	-	-	-
Металлическая – гофрир.	-	-	1,83/2,07	2,33/2,57	-	3,33/3,57	-	-	-
Прямоугольные трубы									
Железобетонная	2,19/2,43	2,21/2,45	2,73/2,97	2,75/2,99	2,78/3,02	2,87/3,11	2,88/3,12	-	-
Бетонная высотой-2 м	-	-	2,78/3,02	2,83/3,07	-	2,90/3,14	-	-	-
Бетонная высотой-3 м	-	-	-	3,81/4,05	-	3,90/4,14	3,96/4,2	4,04/4,28	4,11/4,35

Таблица 18-Толщина засыпки труб

Тип дорог	Толщина засыпки, м		
Общие линии I-IV категорий и подъездные пути	1,0	1,2	0,7
Внутренние пути предприятий	0,4	1,0	0,7

Результаты расчета стока и подбора водопропускных сооружений сводят в таблицу 19.

Таблица 19-Ведомость искусственных сооружений по варианту....

Местоположение, пк и +	Площадь, км^2	Уклон лога, ‰	Максрасход, м^3/с	Расч. расход, м^3/с	Высота насыпи, м	Тип ис.со-оружения.	Отверстие, м	Возм. расход, м^3/с	Допуск. высота насыпи, м	Стоимость, тыс. руб.

8.ТЕХНИКО – ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ ВАРИАНТОВ ТРАСС

Запроектированные варианты должны быть подвергнуты технико-экономическому сравнению по основным показателям. При этом следует отдавать предпочтение вариантам, в которых обеспечивается наиболее рациональная организация и комплексная механизация производства работ, меньшие сроки и стоимость их выполнения, использование местных материалов и типовых проектов.

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, 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., использовавшимся в прошлом. При этом следует строго следить за единой стоимостной базой и для строительной стоимости, 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 поправочных коэффициентов (индексных множителей).

8.1 Расчет строительных затрат вариантов

Строительная стоимость участка железнодорожной линии, руб., вычисляется по формуле (11):

$$К = К_{зр} + К_{ис} + а \cdot L + К_{пр,} \qquad (11)$$

где $К_{зр}$— стоимость земляных работ по варианту, руб ; $К_{ис}$—стоимость водопропускных сооружений, руб; а—покилометровая стоимость устройств, пропорциональная длине линии, руб./км; L—строительная длина варианта, км; b—строительная стоимость одного разъезда, руб; n—число разъездов, шт; $К_{пр}$—стоимость прочих устройств и сооружений, входящих в рассматриваемый вариант и отсутствующих в других вариантах, руб.

Стоимость земляных работ определяется по выражению (12):

$$K_{зр} = S(1{,}1 \cdot Q_{гп} + Q_{стп}), \qquad (12)$$

где S— средневзвешенная стоимость производства 1 $м^3$ профильного объема земляных работ, принимаемая в зависимости от категории трудности строительства и зависит от профильных объёмов земляных работ V на 1 км главного пути и категории норм проектирования, принимаемая по табл. 20 ; $Q_{гп}$—профильный объем земляных работ по главному пути, $м^3$;$Q_{стп}$— профильный объем земляных работ по станционным путям, $м^3$.

Таблица 20-Стоимость 1 м^3 профильного объема земляных работ

Категория норм проектирования			Категория строительства трудности Т	Стоимость разработки 1 м^3 профильного объема S,руб/м по ФЭР-2001
I	П	Ш		
Профильный объем земляных работ,V,тыс.м^3/км				
до 23	до 16	до 15	I	70,6
23-28	16-27	15-25	П	73,4
38-54	27-40	25-38	Ш	95,5
54-73	40-55	38-52	IV	98,3

Объемы земляных работ для сравнения вариантов определяют по средним рабочим отметкам, используя таблице 21.

Таблица 21-Покилометровый объем работ по главному пути, м^3

Средняя рабочая отметка, м	Насыпь		Выемка	
	Ширина основной площадки, м			
	7,3	7,6	7,3	7.6
0,25	2615	2694	3545	3620
0,50	4725	4875	6605	6755
0,75	7015	7244	9845	10074
1,00	9500	9800	13280	13580
1,25	12165	12169	12540	21005
1,50	15035	16385	20705	21155
1,75	18065	18594	24699	25224
2,00	21300	21900	28880	29480
2,25	24715	25394	33245	33924
2,50	28325	29075	37805	38555
2,75	31915	34394	42345	43174
3,00	36100	37000	47480	48380
3,25	39269	40244	52599	53574
3,50	44625	45675	57905	58955
3,75	50444	52694	64724	66974
4,00	53900	55100	69080	70280
4,25	58815	60094	74945	76224
4,50	65275	65275	81005	82355
4,75	69215	70644	87245	88674
5,00	74700	76200	93680	101727
5,25	80372	81947	100302	101877
5,50	86225	87875	107105	108755
5,75	92269	93994	114095	115824
6,00	98500	100300	121280	123080
6,50	111587	113537	136205	138155

7,00	125550	127650	151880	153980
7,50	140387	142637	168305	170555
8,00	156100	158500	185480	192680
8,50	172687	175237	203405	205955
9,00	192850	192850	222080	224780
9,50	208487	211337	241505	244355
10,00	227700	230700	261680	264680
10,50	227787	230937	282586	285736
11,00	268750	272050	304280	307580
11,50	290587	294037	326705	330155
12,00	313300	316900	349880	353480

Весь подсчет объемов земляных работ по главному пути, целесообразно вести в табличной форме. Образец таблицы ведомости объемов земляных работ по главному пути по вариантам приведена в таблице 22.

Таблица 22- Ведомость объемов земляных работ по главному пути по вариантам

Средняя рабочая отметка, м		Протяжение элемента, км	Объем работ, $м^3$			
			насыпь		выемка	
насыпь	выемка		на 1 км	на элемент	на 1 км	на элемент
1	2	3	4	5	6	7

Величина $Q_{гп}$ представляет собой сумму итогов столбцов 5 и 7 (таблица 22).

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

$$Q_{стп}=5,3 \cdot n_{стп} \cdot h_i \cdot L_i , \qquad (13)$$

где $n_{стп}$ - число станционных путей, кроме главного,; h_i - средняя рабочая отметка i-го массива, м; L_i - длина -го массива, км.

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

Стоимость строительства малых водопропускных сооружений в зависимости от их типа, отверстия и высоты насыпи принимается по данным таблице 8.

Стоимость устройств, пропорциональная длине линии, в основном слагается из стоимости верхнего строения пути, устройств СЦБ 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 таблице 23.

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).

Таблица 23-Стоимость 1 км верхнего строения пути, тыс. руб.

Тип рельсов	Число шпал, шт./км	Пути	
		главные	станционные
Р50	1840	3660	4410
	2000	4300	—
Р65	1840	4410	5100
	2000	4570	—

Стоимость всех прочих устройств, пропорциональная длине линии, по ФЭР 81-02-28-2001, приведена в таблице 24.

Таблица 24-Стоимость прочих устройств, тыс.руб./км

Вид тяги и род устройств блокировки	Стоимость,
Тепловозная тяга:	
автоматическая блокировка	2080
диспетчерская централизация	2210
Электрическая тяга:	
автоматическая блокировка	2250
диспетчерская централизация	2840

Стоимость строительства разъездов и переездов с автомобильными дорогами принимается по данным таблицам 25 и 26.

Таблица 25-Стоимость строительства разъезда, тыс. руб.

Полезная длина пр.-отпр. путей, м	Тип рельсов			
	Р65		Р50	
	Вид тяги			
	тепловоз	электровоз	тепловоз	электровоз
850	3340	2070/2110	1710	1860 /2000
1050	1840	2290/2320	1830	2155/2190
1700	2979	3708/3756	2963	3489/3446

Числитель—переменный ток,
знаменатель—постоянный ток.

Таблица 26-Стоимость строительства а/д переезда, тыс. руб.

Полезная ширина переезда, м	Тип переезда			
	деревянный		железобетонный	
	Количество пересекаемых путей			
	Один	Два	Один	Два
7,5	24,543	48,768	32,027	48,805
10	34,861	77,193	39,044	60,770

Покилометровая стоимость устройств энергетического хозяйства может быть принята по таблице 27.

Таблице 27- Стоимость устройств энергетического хозяйства, тыс.руб

Тип железной дороги		
электрифицированная		не электрифицированная
Переменный ток	Постоянный ток	Тепловозная тяга
525,2	566,8	146,64

8.2 Расчет эксплуатационных затрат вариантов

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

Эксплуатационные расходы по передвижению поездов вычисляются по формуле(14):

$$Э_{дв}=365 \cdot Э_{дв} \cdot n_{пр}, \qquad (14)$$

где $э_{дв}$ — стоимость пробега одного поезда по участку в оба направления, зависящая от локомотива, массы состава и длины участка, руб./поезд, приведена в прилож. 3 ;

$n_{пр}$ -приведенное количество грузовых поездов проходящих на 10-й год эксплуатации

Стоимости пробега 1 км грузовым поездом приведены в зависимости от уклона линии и руководящего уклона, что позволяет определить стоимость пробега поезда по участку с учетом массы поезда, типа локомотива и величины руководящего уклона, на основе запроектированного продольного профиля.

Соответствующие расчеты целесообразно свести в таблицу по типу таблицы 28.

Таблица 28-Ведомость расчета стоимости пробега грузового поезда по участку в оба направления

№ элементов	Уклон элемента i, ‰,			Длина элемента l,км	Стоимость пробега, руб.				
					туда		обратно		Нарастающим итогом в оба
	$i_д$	$i_{экв}$	$i_{пр}$		на	на эле-	на	на	

					1 км	мент	1 км	элемент	направления
1									

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

Определяем приведенное количество грузовых поездов проходящих на 10-й год эксплуатации:

$$n_{пр}=n_{гр}+\eta\ n_{пасс}, \qquad (15)$$

где $n_{гр}$— число грузовых поездов в сутки в грузовом направлении на расчетный год (определяется по заданию на 10-й год эксплуатации); $n_{пасс}$ — число пассажирских поездов в сутки в том же направлении на тот же год;
η -коэффициент характеризующий отношение массы пассажирского поезда к грузовому

Коэффициент η определяется в зависимости от соотношения массы брутто пассажирского и грузового поездов и принимается по таблице 29.

Масса пассажирского поезда принимается стандартной -P+Q = 1000 т.

Таблица 29-Величина коэффициента η

$\frac{(P+Q)_{пасс}}{(P+Q)_{гр}}$	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 движения принимается равным 1,10.

Количество грузовых поездов на 15 год эксплуатации может определяться по выражению (16) исходя из проектируемой грузонапряженности:

$$n_{гр}=Г*10^6/(365*Q), \qquad (16)$$

Расходы по содержанию постоянных устройств, руб./год, определяются по формуле (17):

$$Э_{пу}=aL+bN_р, \qquad (17)$$

где L— длина проектируемого участка железной дороги, км; N — число раздельных пунктов.

Коэффициенты a и b принимаются по таблице 30.

Таблица 30-Коэффициенты для расчета расходов по содержанию постоянных устройств, тыс. руб.

Род тяги	a*	b**
Электрическая при переменном токе	44,5 45,3	314,8 92,2
Электрическая при постоянном токе	50,8 51,6	315,6 93,0
Тепловозная тяга	29,2 29,9	308,9 85,9

**Числитель — автоблокировка, знаменатель — диспетчерская централизация*

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

9. СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ТРАСС И ВЫБОР ЛУЧШЕГО

При трассировании двух вариантов производится их сравнение по совокупности технических и экономических показателей.

К техническим показателям относятся показатели трассы, плана и профиля линии (общая и 1 километра), эксплуатационные расходы или приведенные строительно-эксплуатационные расходы. Все показатели сводятся в нижеприведенную ведомость, таблица 31.

Для выбора варианта определяется сравнительная экономическая эффективность капитальных вложений.

Основными показателями для расчетов сравнительной эффективности являются общие капитальные вложения и общие текущие издержки - годовые эксплуатационные расходы.

Для определения экономической эффективности выясняется срок окупаемости T_2-дополнительных капитальных вложений ($К_1$ - $К_2$) за счет экономии на эксплуатационных расходах ($Э_2$ - $Э_1$) в случае, если $К_1 > К_2$, а $Э_1 < Э_2$:

$$Т= (К_1 - К_2) / (Э_2 - Э_1) \text{ лет,}$$

где $К_1$, $К_2$ - капитальные вложения (строительная стоимость) по вариантам; $Э_1$, $Э_2$ - ежегодные эксплуатационные расходы по вариантам.

Полученное значение срока окупаемости округляется до целого числа лет. Если Т<=10 лет, то принимается вариант с большей строительной стоимостью и меньшими эксплуатационными расходами.

