

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Изыскания и проектирование дорог»

Г. В. АХРАМЕНКО, Т. А. РУДЕНКО

СБОРНИК ЗАДАЧ
ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Часть 2

РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРОФИЛЯ, ПЛАНА И ЗЕМЛЯНОГО
ПОЛОТНА ОДНОПУТНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Практическое пособие

Гомель 2011

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Изыскания и проектирование дорог»

Г. В. АХРАМЕНКО, Т. А. РУДЕНКО

СБОРНИК ЗАДАЧ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Часть 2

РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРОФИЛЯ, ПЛАНА И ЗЕМЛЯНОГО
ПОЛОТНА ОДНОПУТНЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Практическое пособие

*Одобрено методической комиссией
строительного факультета*

Гомель 2011

УДК 625.1.001.2
ББК 39.20
А95

Р е ц е н з е н т – заведующий кафедрой «Строительство и эксплуатация дорог» кандидат технических наук, доцент *П.В. Ковтун* (УО «БелГУТ»)

Ахраменко Г. В.

А95 Сборник задач по проектированию железных дорог: практ. пособие : в 3 ч./ Г. В. Ахраменко, Т. А. Руденко ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2011. – Ч. 2 : Реконструкция профиля, плана и земляного полотна однопутных железных дорог. – 96 с.
ISBN 978-985-468-921-0 (ч. 2)

В первой части пособия «Тяговые расчеты при проектировании железных дорог» (автор Н. В. Довгелок, Гомель, 2010) изложены краткие сведения из теории раздела «Тяговые расчеты» дисциплины «Изыскания и проектирование железных дорог» в соответствии с типовой программой, примеры и перечень задач для самостоятельного решения.

Во второй части приведены краткие сведения из теории раздела «Реконструкция однопутных железных дорог» дисциплины «Изыскания и проектирование железных дорог» в соответствии с типовой программой, примеры и перечень задач для самостоятельного решения.

Предназначено для выработки практических навыков в решении задач по реконструкции продольного профиля, плана и земляного полотна однопутных железных дорог у студентов специальности «Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство».

УДК 625.1.001.2
ББК 39.20

ISBN 978-985-468-921-0 (ч. 2)
ISBN 978-985-468-684-4

© Ахраменко Г. В., Руденко Т. А., 2011
© Оформление. УО «БелГУТ», 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1 Реконструкция продольного профиля	6
1.1 Определение отметок низа балласта	6
1.2 Определение отметок расчетной головки рельса	6
1.3 Нанесение проектной линии	8
1.4 Пример решения задачи по реконструкции продольного профиля	10
Задачи для самостоятельного решения	14
2 Проектирование выправки плана существующих железных дорог	45
2.1 Причины, основные положения, нормативные требования и методы рас- чёта смещений при выправке плана существующего железнодорожного пути	45
2.2 Выправка существующих кривых	8
2.2.1 Подбор радиуса проектируемой кривой	48
2.2.2 Определение рихтовок	50
2.2.3 Пример решения задачи по проектированию выправки существующей кривой	54
Задачи для самостоятельного решения	58
2.3 Увеличение радиуса кривой	73
2.3.1 Пример решения задачи по увеличению радиуса кривой	75
Задачи для самостоятельного решения	76
3 Реконструкция земляного полотна	78
3.1 Первый тип поперечных профилей	9
3.2 Второй тип поперечных профилей	81
3.3 Третий тип поперечных профилей	3
3.4 Примеры решения задач	84
Задачи для самостоятельного решения	89
Список использованной и рекомендуемой литературы	95
Приложения	
А Утрированный продольный профиль	вкл
Б Угловая диаграмма существующей и правильной кривой.	вкл

ВВЕДЕНИЕ

В связи с неуклонным ростом требований к параметрам продольного профиля и плана железных дорог многие участки существующих железных дорог перестают удовлетворять современным требованиям проектирования и эксплуатации.

К недостаткам трассы существующих железных дорог относятся:

- 1) наличие крутых уклонов;
- 2) излишнее удлинение линии;
- 3) наличие кривых малого радиуса;
- 4) недостаточность длин переходных кривых и прямых вставок между кривыми.

Крутые уклоны ограничивают возможность увеличения массы поездов при заданной мощности локомотива, осложняют эксплуатацию подвижного состава и пути. Наличие кривых малого радиуса, недостаточная длина переходных кривых и прямых вставок ограничивают скорости движения, увеличивают износ пути и подвижного состава. Поэтому постоянно возникает необходимость в повышении технического уровня существующих железных дорог, т.е. в реконструкции продольного профиля, плана и земляного полотна.

При реконструкции продольного профиля решаются задачи по уположению крутых уклонов, увеличению длины элементов, обеспечению допускаемой по СТН [1] алгебраической разности сопрягаемых уклонов.

Реконструкция плана с учетом строительства второго пути предусматривает решение следующих задач:

- 1) проектирование выправки существующей кривой;
- 2) увеличение радиусов кривых в плане;
- 3) увеличение или замена недостаточных прямых вставок между смежными кривыми, направленными в одну или разные стороны.

При реконструкции земляного полотна решаются задачи по его уширению, подьемке, а при необходимости, и смещению оси существующего пути.

В данном пособии представлены задачи, связанные с реконструкцией продольного профиля, выправкой кривых в плане, увеличением радиуса кривых в плане и реконструкцией земляного полотна, приведены примеры решения задач.

1 РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ

Для удобства работ по проектированию реконструкции продольного профиля составляется утрированный продольный профиль (приложение А), который вычерчивается в горизонтальном масштабе 1:10000 (1 см соответствует 100 м на местности), вертикальный масштаб равен 1:100 (1 см соответствует 1 м высоты). Такой крупный вертикальный масштаб позволяет точнее контролировать положение проектной линии и величины подъемов и срезок. На утрированный профиль наносятся линия земли, линия низа балласта (НБ), линия существующей головки рельса (СГР), а также линии расчетной головки рельса (RGR_{\min} и RGR_{\max}). С учётом положения двух последних наносится линия проектной головки рельса (ПГР).

Для проектирования реконструкции продольного профиля применяют те же нормы, что и для новых линий, и только в обоснованных случаях в целях сохранения постоянных устройств допускается применение предусмотренных строительными нормами льготных норм, а именно:

- назначать уклоны круче руководящего, если тяговыми расчетами проверена скорость в конце подъема (она не должна быть меньше расчетной скорости);
- применять дробные уклоны (5,1; 0,4 ‰, ...);
- длины элементов принимать, кратные 10, 5 и 1 м (341, 356, ...);
- уменьшать длины прямых вставок до величины, применяемой в трудных условиях по СТН;
- радиусы кривых в вертикальной плоскости назначать до 10000 м на дорогах I, II категорий; 5000 м – III; 3000 м – IV;
- в трудных условиях при соответствующем технико-экономическом обосновании переломы продольного профиля разрешается располагать в пределах переходных кривых.

При проектировании реконструкции продольного профиля необходимо учитывать особенности, отличающие реконструкцию профиля от проектирования профиля новой дороги:

- необходимость учёта существующего положения и состояния земляного полотна, балласта, верхнего строения пути, искусственных сооружений и т.п.;
- наличие искусственных сооружений, переустройство которых нежелательно (мосты, тоннели, путепроводы и т.п.);
- недопустимость перерыва в движении поездов на реконструируемой дороге.

Реконструкция продольного профиля заключается в нанесении линии проектной головки рельса (ПГР) в соответствии с нормативными требованиями и с учетом указанных допущений и особенностей. На основании отметок существующей головки рельса (СГР) и типа верхнего

строения пути перед нанесением линии ПГР определяются отметки низа балласта (НБ) и вспомогательной линии расчетной головки рельса (РГР).

1.1 Определение отметок низа балласта

Отметка НБ определяется по формуле

$$\text{НБ} = \text{СГР} - (h_{\text{ср}} + h_{\text{сб}}), \quad (1.1)$$

где СГР – отметка существующей головки рельса;

$h_{\text{ср}}$ – высота существующего рельса с учетом толщины подкладки и прокладки, м (таблица 1.1);

$h_{\text{сб}}$ – высота существующего балласта с учетом высоты шпалы, м (по условию задачи).

Т а б л и ц а 1.1 – **Высота рельсов**

Тип рельса	Высота рельса, м	Тип рельса	Высота рельса, м
Р 43	0,16	Р 65	0,20
Р 50	0,17	Р 75	0,22

Отметки НБ подсчитываются на каждом пикете за исключением участков, на которых располагаются мосты с безбалластной проезжей частью. На основании подсчитанных отметок тонкой пунктирной линией на утрированный профиль наносится линия низа балласта (приложение А).

1.2 Определение отметок расчетной головки рельса

Для удобства выбора проектного положения головки рельса (ПГР) используют условную *расчётную головку рельса* (РГР).

Существует два ограничения, накладываемые на отметки ПГР:

1 Отметки ПГР не должны быть ниже отметок РГР_{min} , которые являются нижней границей диапазона. Отметка РГР_{min} устанавливается относительно низа балласта (НБ) и определяется по формуле

$$\text{РГР}_{\text{min}} = \text{НБ} + h_{\text{пр}} + h_{\text{шп}} + h_{\text{пн}} + h_{\text{пш}}, \quad (1.2)$$

где $h_{\text{пр}}$ – высота проектируемого рельса, м (см. таблицу 1.1);

$h_{\text{шп}}$ – высота проектируемой шпалы, м (таблица 1.2);

$h_{\text{пн}}, h_{\text{пш}}$ – толщина проектируемого балласта под шпалой, м (таблица 1.3).

Т а б л и ц а 1.2 – **Толщина шпал**

Тип шпал	Толщина шпал, см
Железобетонные	20,0
Деревянные	18,0

2 Изменение отметок головки рельса при реконструкции профиля не должно приводить к избыточной толщине балласта, поскольку увеличение

толщины балластного слоя сопровождается увеличением ширины балластной призмы. Ширина балластной призмы может увеличиваться

только до определённого предела, пока обеспечивается минимальная допускаемая ширина обочин земляного полотна, составляющая по современным нормам [1] 0,5 м с каждой стороны. Поэтому при проектировании профиля отметки ПГР не должны превышать отметок верхней границы РГР_{max}. В случае, если ПГР окажется выше РГР_{max}, возникает необходимость в уширении основной площадки существующего земляного полотна за счёт боковых присыпок грунта на откосах, что трудоёмко и технологически сложно.

Отметки РГР_{max} (рисунок 1.1) определяются следующим образом:

$$РГР_{max} = НБ + \frac{1}{m} \left(\frac{a_c - a_{бп}}{2} - b_{min} \right) + h_{пр}, \quad (1.3)$$

где m – заложение откоса балластной призмы;

a_c – ширина существующей основной площадки, м;

$a_{бп}$ – ширина проектной балластной призмы, м;

b_{min} – наименьшая ширина обочины, $b_{min} = 0,5$ м [1].

Т а б л и ц а 1.3 – **Мощность верхнего строения пути**

Показатели	Мощность верхнего строения пути на железнодорожных линиях категорий					
	скоростные	особогрузон апряженные	I	II	III	IV
Тип рельсов	Р75 – Р65	Р75	Р75 – Р65	Р65	Р65	Р50
Род шпал	Деревянные 1-го типа или ж/б	Деревянные 1-го типа или ж/б	Деревянные 1-го типа или ж/б	Деревянные 1-го типа или ж/б	Деревянные 1-го типа или ж/б	Деревянные, ж/б
Толщина слоя балласта под шпалой, см, щебеночного (числитель) на балластной подушке из песка на пути с деревянными шпалами	30/20	35/20	30/20	30/20	25/20	25/20
То же с железобетонными	35/20	40/20	35/20	35/20	30/20	30/20

Отметки РГР подсчитываются на каждом пикете и плюсовой точке за исключением участков, на которых располагаются мосты с безбалластной проезжей частью. На основании подсчитанных отметок тонкой линией на утрированный профиль наносится линия расчетной головки рельса (см. приложение А).