Таблица 31- Сравнение вариантов трасс

Наименование показателей	Варианты	
	I	II
Показатели трассы:		
1. Длина варианта, км	26,7	20,452
2. Длина воздушной линии, км	13,625	13,625
3. Абсолютное удлинение, км	13,075	6,827
4. Коэффициент развития линии	1,96	1,50
5. Количество пересекаемых постоянных водотоков, шт.	0	1
6. Количество пересекаемых периодических водотоков, шт.	15	13
Показатели плана линии:		
1. Протяжение прямых участков, м	18408,38	9846,2
2. Протяжение кривых участков, м	8266,23	10606,53
3. Сумма углов поворота, град.	594,20	646,90

4. Сумма углов поворота на 1 км, град.	22,25	31,63
5. Минимальный радиус кривой, м	600	600
6. Средний радиус кривой, м	914,29	1330,00
Показатели профиля линии:		
1. Протяжение площадок, м	4357	5602
2. Протяжение уклонов, м	22343	14850
3. Протяжение участков с руководящим уклоном, м:	5800	5750
Объемно-строительные и экономические показатели:		
1. Объем земляных работ, $м^3$	3 723 954	2 376 143
2. Объем земляных работ на 1 км, $м^3$	139 474	116 181
3. Стоимость строительства, руб.	19 764 158	13 165 896
4. Стоимость строительства на 1 км, руб.	740 231	643 746
5. Эксплуатационные расходы на 10-й год эксплуатации, руб./год	1 739 286	1 287 666
6. Эксплуатационные расходы на 10-й год эксплуатации на 1 ткм, руб./ткм	0,04	0,03

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1-Длина подвижного состава (для определения длины поезда)

Род подвижного состава	Длина, м
Вагоны пассажирского парка	
Четырехосные цельнометаллические	25
Остальные четырехосные вагоны пассажирского парка, в том числе почтовые, багажные и служебные	20
Вагоны грузового парка	
Восьмиосные полувагоны	20
Восьмиосные цистерны	21
Шестиосные	17
Четырехосные крытые и изотермические	15
Четырехосные крытые для перевозки скота (специальные)	18
Четырехосные полувагоны и платформы	14
Четырехосные цистерны, цементовозы и думпкары	12
Электровозы	
ВЛ23, ЧС3	17
ВЛ8	28
ВЛ10, ВЛ10^{у}, ВЛ11 (2 секции), ВЛ80^{к}, ВЛ80^{р}, ВЛ82^{м}, ВЛ82	33
ВЛ60^{к}, ВЛ60^{р}, ВЛ60^{пк}	21
ЧС2, ЧС2^{т}, ЧС4, ЧС4^{т}	19
Тепловозы	
ТЭ3, ТЭ7, 2ТЭ10Л, 2ТЭ10В, 2ТЭ10М	34
2ТЭ116, 2М62	36
3ТЭ10М	51
ТЭ10, ТЭП10, ТЭП10Л, ТЭП60(1 секция)	19
ТЭП70	22
М62	18

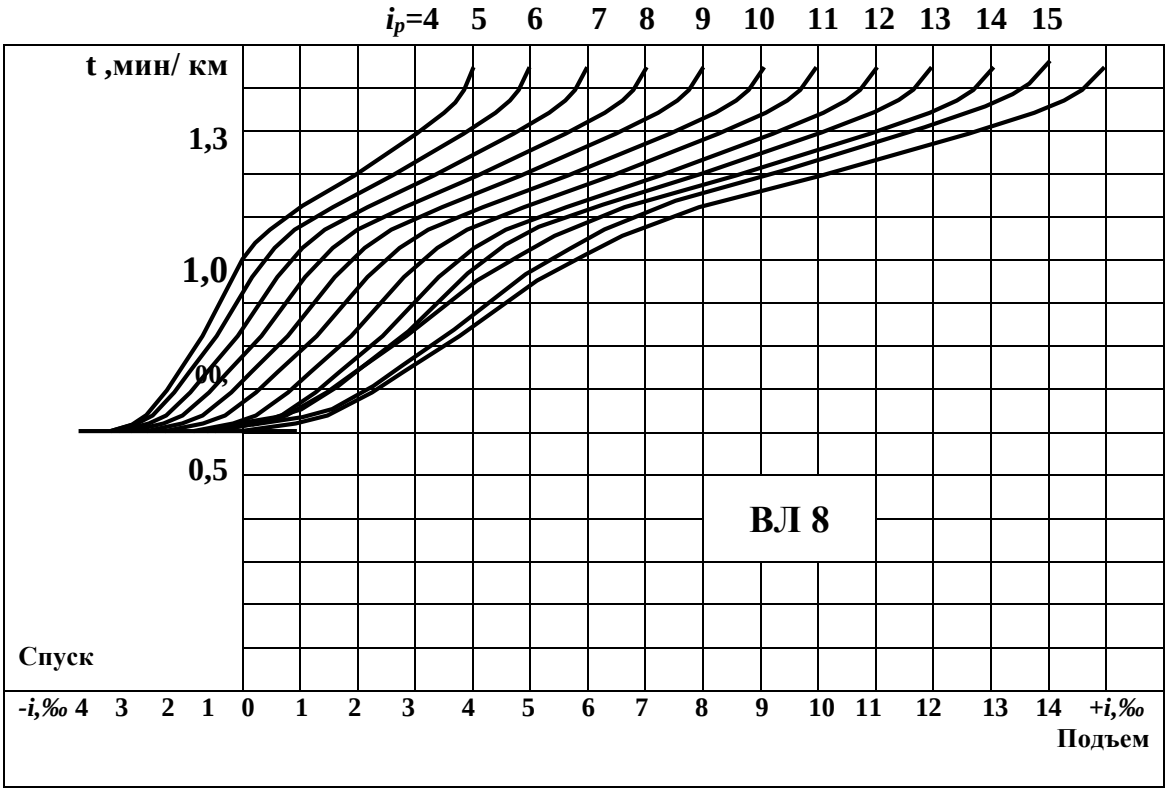
ПРИЛОЖЕНИЕ 1

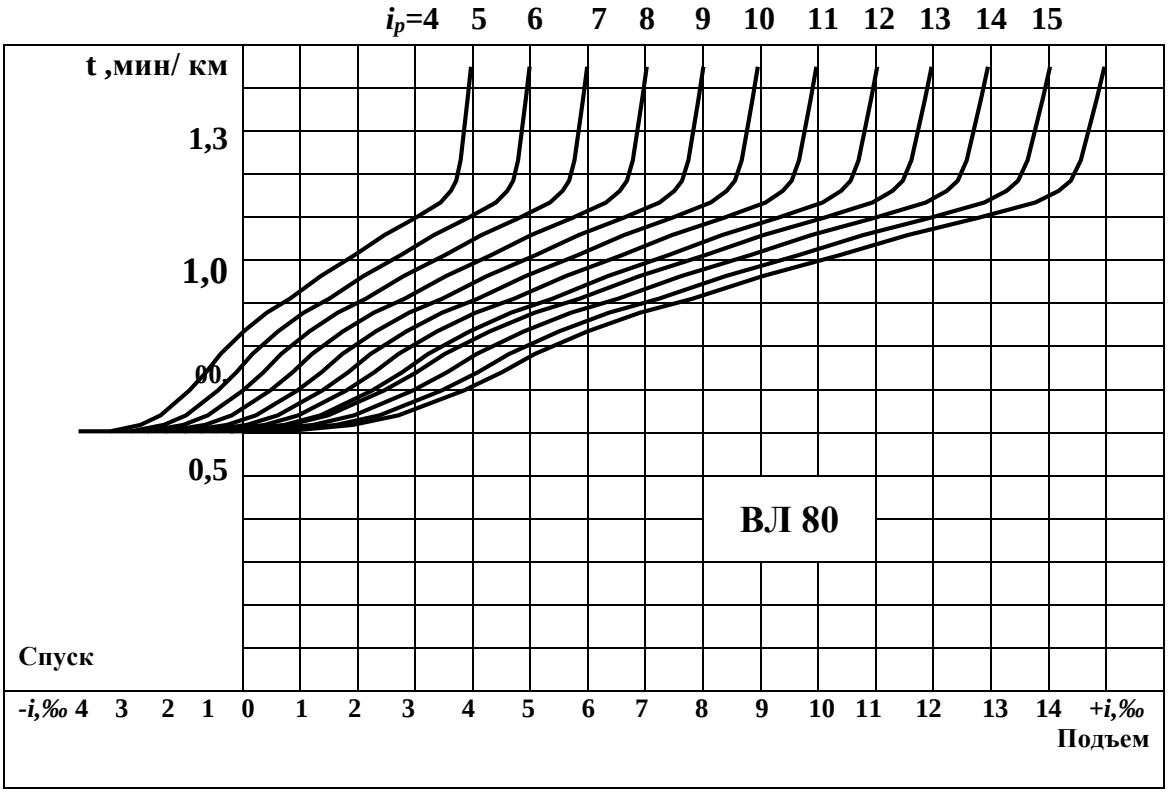
Таблица 2-Расчетные характеристики грузовых локомотивов

Серия локомотива	Расчетная масса Р,т	Расчетная сила тяги $F_{к(р)}$, кН	Расчетная скорость $V_р$,км/ч	Сила тяги при трогании с места $F_{к(р)}$, кН	Конструкц. скорость, км/ч
Электровозы постоянного тока					
ВЛ23	138	342,4	43,3	446,4	100
ВЛ8,ВЛ8^{м}	184	456,2	43,3	595,6	80,100
ВЛ10,ВЛ11	184	451,3	46,7	614,1	100
ВЛ10^{у},	200	492,5	45,8	667,1	100
ВЛ11(3 секц)	276	676,9	46,7	921,2	100
ВЛ15	285	739,7*	45,0*	941,8**	110
Электровозы переменного тока					
ВЛ60^{к}	138	361,0	43,5	487,4	100
ВЛ60^{р}	138	368,9	37.0***	487,4	100
ВЛ80^{к}	184	480,7	44,2	649,4	110
ВЛ80^{т}	192	502,3	43,5	677,9	110
ВЛ80^{р}	192	502,3	43,5	677,9	110
ВЛ80^{с} (3 секц)	288	753,4	43,5	941,8**	110
ВЛ85	288	706,3*	50,0*	941,8**	110
Тепловозы					
ТЭ3	254	396,3	20,5	570,9	100
3ТЭ3	381	594,5	20,5	856,4	100
М62	120	196,2	20,0	350,2	100
2М62	240	392,4	20,0	700,4	100
2ТЭ10Л	260	496,4	23,4	750,5	100
2ТЭ10В	276	496,4	23,4	797,6	100
3ТЭ10М	414	744,6	23,4	941,8**	100
4ТЭ10С	552	992,8	23,4	941,8**	100
2ТЭ116	276	496,4	24,2	797,6	100
2ТЭ121	300	588,6	26,6	829,9	100