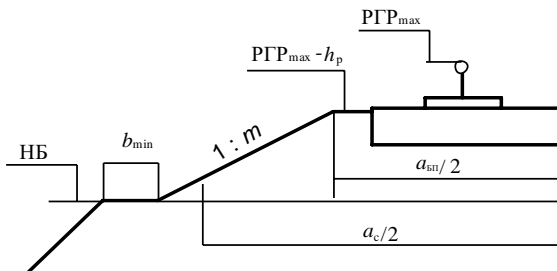


Рисунок 1.1 – Схема определения отметки $РГР_{max}$

1.3 Нанесение проектной линии

Чтобы избежать нежелательных работ – срезок или уширения основной площадки, необходимо проектную линию располагать так, чтобы выдерживалось условие $РГР_{min} < ПГР < РГР_{max}$. При нанесении проектной линии желательно соблюдать следующие рекомендации:

- подъёмки на соседних пикетах не должны резко отличаться между собой, чтобы не затруднять механизированное выполнение работ по подъёму пути;
- избегать срезок основной площадки земляного полотна. Она допускается только в исключительных случаях – на подходах к средним и большим мостам, путепроводам и тоннелям, при проектировании мероприятий по оздоровлению земляного полотна;
- на неэлектрифицированных дорогах следует отдавать предпочтение подъёмкам за счёт увеличения толщины балласта;
- водопропускные сооружения по возможности не должны подвергаться переустройству.

На средних и больших мостах с безбалластной проезжей частью следует сохранять отметку головки рельса, т.е. обеспечивать выполнение условия $ПГР = СГР$, даже если это приводит к необходимости проектирования срезок земляного полотна на подходах к мосту. Если высота проектного рельса больше, чем существующего, то $ПГР$ на мосту должна быть соответственно увеличена против $СГР$, т.е. должно выполняться условие

$$ПГР = СГР + \Delta h_p, \quad (1.4)$$

где $\Delta h_p = h_{пр} - h_{ср}$.

На малых мостах с устройством пути на балласте могут быть допущены небольшие подъемки (до 0,10–0,15 м) за счет увеличения толщины балласта. Подъемки больше указанных нежелательны, так как они потребуют поднятия всего пролетного строения моста с некоторой реконструкцией его устоев, что усложняет производство работ.

Нанесение проектной линии следует начинать с участков, где существующие уклоны круче расчетного (i_p), или с участков, где положение проектной головки рельса уже известно, например, на подходах к мостам с безбалластной проезжей частью. При нанесении линии ПГР необходимо соблюдать нормы и требования СТН и ликвидировать отмеченные отступления от них, которые выявляются в результате анализа существующего продольного профиля. При совпадении расчетного уклона с кривыми его следует смягчать на величину уклона, эквивалентного дополнительному сопротивлению от кривой $i_{э(к)}$ ($i_{э(к)} = \omega_r$), а в кривых радиуса 500 м и менее – дополнительно на величину i_{ψ} , т.к. при прохождении поезда по кривым малых радиусов (500 м и менее) вследствие уменьшения сцепления колес локомотива с рельсами уменьшается и его сила тяги. Протяженность дополнительного смягчения l_{ψ} может быть принята равной длине кривой К. Тогда

$$i_{\psi} = 1,07(\omega_0 + i_p)(1 - k_{кр}), \quad (1.5)$$

где ω_0 – средневзвешенное основное удельное сопротивление движению поезда, Н / кН, при расчетной скорости;

$k_{кр}$ – отношение силы тяги локомотива в кривой радиуса R , м, к расчетному значению силы тяги локомотива $F_{кр}$.

Дополнительное сопротивление от кривой в зависимости от соотношения длины кривой K и полезной длины приемо-отправочных путей $l_{по}$ определяется по формулам:

- при $K \geq l_{по}$

$$\omega_r = 700/R, \quad (1.6)$$

- при $K < l_{по}$

$$\omega_r = 12,2\alpha^{\circ}/l_{по}, \quad (1.7)$$

где R – радиус круговой кривой, м;

α° – угол поворота кривой, град.

Длина и уклоны элементов проектной линии подбираются сначала графически, а затем уточняются расчётом с округлением уклонов до 0,1 ‰. Проектные отметки, подъёмки и подрезки указываются на всех пикетах и плюсах с точностью до 0,01 м. Не рекомендуется злоупотреблять льготными нормами. Что касается длины элементов профиля, то следует иметь в виду, что разделительные площадки на горбах, элементы сплошь вогнутого и сплошь выпуклого профиля, а также элементы, на которые

разбивается расчетный уклон при смягчении в кривых, могут беспрепятственно назначаться длиной до 200 м, так как это не снижает эксплуатационного качества продольного профиля.

В местах сопряжения смежных элементов профиля устраиваются вертикальные кривые для обеспечения прочности и устойчивости вагонов, а также создания комфортных условий для пассажиров, т.к. в момент движения поезда в кривой на них действует дополнительное поперечное ускорение.

В таблице 1.4 приведены значения тангенсов вертикальных кривых T_v для рекомендуемых и допускаемых радиусов, а также значения алгебраической разности уклонов Δi , при которых предусматривается устройство вертикальных кривых [1].

Т а б л и ц а 1.4 – Тангенсы вертикальных кривых T_v и значения алгебраической разности уклонов Δi

$R_v, м$	$T_v, м$	$\Delta i, ‰$	$R_v, м$	$T_v, м$	$\Delta i, ‰$
20000	$10,0\Delta i$	$>2,0$	5000	$2,5\Delta i$	$>4,0$
15000	$7,5\Delta i$	$>2,3$	3000	$1,5\Delta i$	$>4,3$
10000	$5,0\Delta i$	$>2,8$			

Изменение проектной отметки на переломе продольного профиля ΔH_1 , м, при устройстве вертикальных кривых вычисляется по формуле

$$\Delta H_1 = T_v^2 / 2R_v. \quad (1.8)$$

Исправленная проектная отметка

$$ПГР_{ис} = ПГР \pm \Delta H. \quad (1.9)$$

Знак ΔH зависит от характера перелома: при вогнутом сопряжении – плюс, выпуклом – минус. Реконструкция продольного профиля заканчивается подсчетом подъемов и срезок.