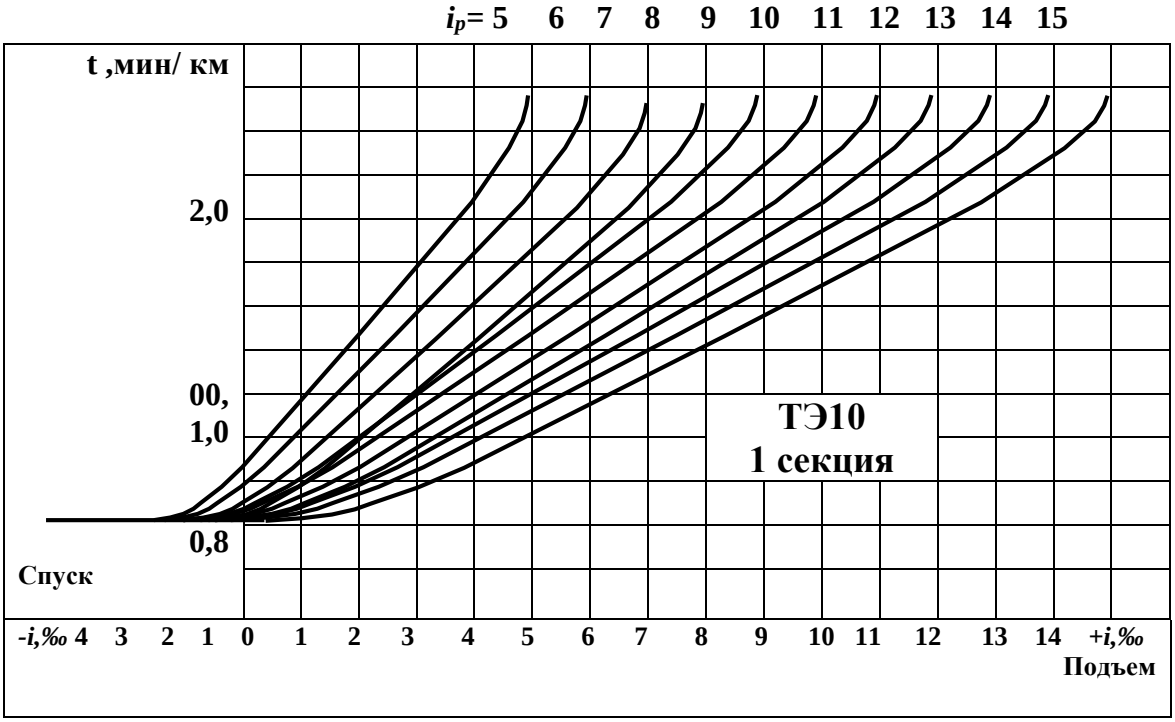
ПРИЛОЖЕНИЕ 2

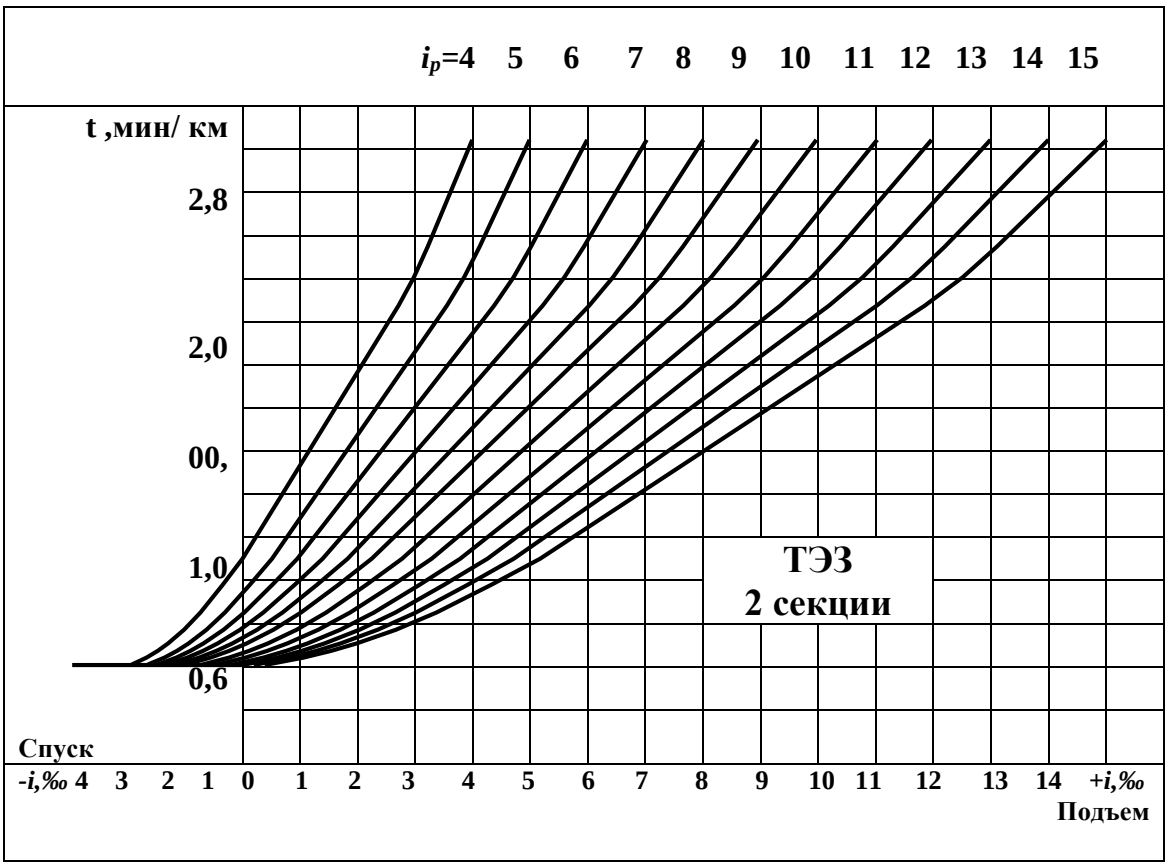
Графики покилометрового времени хода



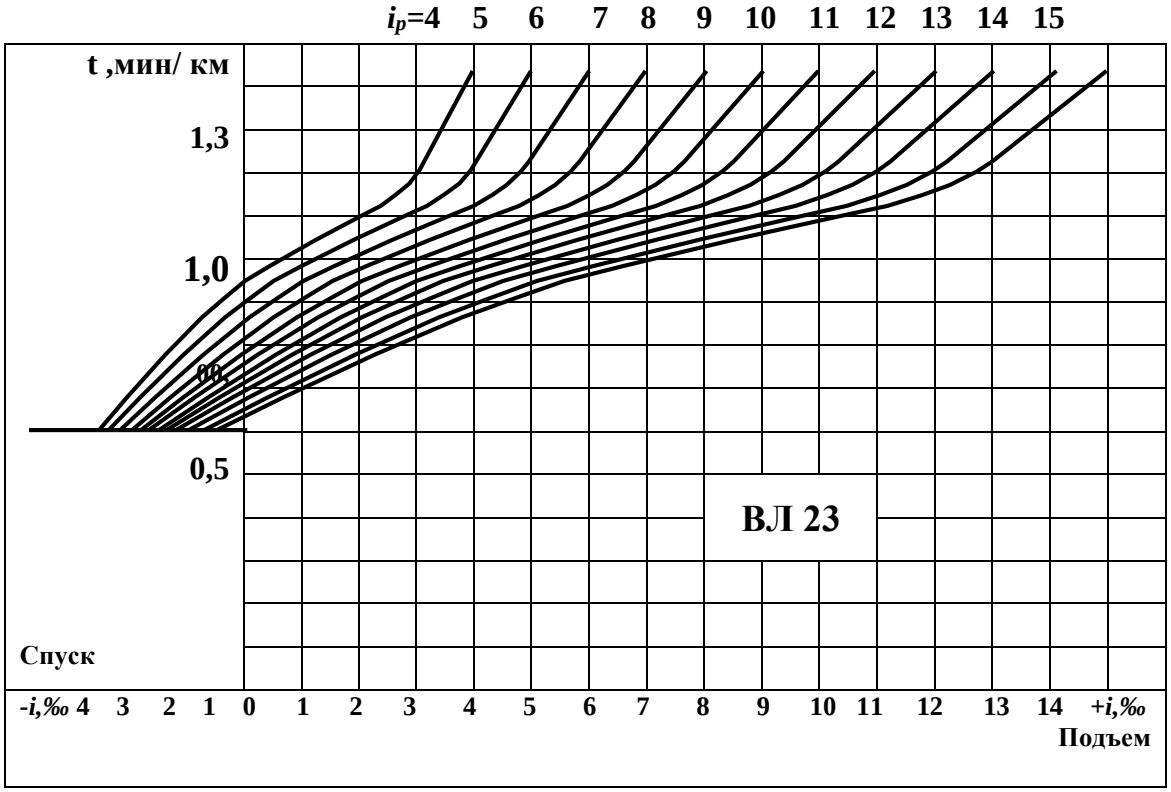


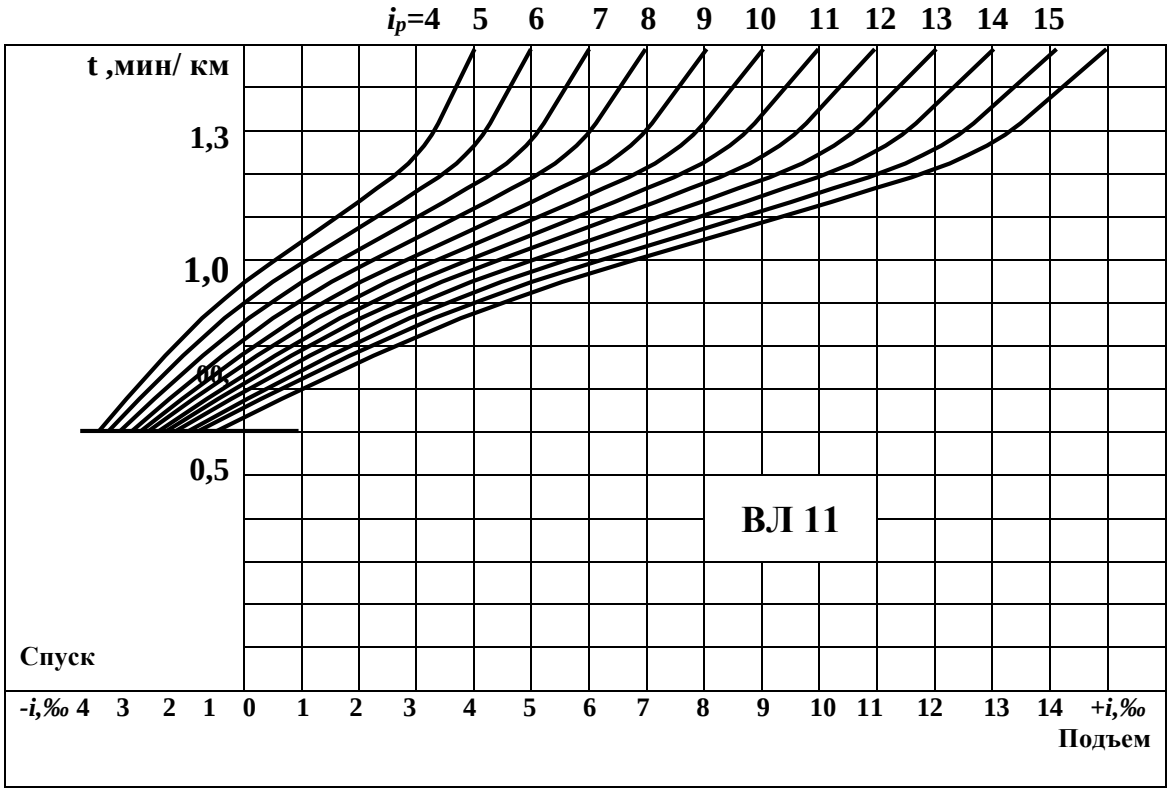
Графики покилометрового времени хода



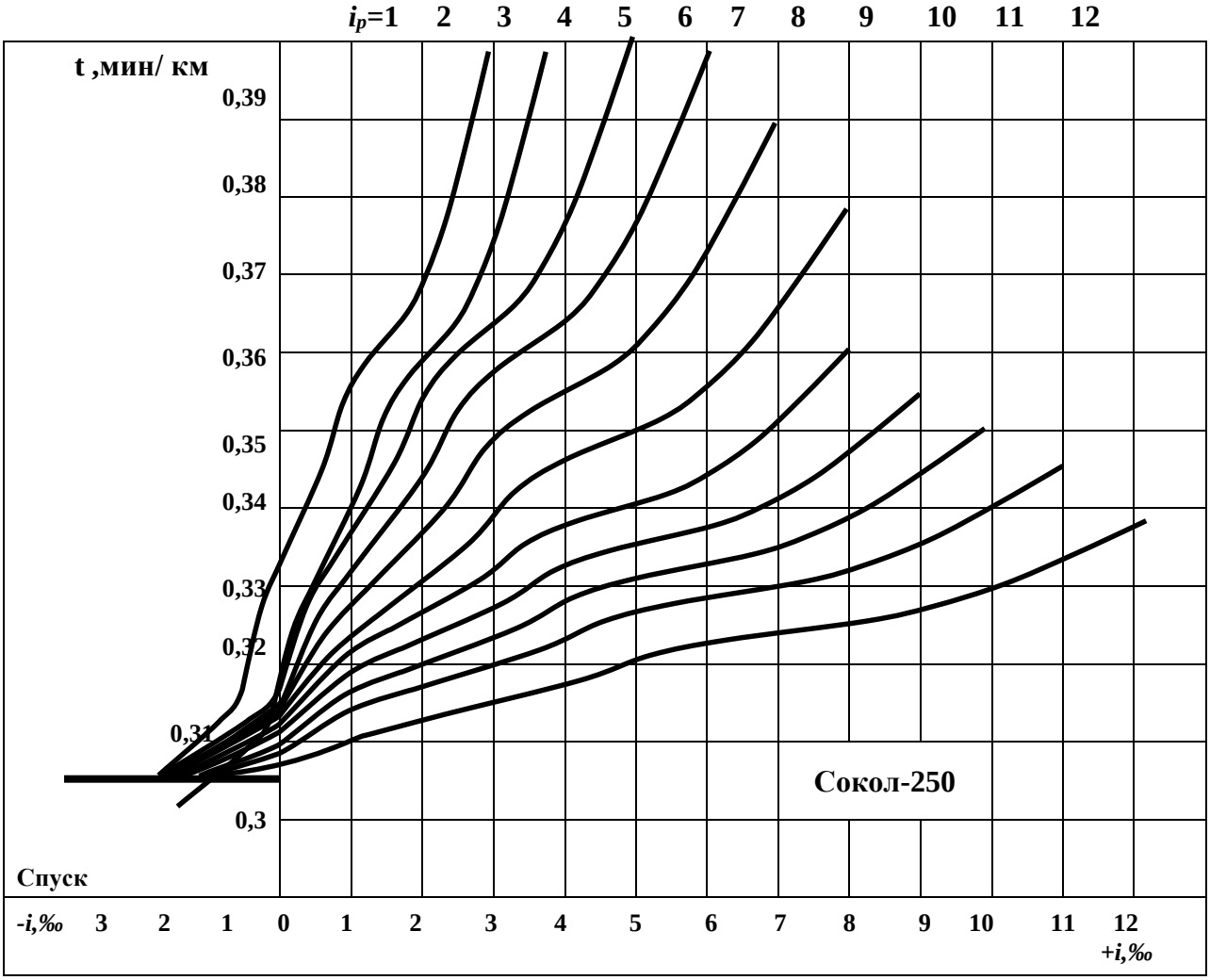


Графики покилометрового времени хода





Графики покилометрового времени хода



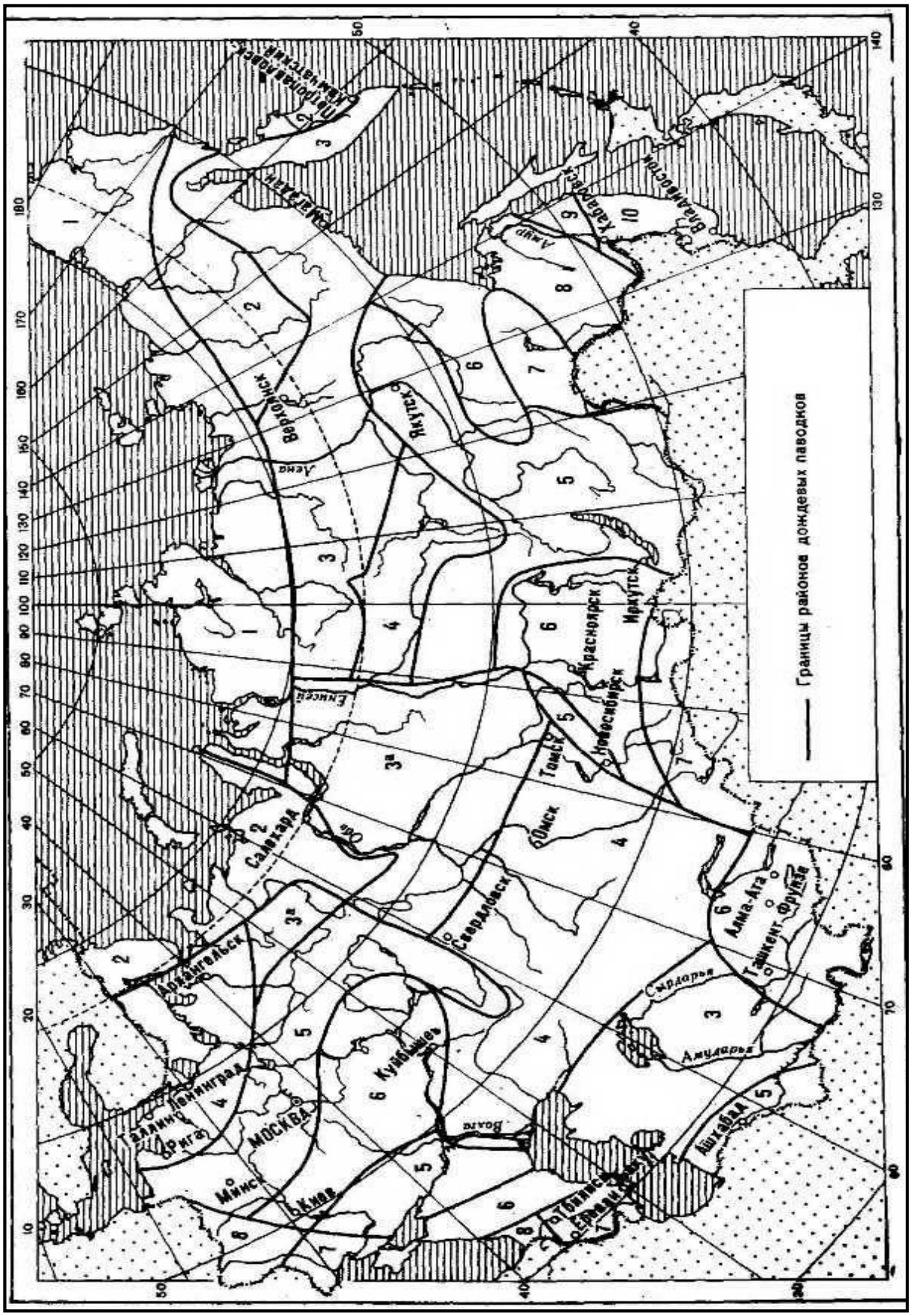


Рис.1. Карта – схема границы районов дождевых паводков

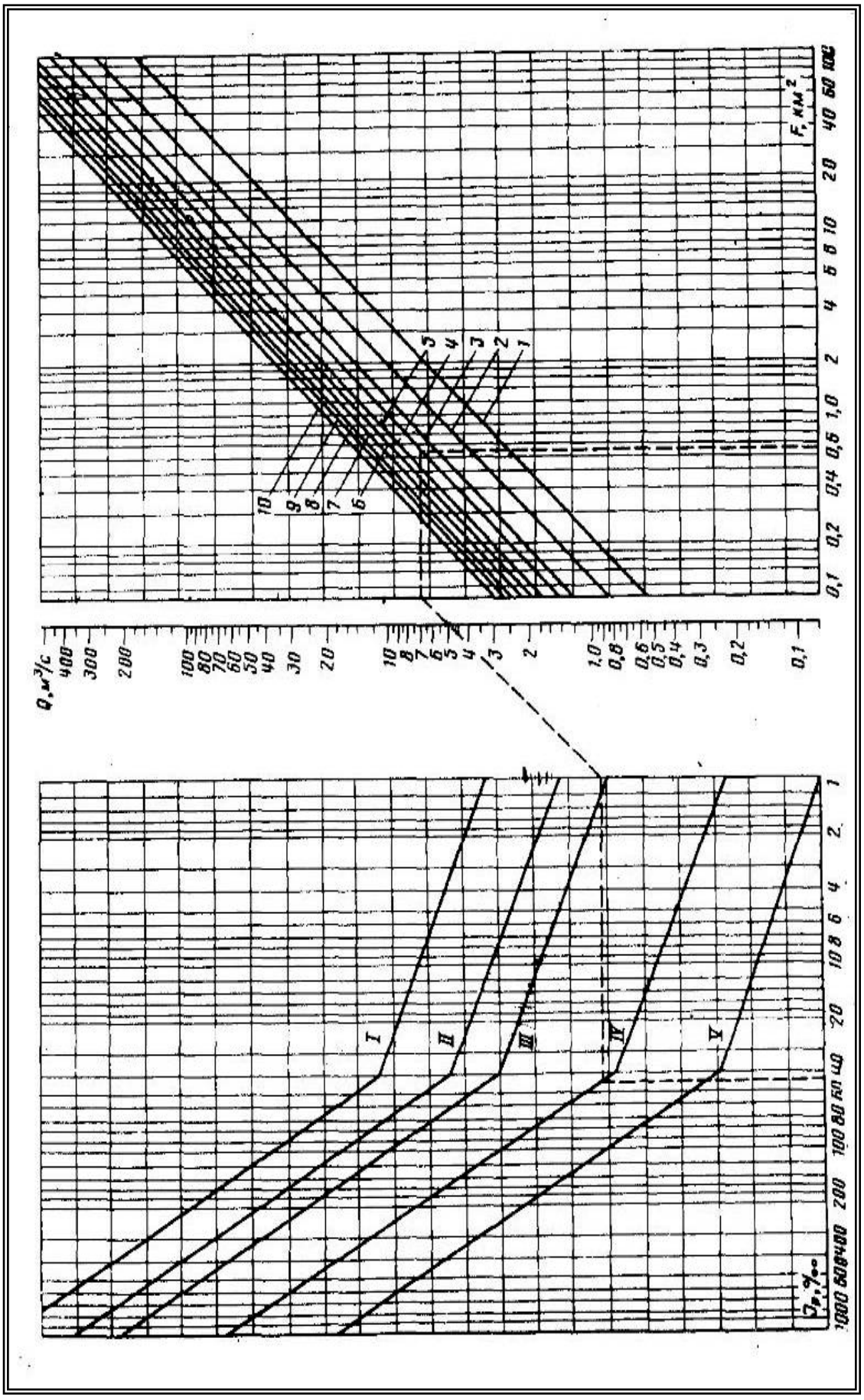


Рис.2. Номограмма расхода стока дождевых паводков с вероятностью превышения 1%

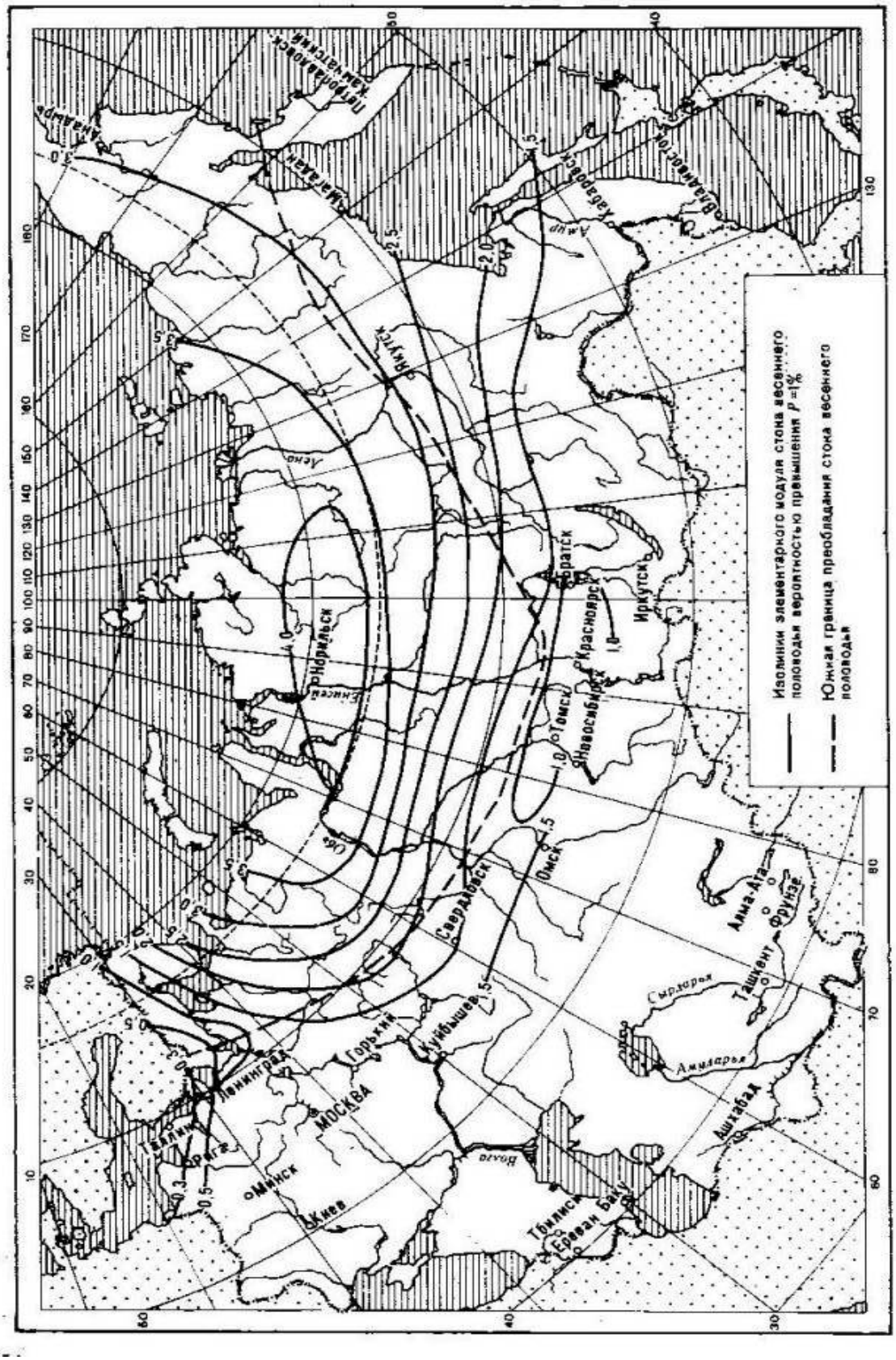


Рис.3. Карта – схема модуля стока весеннего половодья С вероятностью превышения 1%

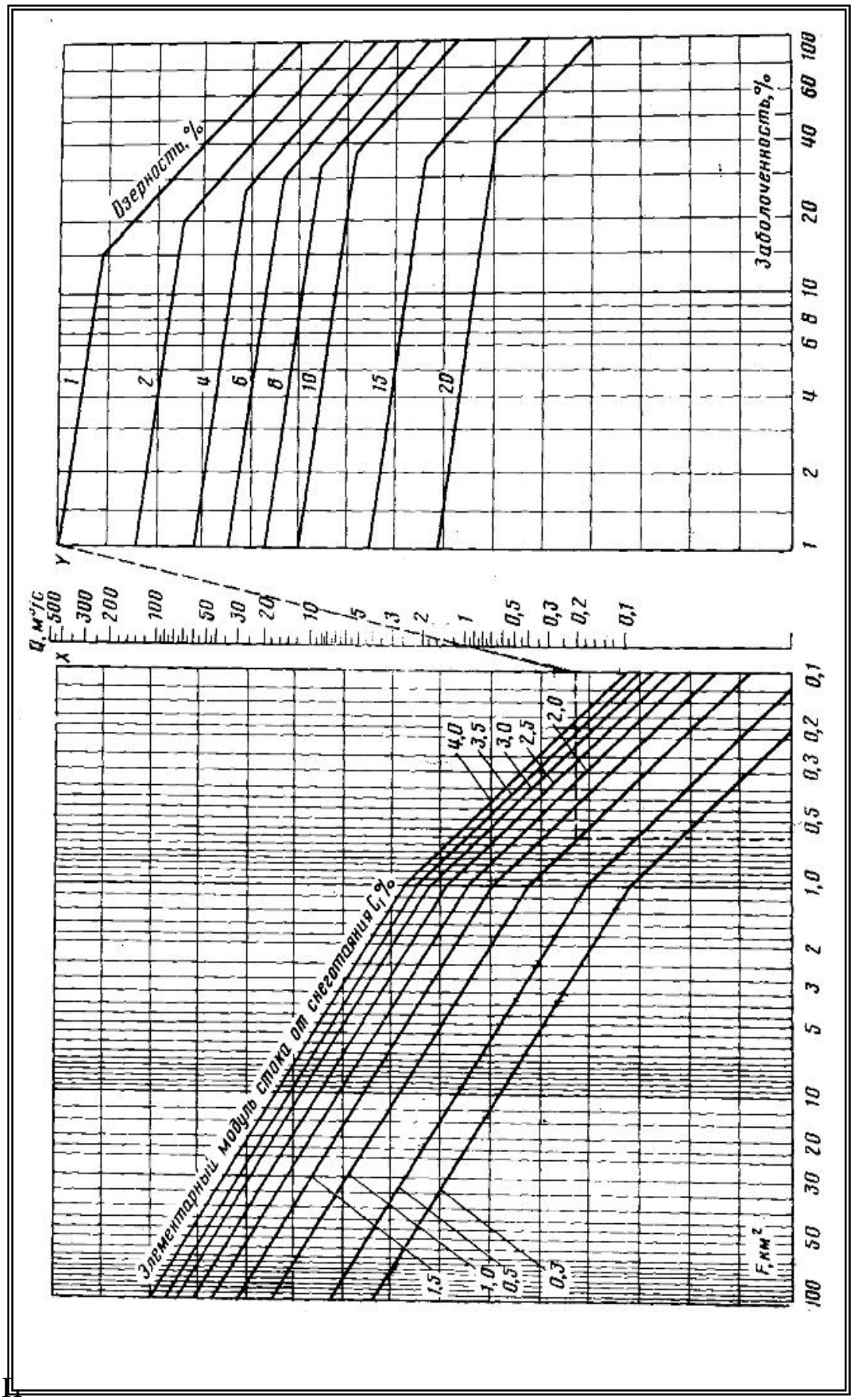


Рис. 4. Номограмма расхода стока весеннего половодья с вероятностью превышения 1%

Таблица 1-Поправочные коэффициенты пересчета вероятности превышения ($К_с$)

Вероятность превышения Р, %	Коэффициент, $к_с$
0,33	1,37
1	1,00
2	0,87

Таблица 2-Толщина засыпки труб

Тип дорог	Толщина засыпки, м		
	ж/б и бетонные	металические	арочные мосты
Общие линии I-IV категорий и подъездные пути	1,0	1,2	0,7
Внутренние пути предприятий	0,4	1,0	0,7

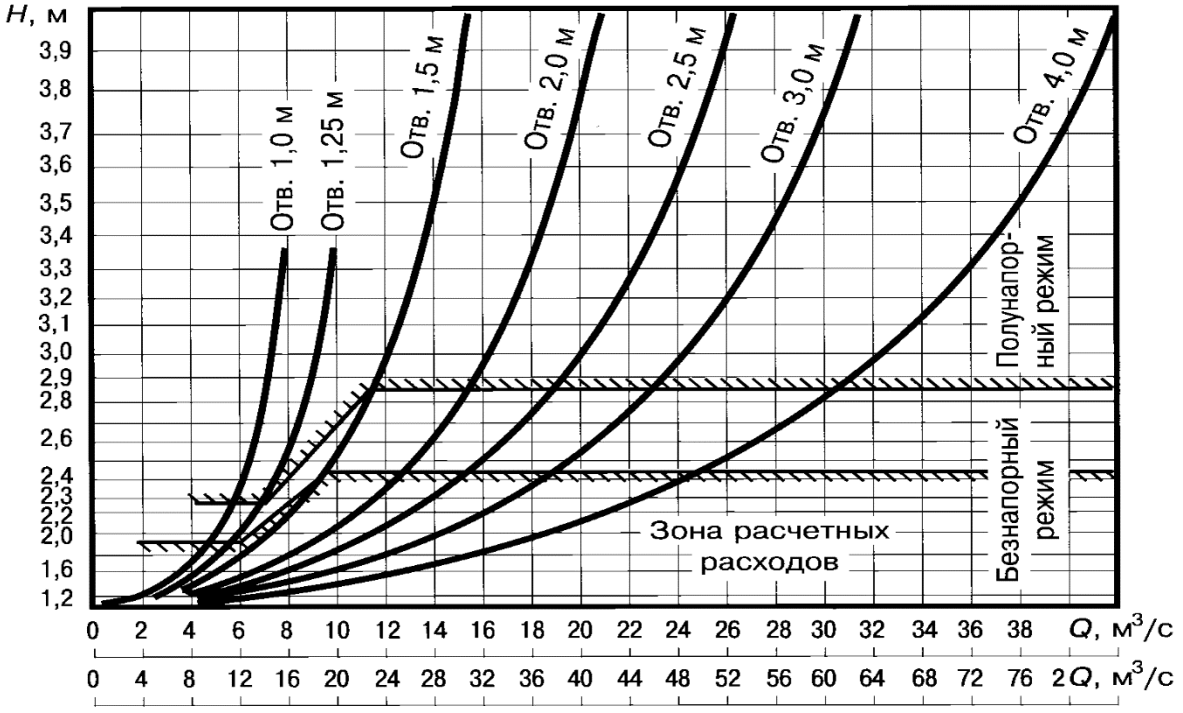
Примечание: в пределах станций, засыпку труб допускается принимать не менее 0,5 м.