Подъёмкой является изменение положения СГР за счёт увеличения толщины балласта или повышения отметки основной площадки. Величина подъёмки, м,

$$\Delta h = ПГР - СГР. \quad (1.10)$$

Срезки появляются за счёт уменьшения толщины существующего балластного слоя или срезки основной площадки. Величина срезки, м,

$$\Delta h_c = РГР - ПГР. \quad (1.11)$$

На тех участках, где имеется неполнота балласта, т.е. линия ПГР располагается ниже линии РГР не более чем на 5 см ($РГР - ПГР \leq 0,05$ м), определяется величина подъёмки.

1.4 Пример решения задачи по реконструкции продольного профиля

Задача. По данным съёмки (таблица 1.5) составить утрированный продольный профиль существующего участка; выявить отступления от действующих СТН по плану и профилю перегона и отдельного пункта; запроектировать необходимую реконструкцию продольного профиля; рассчитать подъёмки и срезки.

Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – II; руководящий уклон $i_p = 10 \text{ ‰}$; полезная длина приемо-отправочных путей $l_{\text{по}} = 1050$ м; существующее верхнее строение пути: рельсы Р50; шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: рельсы Р65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный.

Таблица 1.5 – Ведомость профиля и плана существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
300		19,23	22,43	0,34				
301		20,06	22,49	0,36				
302		20,74	22,57	0,37				
нkk	19,30	-	-	-	Право	640	40°20'	
303		22,07	22,80	0,33				
	60	24,14	23,11	0,31				
304		22,46	23,19	0,32				
305		21,94	24,52	0,35				
306		22,31	23,93	0,34				
307		21,65	24,22	0,37				
нkk	43,52	-	-	-	Право	1280	12°56'	
308		21,30	24,38	0,33				
309		20,94	24,37	0,36				
310		21,29	24,48	0,40				
311		21,02	25,62	0,42				
	41	19,06	25,98	-			ММ отв. 17,1 м	
312		21,13	25,91	0,48				
313		22,18	26,02	0,40				
314		23,40	26,19	0,38				
315		24,21	26,41	0,36				
316		25,93	27,43	0,35				
317		29,84	28,70	0,31				
	40	33,19	29,11	0,29				
318		32,80	29,24	0,28				

НКК	00,20	-	-	-	Лево	747	20°06'	
319		31,24	29,57	0,30				
	65	32,18	29,49	0,28				
320		27,90	29,14	0,32				
321		26,24	28,60	0,33				
322		25,94	27,20	0,36				
323		24,79	25,69	0,37				
324		24,36	24,91	0,41				
325		23,05	24,57	0,45				
326		21,59	24,18	0,43				

Окончание таблицы 1.5

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
327		22,94	24,09	0,51				
	23	17,44	24,12	-			ЖБТ отв. 2,0 м	
328		19,53	24,08	0,48				
329		19,95	24,14	0,45				
330		21,66	24,42	0,41				

Решение. Задачу решаем в приведенной ниже последовательности:

1 Составляем утрированный продольный профиль в масштабах, указанных в п.1. Для этого наносим пикетаж, который приведен в первом столбце ведомости (см. таблицу 1.5) и план существующего пути с точной привязкой к пикетажу начала и конца всех круговых кривых. Конец круговых кривых определяем по формуле $ККК = НКК + К$, а длину кривой – по таблицам для разбивки кривых [6] либо по формуле

$$K = \pi R \alpha / 180^\circ.$$

Например, длина первой кривой $K = 3,14159 \cdot 40^\circ 20' \cdot 640 / 180^\circ = 450,52$ м. Тогда $ККК = \text{пк НКК} + К = (\text{пк } 302 + 19,30) + 450,52 = \text{пк } 306 + 69,82$ м. Помимо элементов кривых (α , R и K) и привязки их к пикетажу указываем с той же точностью длины прямых между круговыми кривыми. Далее заполняем графу «Отметка земли» и производим наколку этих отметок. Наколотые точки земли соединяем тонкими пунктирными линиями.

Графу «Отметка СГР» заполняем на основе данных, приведенных в 3-м столбце ведомости, производится наколка этих отметок. Наколотые точки СГР соединяем сплошными тонкими линиями. На всех пикетах и плюсах проводим ординаты до линии СГР. В верхнюю графу сетки утрированного профиля вписываем толщину существующего балласта в сантиметрах (данные столбца 5 таблицы 1.5).

2 В графе «Существующие уклоны» проставляем попикетные уклоны в промилле, определяемые как разность соседних отметок СГР в метрах,

умноженная на 10. Если имеются плюсовые точки, то записываем уклоны от пикета до плюса, определяемые как разность отметок в метрах, деленная на длину участка в километрах. Наклонной линией показываем направление уклона. Протяжение уклонов, как постоянную величину (100 м), не указываем. Например, на участках (см. приложение А):

$$1) \text{ пк } 300 - \text{ пк } 301 \quad i_c = (22,49 - 22,43) \cdot 10 = 0,6 \text{ ‰};$$

$$2) \text{ пк } 304 - \text{ пк } 305 \quad i_c = (24,52 - 23,19) \cdot 10 = 13,3 \text{ ‰};$$

$$3) \text{ пк } 311 + 41 - \text{ пк } 312 \quad i_c = (25,98 - 25,62) / 41 \cdot 1000 = 8,8 \text{ ‰}.$$

Данные о существующих водопропускных сооружениях выписываем между ординатами профиля: ниже линии СГР, но выше линии земли. Условные знаки водопропускных сооружений не показываем.

3 На каждом пикете определяем отметки низа балласта (НБ) по формуле (1.1). В соответствии с исходными данными $h_{cp} = 0,17$ м (таблица 1.1) толщину существующего балласта $h_{сб}$, м, принимаем из задания.