Таблица 3-Строительная высота пролетных строений мостов

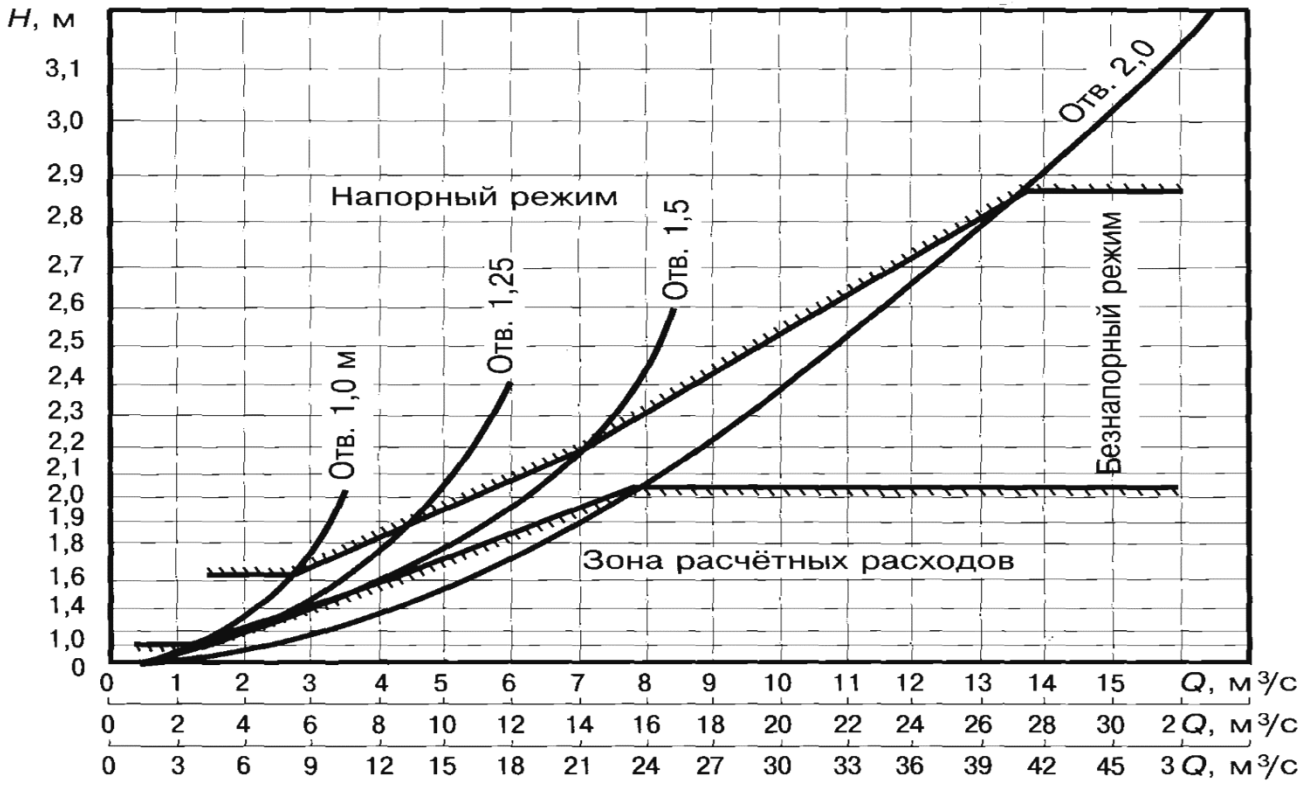
ℓ, м	6,0	9,3	11,5	13,5	16,5	18,7	23,6	27,6	34,2
С, *м*	0,95	1,40/1,10	1,55/1,20	1,70/1,30	1,90/1,50	2,05	2,35	2,75	2,94

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

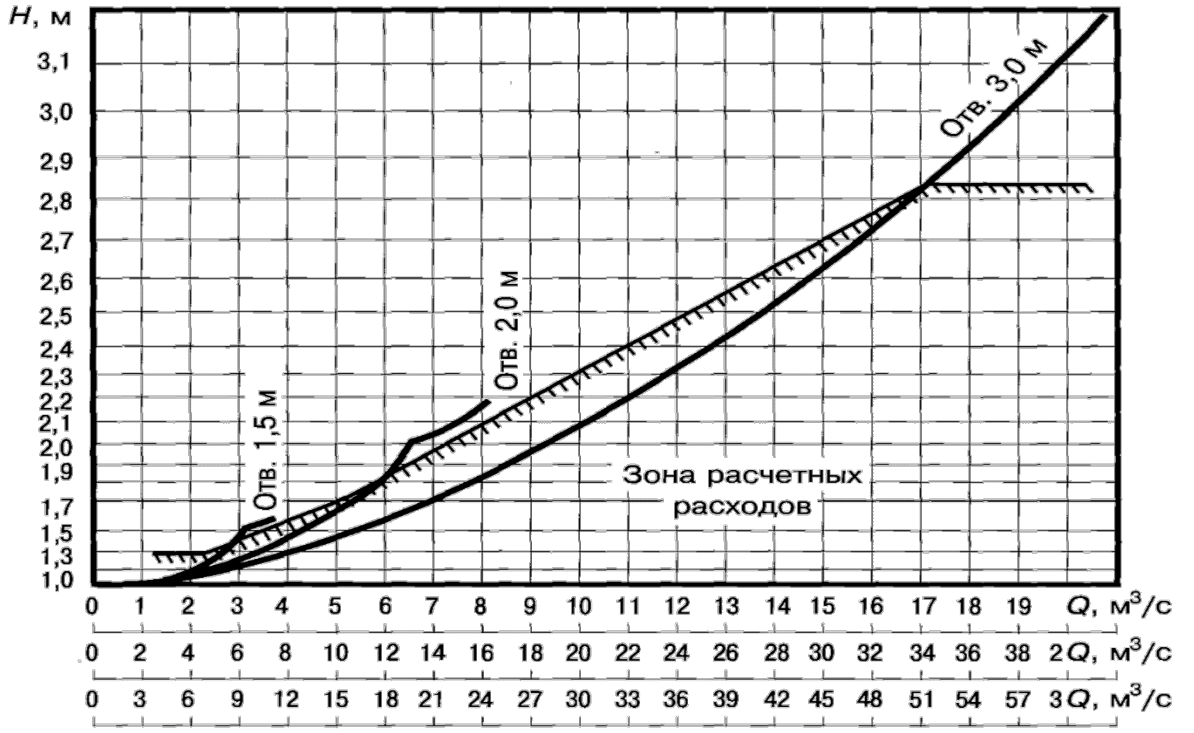
а) Водопропускная способность круглых железобетонных труб диаметром 1,0…4,0 м



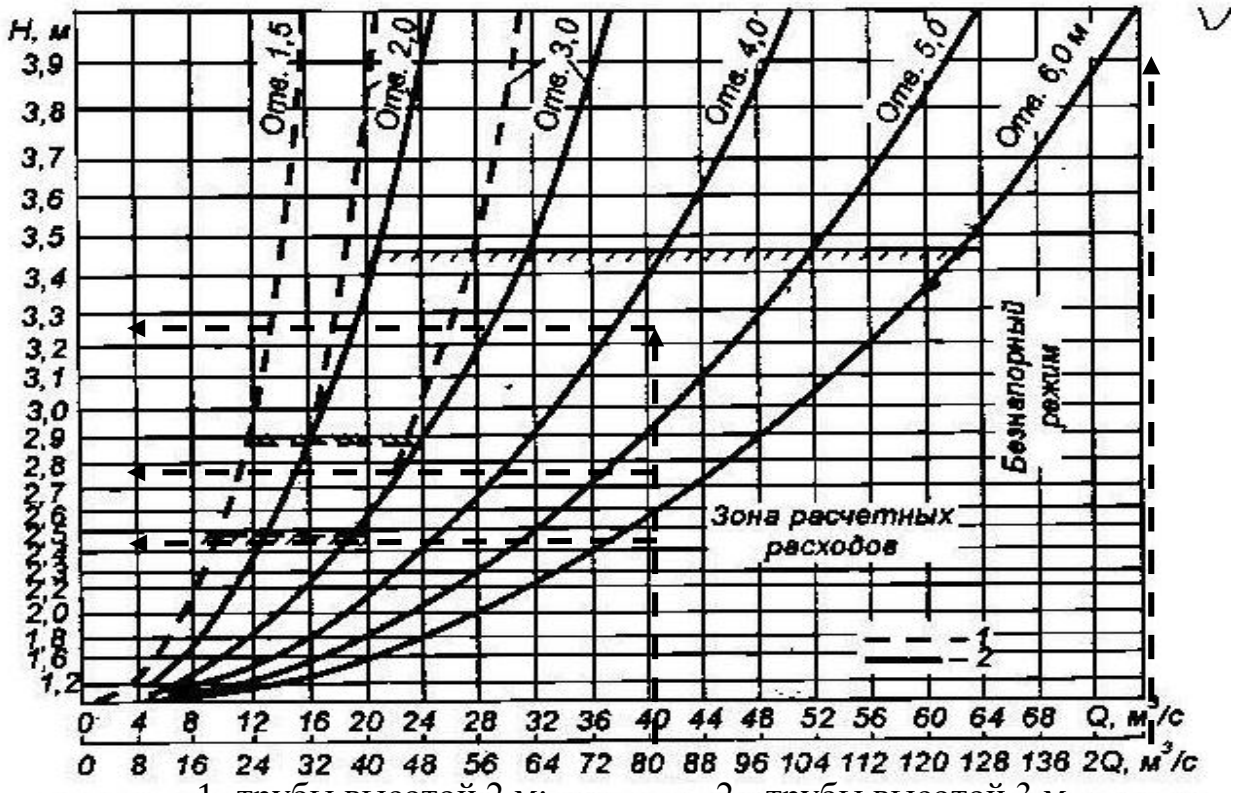
б) Водопропускная способность круглых железобетонных труб диаметром 1,0…2,0



в) Водопропускная способность круглых железобетонных труб диаметром 1,0…3,0 м

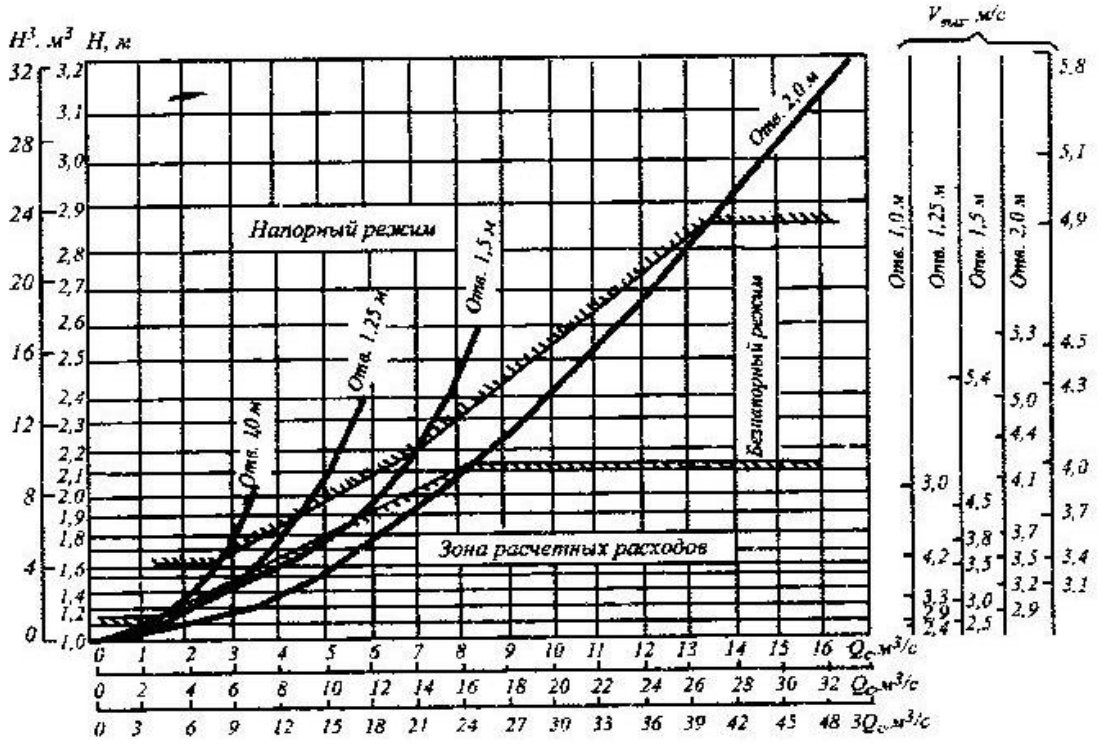


г) Водопропускная способность прямоугольных железобетонных труб диаметром 1,5…6,0 м

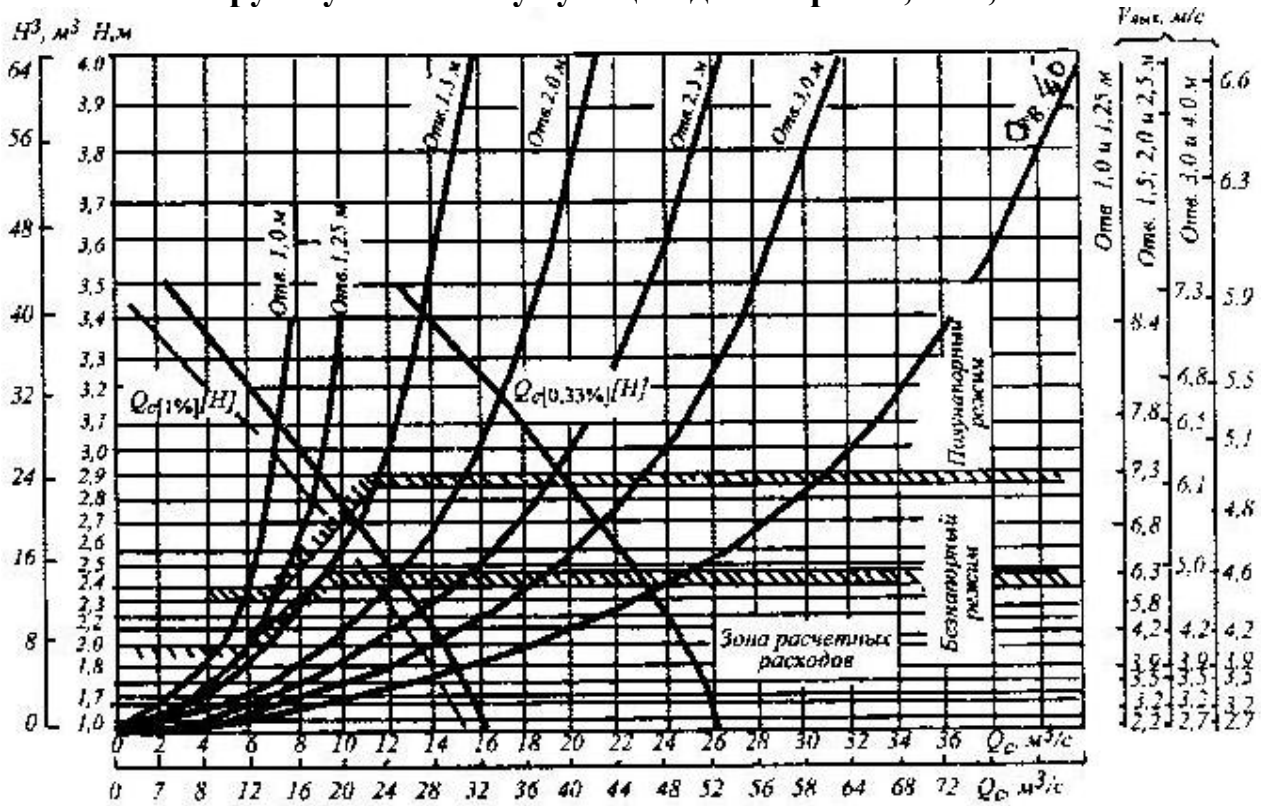


--------1- трубы высотой 2 м; - 2 - трубы высотой 3 м

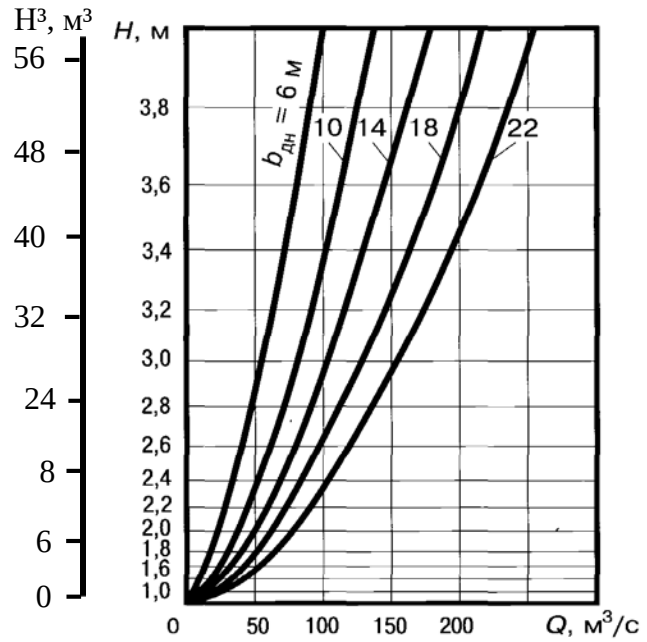
д) Водопропускная способность круглых железобетонных труб диаметром 1,0…2,0



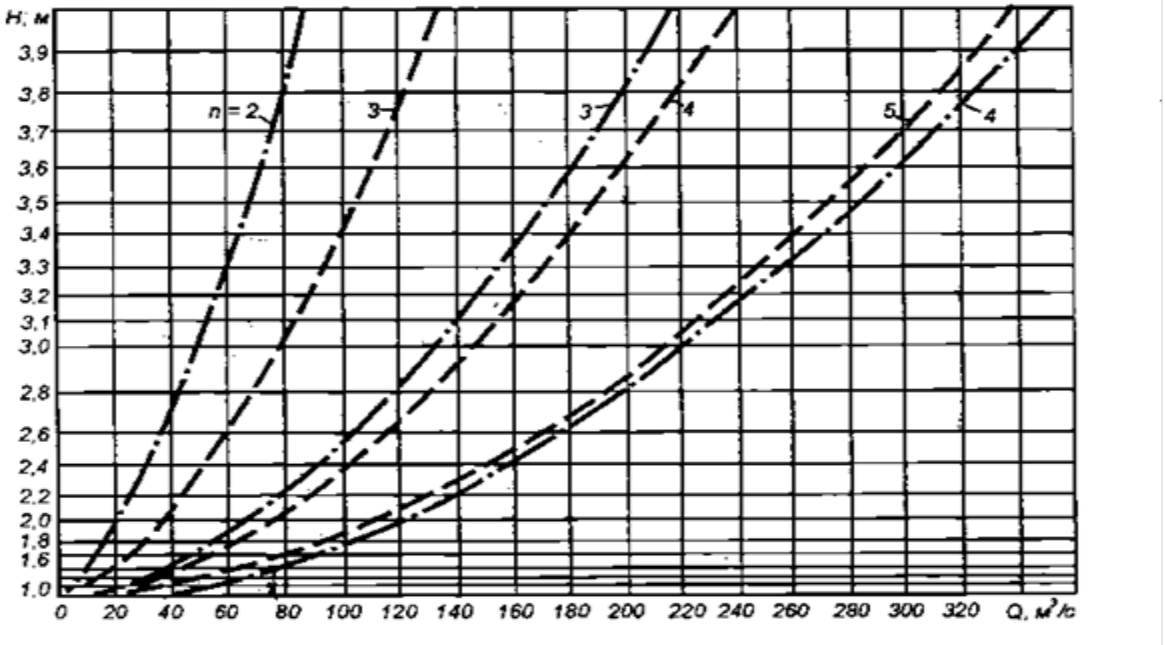
е) Водопропускная способность круглых железобетонных труб с учетом аккумуляции диаметром 1,0…4,0 м



а) Водопропускная способность эстакадных мостов с обсыпными устоями

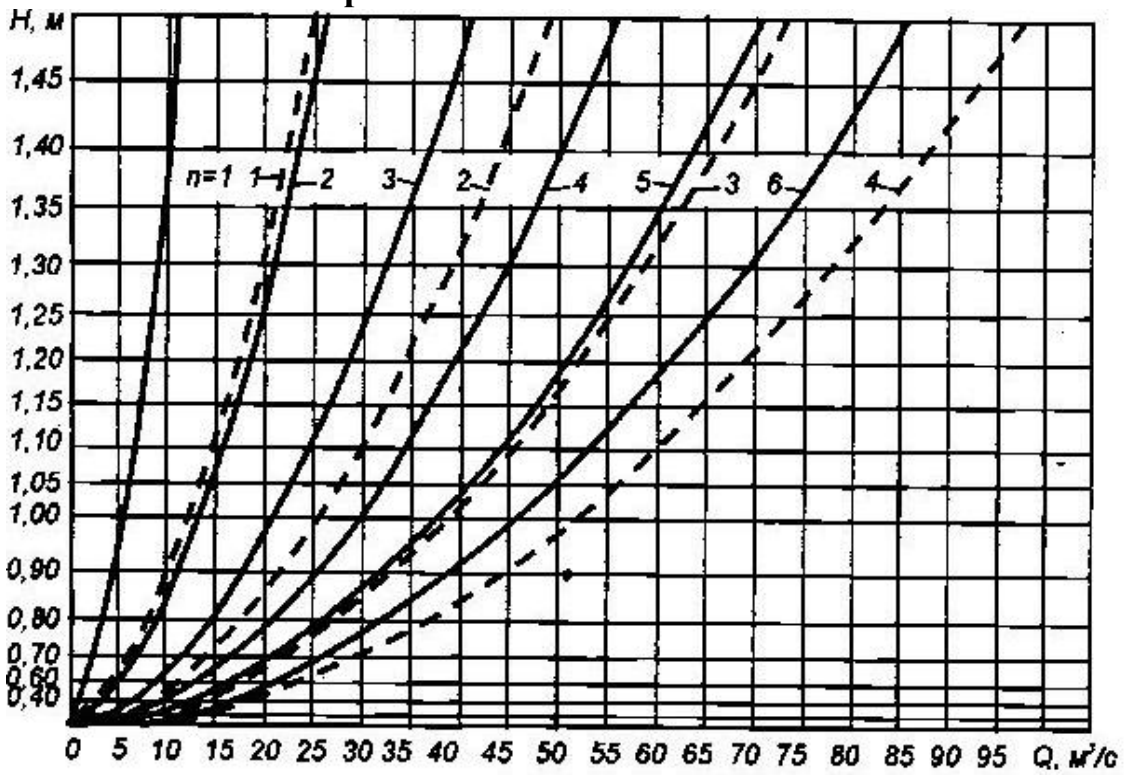


б) Водопропускная способность эстакадных мостов: при насыпи высотой 8 м

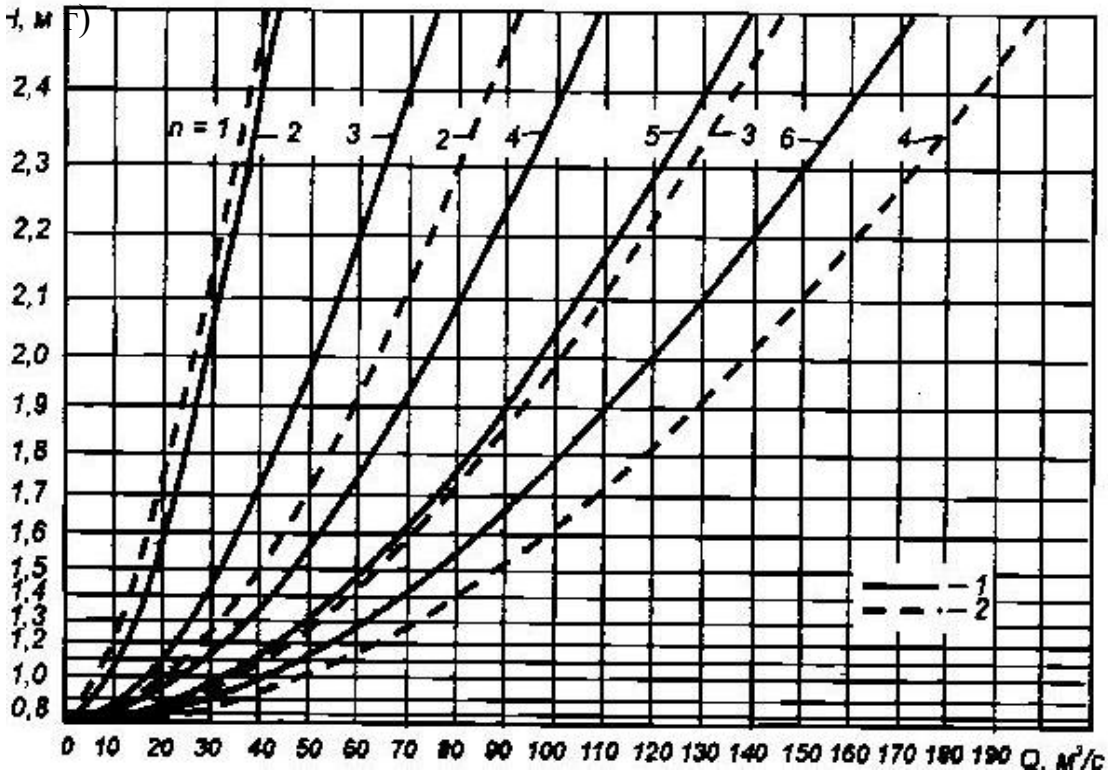


1 - 1 схема; 2 - 2 схема; 3 -3схема; 4 - 4 схема; 5 -5 схема

в) Водопропускная способность эстакадных мостов при насыпи высотой 2- и 3 м

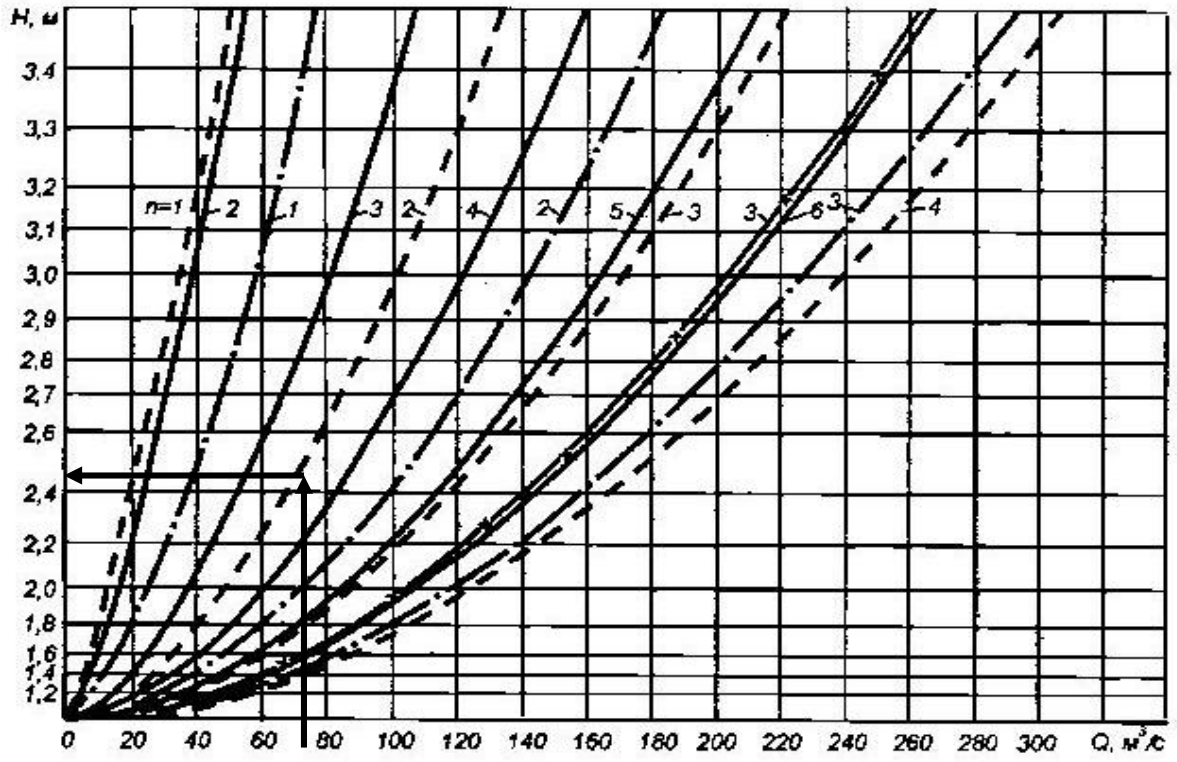


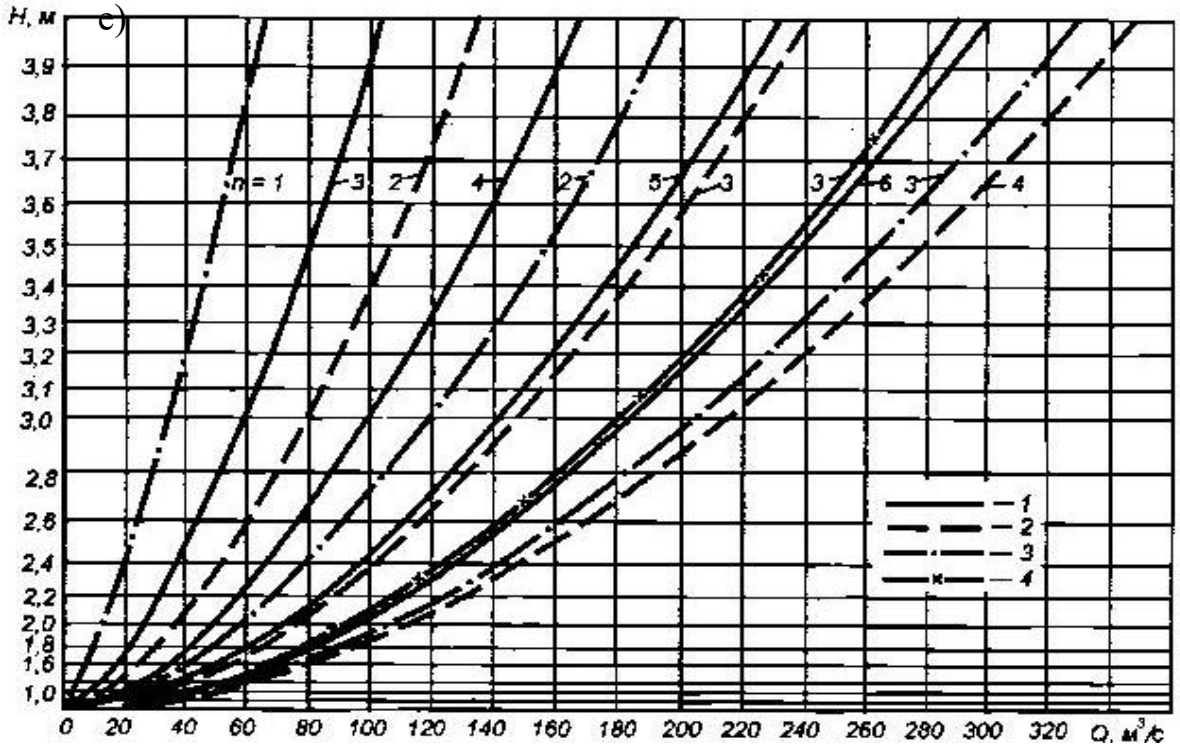
г)