Например:

$$1) \text{ пк } 300, \quad h_{сб} = 0,52 \text{ м, тогда НБ} = 22,43 - (0,17 + 0,52) = 21,74 \text{ м};$$

$$2) \text{ пк } 304, \quad h_{сб} = 0,50 \text{ м, НБ} = 23,19 - (0,17 + 0,50) = 22,52 \text{ м};$$

$$3) \text{ пк } 317 + 40, \quad h_{сб} = 0,20 \text{ м, НБ} = 29,11 - (0,17 + 0,20) = 28,74 \text{ м}.$$

Отметки НБ подсчитываем на каждом пикете и плюсовых точках, кроме участка пк 311 – 312, на котором расположен металлический мост.

4 Производим подсчет отметок расчетной головки рельса (РГР) по формуле (1.2). Учитывая, что в проектируемом верхнем строении пути рельсы Р65, шпалы железобетонные, балласт щебеночный, и используя таблицы 1.2 и 1.3 ($h_{ш} = 0,35$ м, $h_{п} = 0,20$ м, $h_{шп} = 0,20$ м, $h_{пр} = 0,20$ м), получим

$$\text{РГР}_{\min} = \text{НБ} + 0,20 + 0,20 + 0,20 + 0,35 = \text{НБ} + 0,95.$$

$$\text{Тогда для пк } 300 \quad \text{РГР}_{\min} = 21,74 + (0,20 + 0,35 + 0,20 + 0,20) = 22,69 \text{ м};$$

$$\text{пк } 304 \quad \text{РГР}_{\min} = 22,52 + (0,20 + 0,35 + 0,20 + 0,20) = 23,47 \text{ м};$$

$$\text{пк } 317 + 40 \quad \text{РГР}_{\min} = 28,47 + (0,20 + 0,35 + 0,20 + 0,20) = 29,42 \text{ м}.$$

На продольный профиль наносим линии НБ и РГР.

5 Проектную линию начинаем наносить с участка, на котором имеется металлический мост, в данном случае – это пк 311 – 312 м. По формуле (1.4) отметка проектируемой головки рельса (ПГР) на мосту известна и составляет $\text{ПГР} = 25,98 + 0,03 = 26,01$ м, т. к. $\Delta h_p = \Delta h_{пр} - \Delta h_{ср} = 0,20 - 0,17 = 0,03$ м.

Длину элемента назначаем 200 м, в результате чего на подходах к мосту запроектирована срезка. Далее наносим проектную линию на участках, где существующие уклоны превышают заданный руководящий уклон $i_p = 10 \text{ ‰}$. В данном случае это участки пк 304 – пк 305; пк 315 – пк 317 + 40; пк 321 – пк 323. Положение проектной линии выбираем таким образом, чтобы избежать на этих участках подрезок. Для этого проектную линию проводим через пиковые точки, которыми в данном случае являются отметки РГР на

пк 305 (РГР = 24,77 м); ПК 317 + 40 (РГР = 29,42 м); ПК 321 (РГР = 28,87 м). На всех участках, где существующие уклоны меньше руководящего, проектную линию наносим, совмещая по возможности с линией расчетной головки рельса.

При совпадении руководящего уклона с кривыми смягчаем его на величину сопротивления от кривой по формулам (1.5) или (1.6). В данном случае это участок ПК 320 – ПК 322:

$$i_{э(к)} = \omega_r = 12,2\alpha / l_{по} = 12,2 \cdot 20^{\circ}06' / 1050 = 0,2 \text{ ‰};$$

тогда уклон на этом участке составит $i = 10 \text{ ‰} - 0,2 \text{ ‰} = 9,8 \text{ ‰}$.

6 В местах сопряжения смежных элементов профиля при алгебраической разности сопрягаемых уклонов, превышающей величину, указанную в таблице 1.4 для данной категории дороги, устраиваем вертикальные кривые и пересчитываем проектную отметку по формулам (1.7) и (1.8). Например, на ПК 311 алгебраическая разность соседних уклонов $\Delta i = 4,7 \text{ ‰}$, что больше допустимой, равной $2,3 \text{ ‰}$ (см. таблицу 1.4). Так как по заданию дорога II категории, то $R_b = 15000$ м. Тогда $T_b = 7,5\Delta i = 7,5 \cdot 4,7 = 35,25$ м, а $\Delta H_1 = T_b^2 / 2R_b = (35,25)^2 / (2 \cdot 15000) = 0,04$ м. По формуле (1.8) исправленная отметка ПГР составит $\text{ПГР}_{ис} = 26,01 - 0,04 = 25,97$ м (в решении принят знак «-», т.к. сопряжение выпуклое).

На ПК 315 алгебраическая разность соседних уклонов $\Delta i = 4,9 \text{ ‰}$, $T_b = 7,5\Delta i = 7,5 \cdot 4,9 = 36,75$ м; $\Delta H_1 = T_b^2 / 2R_b = (36,75)^2 / (2 \cdot 15000) = 0,05$ м; $\text{ПГР}_{ис} = 27,03 + 0,05 = 27,08$ м (в решении принят знак «+», т.к. сопряжение вогнутое).

7 По формулам (1.9) и (1.10) производим подсчет подъемов и срезок. В данном примере на отдельных пикетах (ПК 300, 308, 319, 321, 327 + 23, 330) с целью уменьшения объема работ допускаем неполноту балластного слоя не более чем на 0,05 м. На подходе к металлическому мосту на ПК 313 (с целью сокращения объема работ) допущена срезка земляного полотна. На каждом пикете и плюсовой точке определяем величины досыпок или срезок по формулам (1.10) и (1.11). Например, на ПК 302 по формуле (1.10) подсчитываем значение подъема, т.к. отметка ПГР = 22,81 м больше, чем отметка РГР = 22,80 м; следовательно,

$$\Delta h = \text{ПГР} - \text{СГР} = 22,81 - 22,57 = 0,24 \text{ м.}$$

На пикете 313 подсчитывается значение срезки по формуле (1.11), т.к. отметка ПГР = 26,01 м меньше отметки РГР = 26,22 м; поэтому

$$\Delta h_c = \text{РГР} - \text{ПГР} = 26,22 - 26,01 = 0,21 \text{ м.}$$

Значения подъемов и срезок на каждом пикете и плюсовой точке заносим в соответствующую графу утрированного профиля. На этом этапе заканчивается реконструкция продольного профиля.