1 - 1 схема; 2 - 2 схема;

д) Водопропускная способность эстакадных мостов при насыпи высотой 4 и 5 м

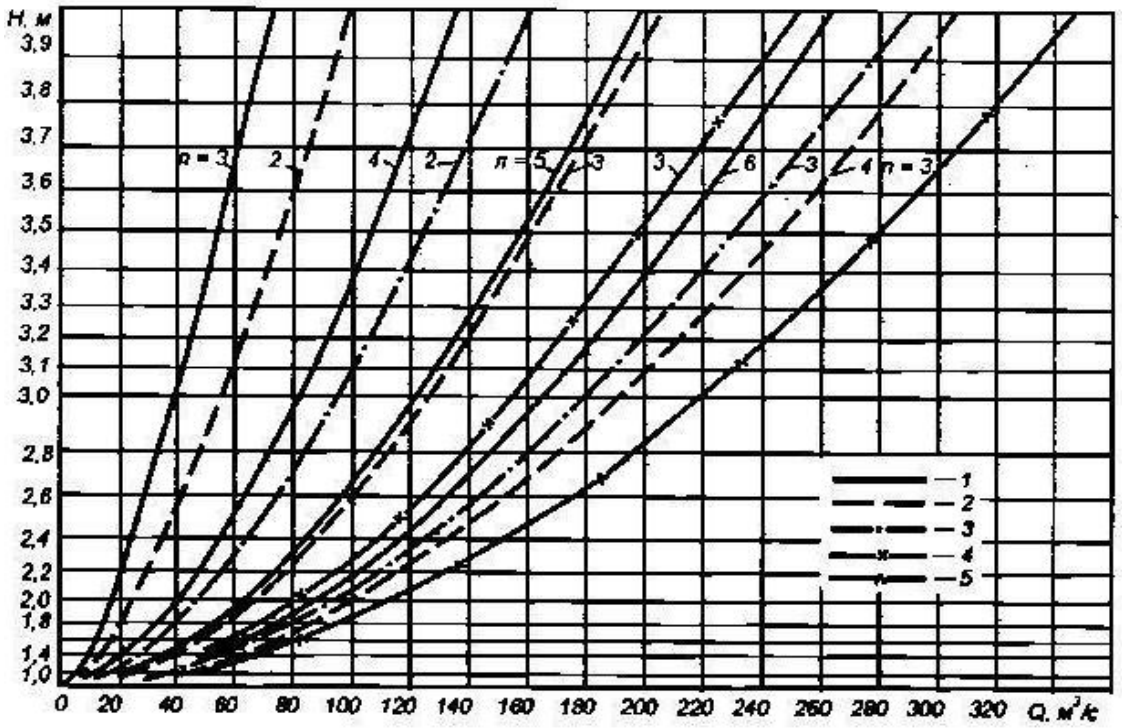


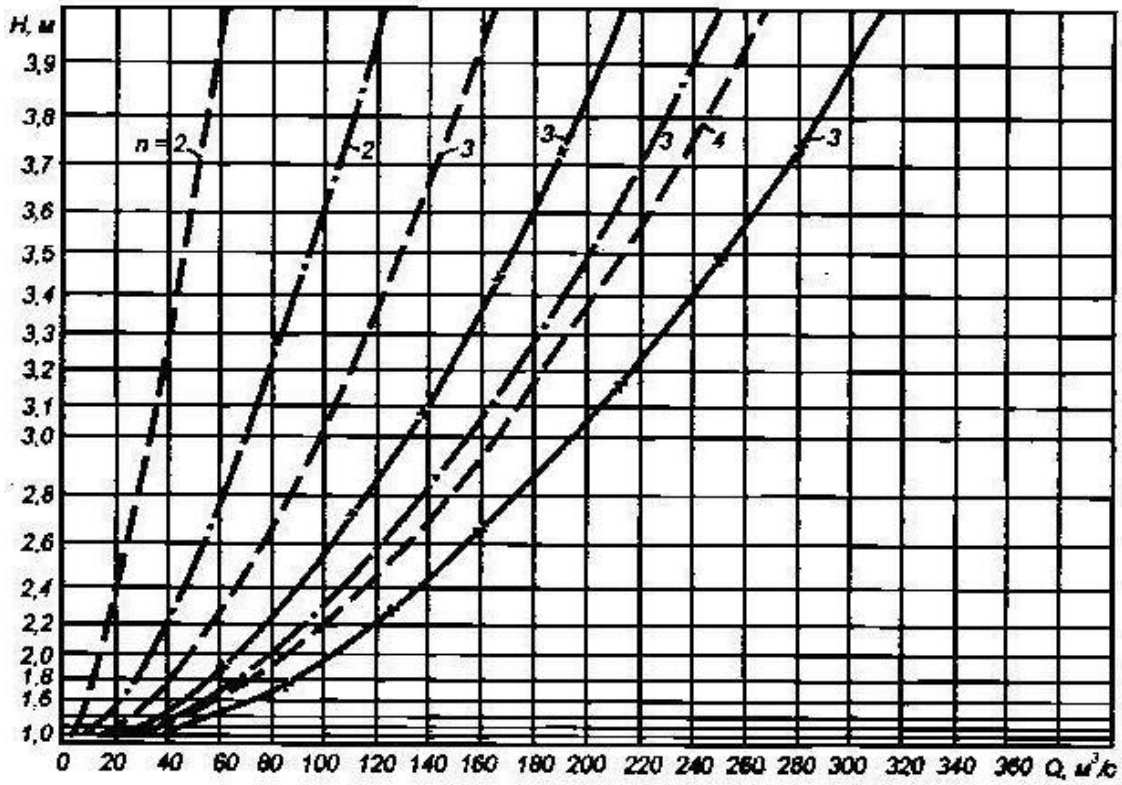


с)

1 - 1 схема; 2 - 2 схема; 3 - 3схема; 4 -

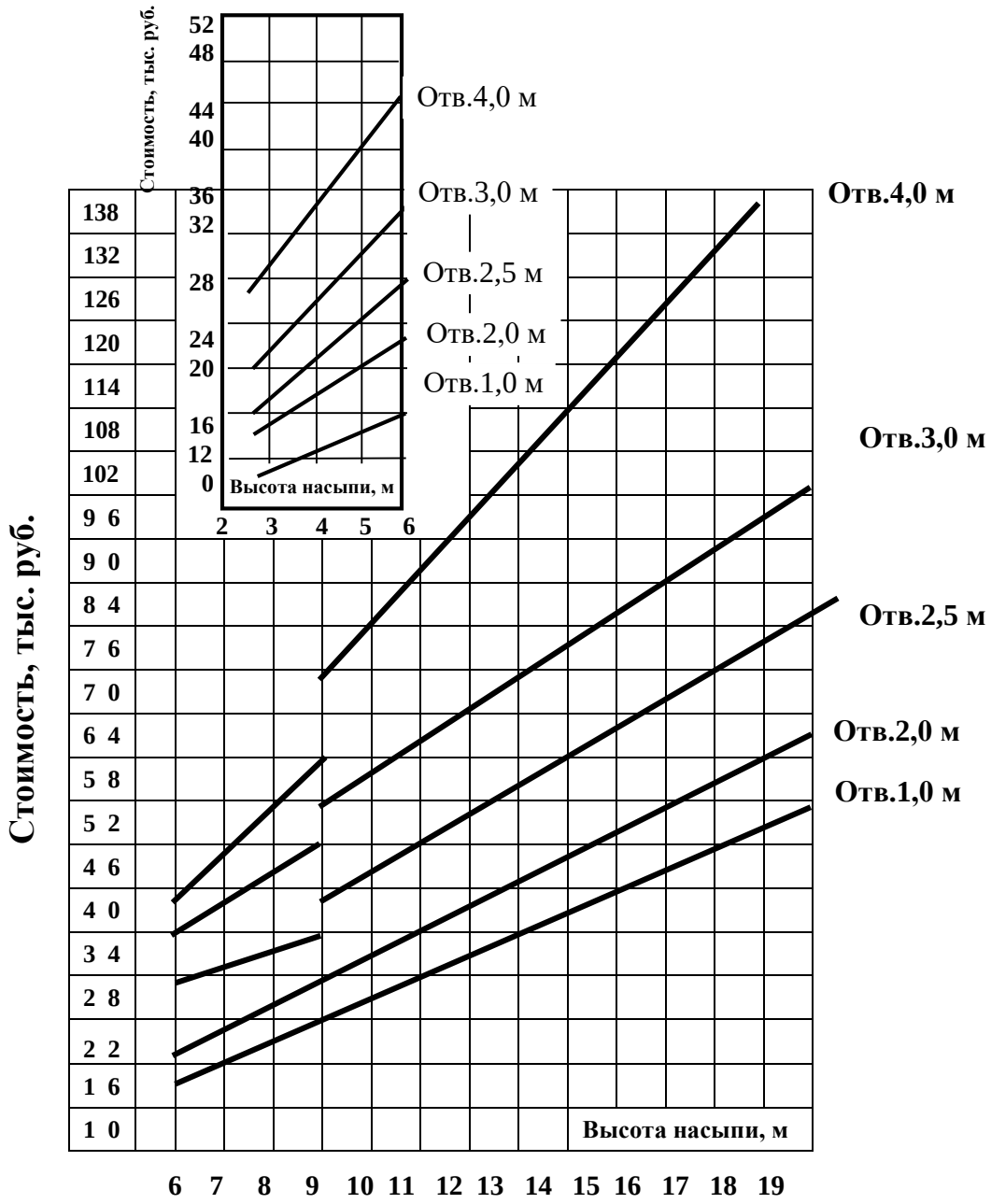
ж) Водопропускная способность эстакадных мостов при насыпи высотой 6 и 7 м



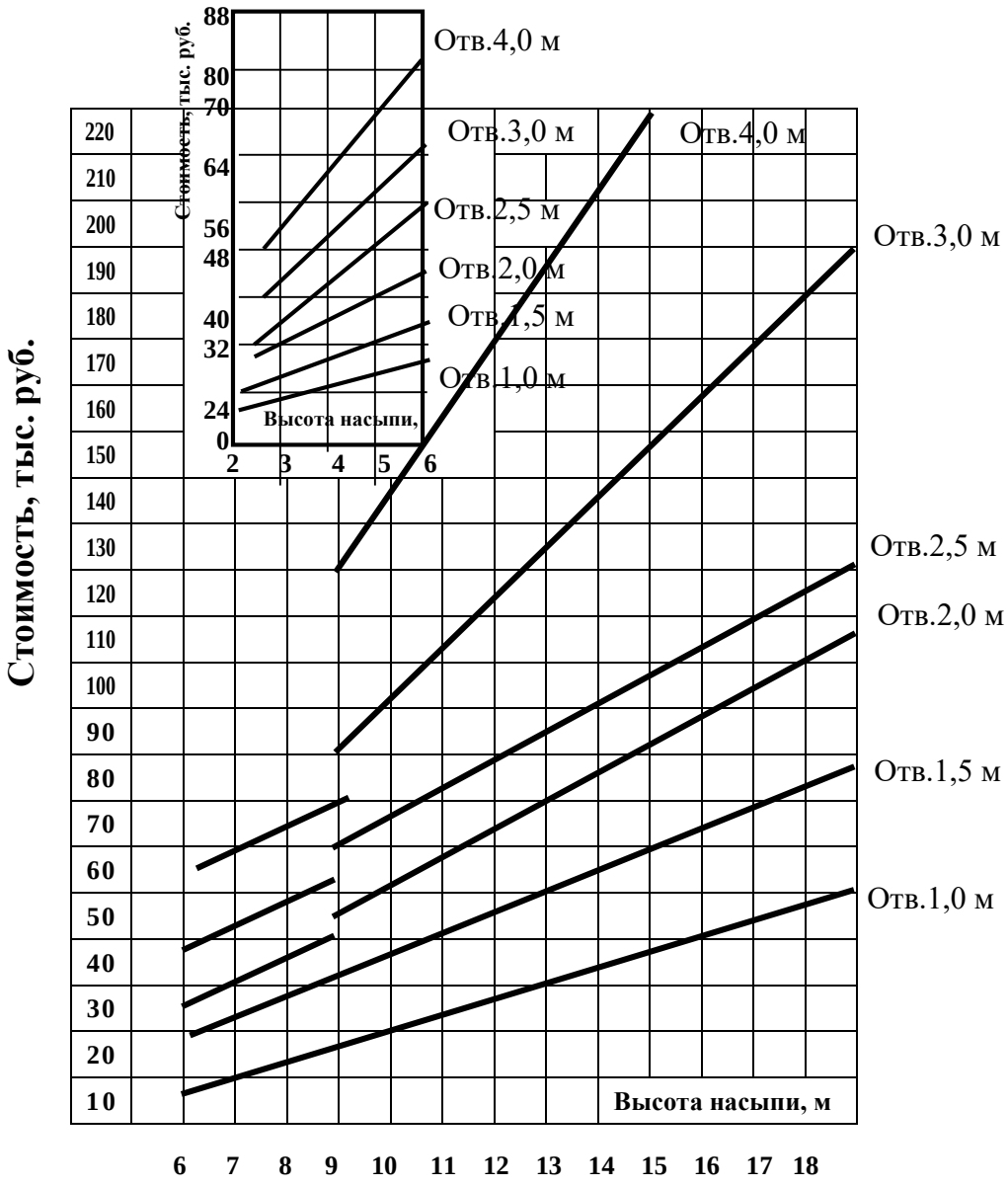


1 - 1 схема; 2 - 2 схема; 3 - 3схема; 4 - 4

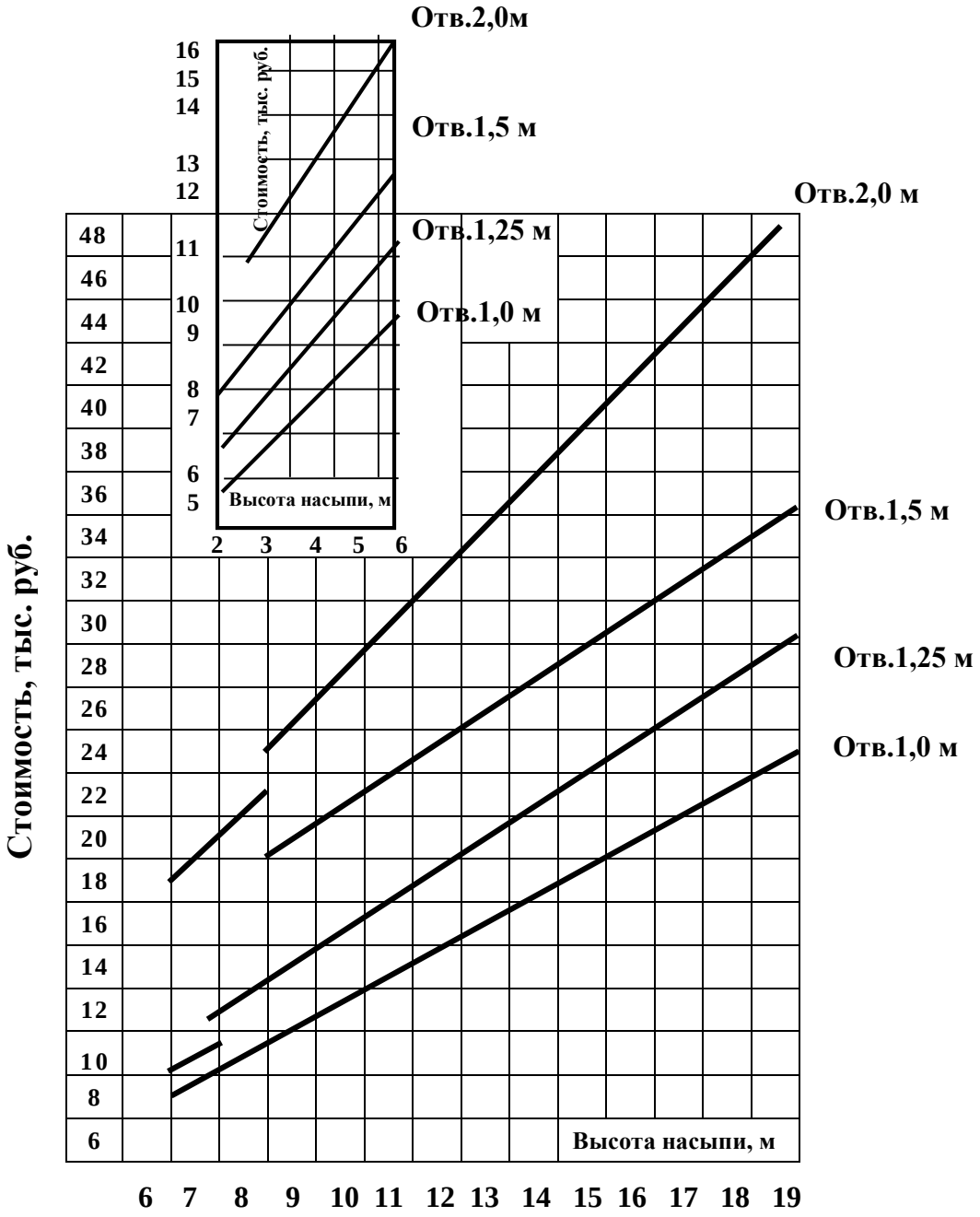
а) Строительная стоимость прямоугольных железобетонных одноочковых труб



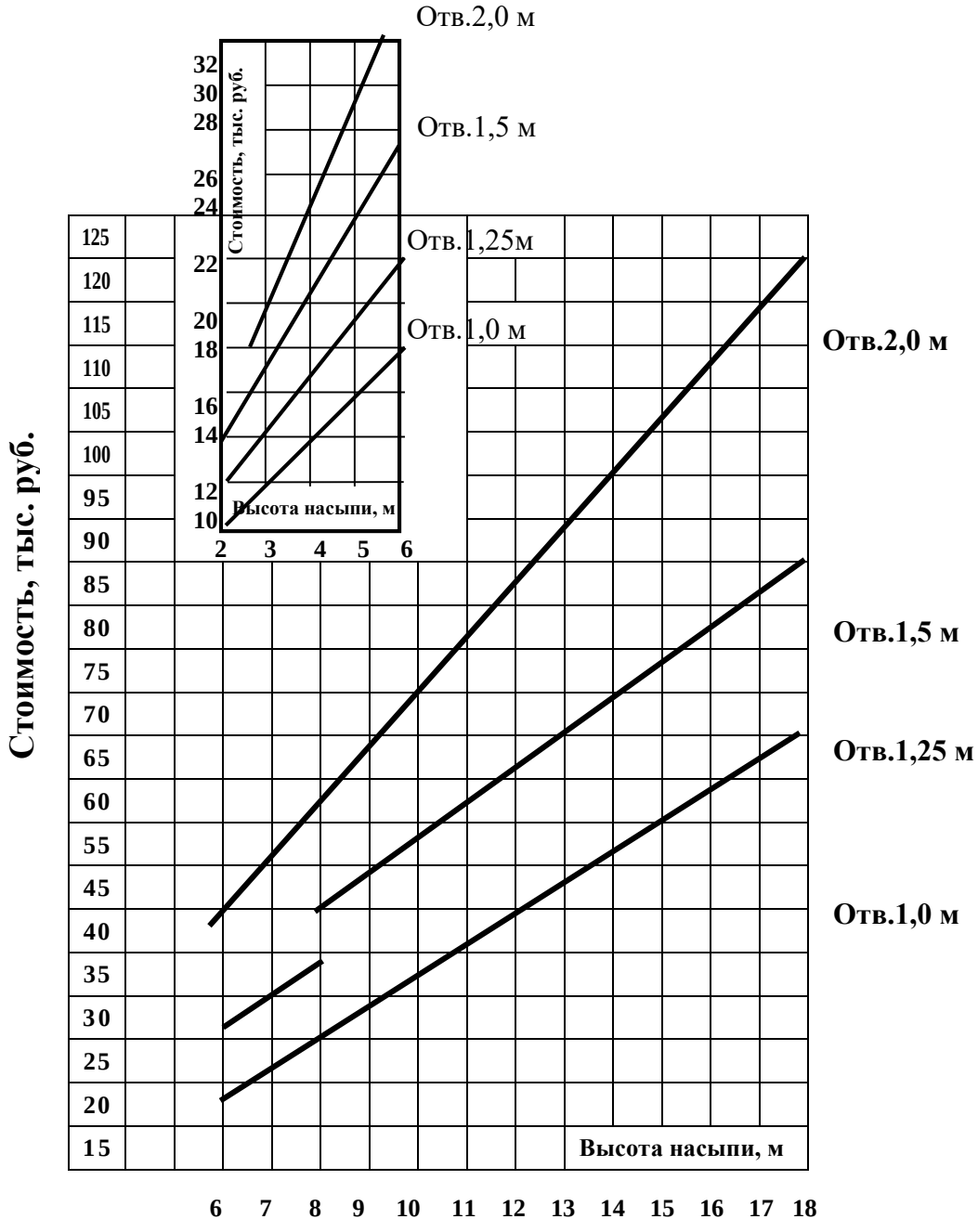
б) Строительная стоимость прямоугольных железобетонных двухочковых труб



а) Строительная стоимость круглых железобетонных одноочковых труб



б) Строительная стоимость круглых железобетонных двухочковых труб



ПРИЛОЖЕНИЕ 6

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

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	27,15										
13	25,38										
12	23,79		2ТЭ10						2ТЭ3 2 секции		
11	22,25						22,34				
10	20,79	27,29					20,79				
9	19,39	25,11					19,34	24,00			
8	18,02	23,11	28,69				17,89	23,20			
7	16,66	21,20	26,06	31,33			16,43	21,20			
6	15,35	19,48	23,65	28,15			15,07	19,30	23,70		
5	14,07	17,75	21,43	25,20	29,24	33,51	13,71	17,48	21,34	25,24	
4	12,89	16,07	19,34	22,56	25,92	29,33	12,39	15,71	19,02	22,43	25,88
3	11,85	14,57	17,34	20,16	22,97	25,79	11,17	13,98	16,84	19,75	22,65
2	10,90	13,21	15,53	17,89	20,25	22,61	10,12	12,44	14,80	17,21	19,66
1	10,12	12,08	14,03	15,98	17,89	19,84	9,17	11,17	13,08	14,98	16,93
0	7,85	11,26	12,89	16,16	14,53	17,75	8,22	10,03	11,71	13,35	14,89
-1	6,58	8,22	9,90	11,53	14,98	16,39	6,36	8,99	10,49	11,99	13,39
-2	5,36	6,58	7,85	9,13	10,35	11,62	5,18	6,40	7,67	8,94	10,17
-3	5,04	6,31	7,58	8,85	10,12	11,40	4,95	6,22	7,49	8,76	10,03
-4	5,40	6,81	8,17	9,53	10,94	12,30	5,31	6,67	8,08	9,44	10,81
-5	5,77	7,26	8,76	10,22	11,71	13,21	5,68	7,17	8,67	10,12	
-6	6,13	7,72	9,35	10,94			6,04	7,63	9,22		
-7	6,49	8,22	9,90	11,62			6,40	8,13			
-8	6,86	8,67	10,49				6,76	8,58			
-9	7,22	9,17					7,13	8,60			
-10	7,58	9,62					7,49				
-11	7,95						7,85				
-12	8,31										
-13	8,67										
-14	9,03										

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	14,30										
14	13,67						19,79				
13	12,98						18,84				
12	12,35		ВЛ 60				17,89		ВЛ 80		
11	11,71						16,93				
10	11,12	15,35					16,03	20,66			
9	10,49	14,48					15,07	19,39			
8	9,90	13,57					14,12	18,16	22,06		
7	9,26	12,71	16,30				13,21	16,93	20,61		
6	8,63	11,80	15,12				12,35	15,71	19,11	22,52	
5	7,99	10,99	13,94	16,98			11,49	14,57	17,62	20,70	23,79
4	7,35	10,12	12,89	15,57			10,71	13,44	16,16	18,98	21,70
3	6,76	9,26	11,80	14,21			9,94	12,35	14,80	17,30	19,75
2	6,27	8,40	10,67	12,89			10,12	12,44	14,80	17,21	19,66
1	5,58	7,67	9,62	11,58			9,17	11,17	13,08	14,98	16,93
0	4,90	6,67	8,54	10,44			8,22	10,03	11,71	13,35	14,89
-1	4,22	5,68	7,26	8,81			6,36	8,99	10,49	11,99	13,39
-2	3,54	4,72	5,95	7,17			5,18	6,40	7,67	8,94	10,17
-3	3,45	4,63	5,90	7,17			4,95	6,22	7,49	8,76	10,03
-4	3,68	4,99	6,36	7,72			5,31	6,67	8,08	9,44	10,81
-5	3,90	5,31	6,76	8,26			5,68	7,17	8,67	10,12	
-6	4,13	5,63	7,22				6,04	7,63	9,22		
-7	4,36	5,99	7,67				6,40	8,13			
-8	4,63	6,31					6,76	8,58			
-9	4,86	6,67					7,13				
-10	5,08	6,99					7,49				
-11	5,31						7,76				
-12	5,58						8,13				
-13	5,81						8,44				
-14	6,04						8,81				
-15	6,27										

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14	13,76										
13	12,98						19,11				
12	12,30		ВЛ 23				18,02		ВЛ 8		
11	11,94						17,03				
10	11,21						16,25				
9	10,53	14,80					15,21	19,43			
8	9,85	13,76					14,26	18,16			
7	9,17	13,08					13,30	17,03	20,61		
6	8,58	12,08	15,30				12,30	15,75	19,07	22,47	
5	7,90	11,08	14,35	17,21			11,40	14,53	17,66	4,53	
4	7,31	10,17	13,03	15,66			10,49	13,30	16,12	4,17	
3	6,63	9,22	11,76	14,30			9,58	12,08	14,62	3,77	
2	6,04	8,35	10,58	12,80			8,67	10,99	13,17	3,38	
1	5,54	7,49	9,44	11,35			7,85	9,85	11,80	3,01	
0	5,08	6,76	8,40	10,08			7,17	8,85	10,49	2,68	
-1	4,04	5,58	7,17	8,72			5,77	8,13	9,53	2,42	
-2	3,36	4,63	5,86	7,08			4,77	5,99	7,22	1,87	
-3	3,27	4,54	5,81	7,08			4,63	5,90	7,17	1,85	
-4	3,50	4,90	6,27	7,63			4,99	6,36	7,72	2,00	
-5	3,72	5,22	6,72	8,22			5,31	6,81	8,31	2,15	
-6	3,95	5,58	7,17				5,68	7,26	8,85	2,30	
-7	4,22	5,90					6,04	7,72	9,40		
-8	4,45	6,27					6,36	8,17			
-9	4,68	6,63					6,72	8,63			
-10	4,90						7,04				
-11	5,18						7,40				
-12	5,40						7,76				
-13	5,63						8,08				
-14	5,86										

ЛИТЕРАТУРА

1.Рабочая программа учебной дисциплины «Изыскания и проектирование железных дорог», направление: 271501*.65 СЖс-2Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей», квалификация выпускника – специалист.-М.: РОАТ.2013.

2.Изыскания и проектирование железных дорог: Учебник для ВУЗоВ.-М.: ИКЦ Академкнига,2003,288с.

3.Строительные нормы и правила. Железные дороги колеи 1520 мм. СНиП 32-01-95. Минстрой России. ГУПП ЦПП,1995.

4.Изыскания и проектирования железных дорог .Учебник для вузов ж.-д. транспорта /Б.А. Волков, И.В. Турбин, Е.С. Свинцов, Н.С. Лобанова; Под ред. Б.А. Волкова. – М.: Маршрут, 2005. – 408.

5. 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.

6. Ткаченко В.И.Методические указания к проведению лабораторных работ по курсу: «Изыскания и проектирования железных дорог». Задание и методич. указ к лаб. работам. РОАТ –М.: 2009.

7. Ткаченко В.И.Проектирование и выбор направления плана трассы новой железнодорожной линии. Методич. пособ. РОГТУПС –М.: 2008.

8. Ткаченко В.И.Проектирование и расчет раздельных пунктов на новых железнодорожных линиях. Методич. Пособ. РОАТ –М.:2011.

9. Правила тяговых расчетов для поездной работы / МПС СССР, ВНИИЖТ. - М.: Транспорт, 1985. 287 с.

10. Инструкция по расчету стока с малых бассейнов ВСН 63-76. М .: Минтрансстрой, 1976.

11.Копыленко В.А. Гидравлические характеристики малых водопропускных сооружений. М.: МИИТ, 1985.

12. Проектирование и расчет искусственных водопропускных сооружений на железной дороге. Методич. Пособ. РОГТУПС –М.: 2008.

13.Копыленко В.А., Переселенкова И.Г. Проектирование мостового перехода на пересечении реки трассой железной дороги: Учебник пособие для вузов ж.-д. транспорта /под редакцией В.А. Копыленко. – М.: Маршрут, 2004. – 196с.
14.Космин В.В. Сравнение вариантов проектных решений. /Учебное пособие. РГОТУПС, М, 1995
15. Ганьшин В. Н ., Хренов Л.С. Таблицы для разбивки круговых и переходных кривых. М.: Недра, 1985.
16. 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.
17. Турбин И.В. Практические расчеты при проектировании трассы железных дорог. М.: Транспорт, 1987.