Задачи для самостоятельного решения

Во всех задачах по данным полевой съемки составить утрированный продольный профиль существующего участка, выявить отступления от действующих СТН по плану и профилю перегона и раздельного пункта; запроектировать необходимую реконструкцию продольного профиля, рассчитать подъемки и срезки.

Задача 1. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – II; руководящий уклон – 5 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 1050 м; существующее верхнее строение пути: Р50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: Р65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.1).

Ведомость 1.1 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметки земли	Отметки существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
122		72,20	73,66	0,35				
123		72,40	73,19	0,37				
124		72,90	72,68	0,30				
НКК	23,77	-	-	-	Лев	1067	24°16'	
125		73,20	72,14	0,32				
	30	73,50	71,92	0,29				
126		68,20	71,37	0,34				
127		65,40	70,54	0,43				
128		65,10	70,29	0,57				
129		64,60	70,36	0,49				
130		63,80	70,52	0,47				
	41	62,46	70,67	-			ММ отв. 17,1 м	
131		64,50	70,60	0,48				
НКК	63,18	-	-	-	Право	640	44°26'	
132		66,60	70,64	0,54				
133		67,40	70,96	0,47				
134		68,50	71,54	0,34				
135		70,60	72,28	0,41				
136		72,30	72,93	0,33				
137		75,50	73,71	0,38				
НКК	86,30	-	-	-	Право	1707	11°42'	
138		77,10	74,47	0,30				
	60	77,50	74,56	0,29				
139		77,30	74,69	0,32				
140		75,60	74,81	0,35				
141		73,30	75,12	0,39				
142		72,30	75,31	0,41				
	64	71,11	75,39	0,42			ЖБМ отв. 1,5 м	

143		71,80	75,44	0,36			
144		73,50	75,87	0,40			
145		74,70	76,71	0,53			
146		76,60	77,51	0,77			
147		77,30	78,00	0,56			
148		77,70	78,47	0,62			
149		78,10	78,96	0,71			
150		78,30	79,03	0,59			
151		77,90	78,95	0,53			
152		76,30	79,14	0,46			

Задача 2. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – II; руководящий уклон – 9 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 850 м; существующее верхнее строение пути: P50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: P65, шпалы деревянные; балласт щебеночный (ведомость 1.2).

Ведомость 1.2 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
21		62,20	63,80	0,28				
НКК	55,60	-	-	-	Право	1067	10°17'	
22		62,30	63,92	0,30				
23		62,40	63,79	0,27				
24		62,80	63,93	0,26				
25		62,90	63,97	0,28				
26		62,45	63,92	0,29				
27		62,30	63,76	0,31				
НКК	80,11	-	-	-	Право	640	69°48'	
28		62,40	63,79	0,30				
29		63,15	64,56	0,32				
30		62,80	64,97	0,35				
31		61,70	65,32	0,38				
32		61,67	66,24	0,37				
	38	60,52	66,46	0,36			ЖБТ отв. 2,0 м	
33		62,40	67,42	0,38				
34		65,80	68,90	0,37				
35		67,30	70,02	0,39				
36		69,80	70,91	0,36				
37		74,00	71,97	0,32				
38		76,40	72,51	0,30				
	60	76,90	72,88	0,31				
39		76,20	73,07	0,29				
40		73,60	73,55	0,32				
НКК	11,86	-	-	-	Левое	747	37°05'	
41		70,90	73,92	0,38				
	87	69,26	74,01	0,37			ЖБМ отв. 3,0 м	
42		69,70	74,13	0,41				

43		70,90	74,68	0,38			
44		74,30	75,67	0,35			
45		75,20	76,78	0,32			
46		75,60	77,79	0,38			
47		77,15	78,93	0,36			
48		78,20	79,62	0,39			
49		81,70	79,81	0,49			
50		82,20	79,97	0,41			
51		82,40	79,99	0,44			

Задача 3. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – I; руководящий уклон – 9 ‰; полезная длина приемоправочных путей – 850 м; существующее верхнее строение пути: Р65, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: Р65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.3).

Ведомость 1.3 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
188		215,30	215,78	0,31				
189		212,40	215,48	0,42				
190		212,10	215,53	0,46				
	68	211,27	215,68	0,50			ЖБМ отв. 2,0 м	
191		211,90	215,59	0,49				
нкк	72,13	-	-	-	Право	553	67°30'	
192		212,25	215,42	0,47				
193		212,40	215,67	0,42				
194		212,60	216,43	0,38				
195		213,00	217,37	0,34				
196		214,70	218,63	0,35				
197		215,00	219,71	0,33				
198		216,60	220,82	0,36				
199		219,70	221,73	0,34				
нкк	18,74	-	-	-	Право	427	39°06'	
200		223,60	222,76	0,38				
201		226,40	224,01	0,35				
202		227,80	225,19	0,37				
	40	228,40	225,57	0,39				
203		228,20	225,70	0,36				
204		227,30	225,66	0,38				
205		226,25	225,22	0,34				
206		224,60	224,79	0,31				
207		223,10	223,88	0,35				
208		220,90	222,90	0,33				
нкк	59,09	-	-	-	Лево	640	28°54'	
209		219,30	222,02	0,30				
210		217,00	221,11	0,29				

211		215,25	220,09	0,28				
212		214,40	218,87	0,32				
213		213,90	217,84	0,38				
	79	213,39	217,72	0,47				ЖБТ отв. 1,5 м
214		213,75	217,75	0,46				
215		215,90	217,88	0,39				
216		217,20	218,16	0,34				
217		217,40	218,21	0,35				

Задача 4. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – II; руководящий уклон – 8 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 850 м; существующее верхнее строение пути: P50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: P65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.4).

В е д о м о с т ь 1.4 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторона	Радиус кривой	Угол поворота	
160		227,00	224,48	0,32				
НКК	54,80	-	-	-	Лев	640	50°11'	
161		228,90	225,03	0,30				
162		229,80	225,32	0,31				
	30	230,05	225,39	0,29				
163		228,30	225,27	0,32				
164		224,10	225,06	0,34				
165		222,60	224,44	0,37				
166		220,00	223,81	0,36				
167		218,70	223,76	0,36				
	14	218,17	223,77	0,39				ЖБТ отв. 1,5 м
168		220,20	223,98	0,38				
169		223,10	224,59	0,42				
НКК	32,14	-	-	-	Прав	1218	14°02'	
170		224,80	225,53	0,59				
171		225,34	225,82	0,34				
172		224,90	225,71	0,61				
173		221,85	225,20	0,41				
174		221,00	225,02	0,45				
	42	220,67	224,97	0,49				ЖБТ отв. 2,0 м
175		221,40	225,00	0,45				
176		223,70	225,53	0,44				
177		225,00	226,47	0,37				
178		228,60	227,72	0,33				
НКК	14,92	-	-	-	Прав	1067	20°30'	
	80	229,80	228,06	0,31				
179		229,70	228,11	0,32				
180		228,80	228,01	0,30				

	60	228,40	227,89	0,33				
181		225,70	227,67	0,35				
182		224,30	227,08	0,42				
	40	224,10	227,01	0,57				
183		224,40	227,23	0,45				
184		226,10	227,39	0,41				
	45	226,60	227,31	0,55				
185		226,20	227,08	0,44				
186		225,20	226,42	0,37				
187		224,60	225,93	0,38				

Задача 5. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – II; руководящий уклон – 6 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 1050 м; существующее верхнее строение пути: Р50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: Р65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.5).

Ведомость 1.5 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристики искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
178		114,60	115,91	0,33				
НКК	31,24				Право	1067	26°47'	
179		114,40	116,01	0,30				
	46						ЖБМ отв. 4,0 м	
180		115,00	115,97	0,28				
181		115,10	116,11	0,26				
182		114,45	116,07	0,29				
183		114,35	115,81	0,32				
184		114,00	115,68	0,30				
185		114,40	115,76	0,31				
186		113,80	115,62	0,25				
187		111,30	115,43	0,37				
188		110,40	115,12	0,36				
189		110,20	114,52	0,48				
	76	109,77	114,30	0,50			ЖБТ отв. 2,0 м	
190		110,60	114,01	0,43				
191		110,50	113,03	0,41				
192		110,85	112,41	0,37				
193		111,80	112,33	0,36				
НКК	47,18				Право	640	33°28'	
194		115,40	112,06	0,34				
195		116,90	111,80	0,31				
	20	117,30	111,76	0,30				
196		116,60	111,01	0,34				
197		111,40	110,25	0,32				
198		108,00	109,60	0,36				
199		102,30	108,64	0,38				
200		99,60	107,28	0,35				

201		98,70	105,81	0,39			
	18	98,20	195,68	0,42			
202		98,60	105,67	0,40			
203		100,20	105,60	0,44			
НКК	81,11				Лево	1280	16°01'
204		101,10	105,75	0,41			
205		106,10	105,78	0,37			
206		107,45	105,32	0,35			
	60	107,70	105,03	0,33			
207		107,20	104,78	0,34			

Задача 6. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – II; руководящий уклон – 5 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 850 м; существующее верхнее строение пути: P50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: P65, шпалы деревянные; балласт щебеночный (ведомость 1.6).

Ведомость 1.6 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
58		75,00	76,45	0,34				
59		75,40	76,39	0,31				
60		75,50	76,43	0,37				
61		75,20	76,22	0,42				
62		74,60	75,88	0,41				
63		73,25	75,36	0,46				
	71	71,87	75,28	0,43			ЖБТ отв. 1,25 м	
64		71,90	75,32	0,39				
65		73,10	75,79	0,44				
66		74,80	76,81	0,46				
67		76,30	77,20	0,43				
68		78,40	77,73	0,38				
69		79,20	77,99	0,33				
70		77,75	78,13	0,36				
НКК	88,32	-	-	-	Лево	1067	12°20'	
71		75,60	78,01	0,39				
72		74,40	77,91	0,47				
	39	73,14	77,94	0,48			ЖБМ отв. 4,0 м	
73		73,70	77,82	0,45				
НКК	92,07	-	-	-	Право	853	21°54'	
74		76,30	77,69	0,47				
75		77,10	77,86	0,61				
76		77,40	78,10	0,55				
77		77,60	78,37	0,63				
78		77,50	78,83	0,51				
79		77,40	79,48	0,46				
80		77,60	79,94	0,42				
81		77,70	80,72	0,46				

НКК	78,73	-	-	-	Право	533	39°42'	
82		78,35	81,62	0,40				
83		79,60	82,26	0,44				
84		80,70	82,79	0,38				
85		81,60	83,38	0,34				
86		83,80	83,76	0,37				
87		86,90	84,04	0,33				
	60	88,10	84,11	0,31				
88		87,80	84,09	0,39				

Задача 7. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – III; руководящий уклон – 6 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 850 м; существующее верхнее строение пути: Р50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: Р65, шпалы деревянные; балласт щебеночный (ведомость 1.7).

Ведомость 1.7 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторона	Радиус кривой	Угол поворота	
179		128,20	130,22	0,37				
180		128,90	130,31	0,34				
НКК	11,21	-	-	-	Лев	1067	14°10'	
181		130,00	130,19	0,32				
	60	131,75	130,05	0,29				
182		130,80	129,91	0,30				
183		128,20	129,19	0,32				
НКК	95,67	-	-	-	Право	1707	6°20'	
184		125,70	128,37	0,37				
	52	125,12	127,94	0,43				ЖБТ отв. 1,5 м
185		126,10	127,80	0,38				
186		126,80	127,75	0,36				
187		128,00	127,86	0,33				
188		129,90	127,89	0,32				
189		131,00	127,69	0,32				
190		131,30	128,18	0,31				
191		128,20	126,65	0,30				
192		125,60	126,01	0,33				
193		122,10	125,57	0,38				
194		119,40	124,83	0,36				
195		118,50	124,04	0,39				
196		116,80	122,86	0,41				
	74	114,36	122,24	0,46				ЖБТ отв. 2,0 м
197		114,90	122,19	0,44				
198		115,70	121,94	0,40				
199		117,70	121,98	0,38				
200		120,40	122,17	0,37				
201		120,10	122,23	-				ММ отв. 17,0 м
202		120,60	122,18	0,36				

203		122,50	122,06	0,35			
	50	122,60	122,03	0,31			
НКК	80,0	-	-	-	Лево	853	23°30'
204		123,40	121,93	0,38			
	40	122,90	121,79	0,30			
205		123,10	121,38	0,32			
206		121,00	120,86	0,33			
207		119,70	120,34	0,34			
208		116,80	119,77	0,36			

Задача 8. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – II; руководящий уклон – 7 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 1050 м; существующее верхнее строение пути: Р50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: Р65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.8).

В е д о м о с т ь 1.8 – П р о ф и л ь и п л а н с у щ е с т в у ю щ е й л и н и и

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторона	Радиус кривой	Угол поворота	
179		128,20	130,22	0,37				
180		128,90	130,31	0,34				
НКК	11,21	-	-	-	Лево	1067	14°10'	
181		130,00	130,19	0,32				
	60	131,75	130,05	0,29				
182		130,80	129,91	0,30				
183		128,20	129,19	0,32				
НКК	95,67	-	-	-	Право	1707	6°20'	
184		125,70	128,37	0,37				
	52	125,12	127,94	0,43			ЖБТ отв. 1,5 м	
185		126,10	127,80	0,38				
186		126,80	127,75	0,36				
187		128,00	127,86	0,33				
188		129,90	127,89	0,32				
189		131,00	127,69	0,32				
190		131,30	128,18	0,31				
191		128,20	126,65	0,30				
192		125,60	126,01	0,33				
193		122,10	125,57	0,38				
194		119,40	124,83	0,36				
195		118,50	124,04	0,39				
196		116,80	122,86	0,41				
	74	114,36	122,24	0,46			ЖБТ отв. 2,0 м	
197		114,90	122,19	0,44				
198		115,70	121,94	0,40				
199		117,70	121,98	0,38				
200		120,40	122,17	0,37				
201		120,10	122,23	-			ММ отв. 17,0 м	
202		120,60	122,18	0,36				

203		122,50	122,06	0,35				
	50	122,60	122,03	0,31				
НКК	80,0	-	-	-	Лево	853	23°30'	
204		123,40	121,93	0,38				
	40	122,90	121,79	0,30				
205		123,10	121,38	0,32				
206		121,00	120,86	0,33				
207		119,70	120,34	0,34				
208		116,80	119,77	0,36				

Задача 9. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – III; руководящий уклон – 7 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 850 м; существующее верхнее строение пути: Р65, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: Р65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.9).

Ведомость 1.9 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
21		101,60	102,27	0,53				
22		101,90	102,61	0,61				
23		101,20	102,68	0,47				
24		101,15	103,02	0,46				
	17	99,58	103,08	0,50			ЖБМ отв. 2,0 м	
25		100,70	103,20	0,42				
26		101,20	103,54	0,45				
НКК	09,42	-	-	-	Лево	1067	18°52'	
27		101,80	104,03	0,46				
28		102,70	104,99	0,43				
29		106,20	106,04	0,34				
30		108,30	106,79	0,31				
31		109,70	107,48	0,29				
	80	110,20	107,63	0,28				
32		110,00	107,59	0,31				
33		108,90	107,37	0,30				
34		106,20	106,58	0,36				
35		104,50	105,97	0,37				
НКК	77,07	-	-	-	Право	640	33°48'	
36		103,70	105,39	0,41				
37		101,80	104,56	0,38				
38		101,10	103,92	0,33				
39		100,30	103,43	0,42				
40		98,50	102,54	0,40				
41		95,60	101,69	0,41				
НКК	12,24	-	-	-	Право	1280	24°16'	
42		94,70	99,91	0,46				
43		94,30	99,34	0,44				
	61	94,02	99,26	0,52			ЖБТ отв. 2,5 м	

44		94,70	99,31	0,50			
45		96,90	99,59	0,43			
46		100,80	100,02	0,35			
	40	101,70	100,13	0,32			
47		101,20	100,07	0,34			
48		99,60	99,96	0,37			
49		98,68	99,62	0,38			
50		98,40	99,54	0,36			

Задача 10. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – II; руководящий уклон – 8 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 1050 м; существующее верхнее строение пути: Р50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: Р65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.10).

Ведомость 1.10 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
21		101,60	102,27	0,53				
22		101,90	102,61	0,61				
23		101,20	102,68	0,47				
24		101,15	103,02	0,46				
	17	99,58	103,08	0,50			ЖБМ отв. 2,0 м	
25		100,70	103,20	0,42				
26		101,20	103,54	0,45				
НКК	09,42	-	-	-	Лево	1067	18°52'	
27		101,80	104,03	0,46				
28		102,70	104,99	0,43				
29		106,20	106,04	0,34				
30		108,30	106,79	0,31				
31		109,70	107,48	0,29				
	80	110,20	107,63	0,28				
32		110,00	107,59	0,31				
33		108,90	107,37	0,30				
34		106,20	106,58	0,36				
35		104,50	105,97	0,37				
НКК	77,07	-	-	-	Право	640	33°48'	
36		103,70	105,39	0,41				
37		101,80	104,56	0,38				
38		101,10	103,92	0,33				
39		100,30	103,43	0,42				
40		98,50	102,54	0,40				
41		95,60	101,69	0,41				
НКК	12,24	-	-	-	Право	1280	24°16'	
42		94,70	99,91	0,46				
43		94,30	99,34	0,44				
	61	94,02	99,26	0,52			ЖБТ отв. 2,5 м	
44		94,70	99,31	0,50				

45		96,90	99,59	0,43			
46		100,80	100,02	0,35			
	40	101,70	100,13	0,32			
47		101,20	100,07	0,34			
48		99,60	99,96	0,37			
49		98,68	99,62	0,38			
50		98,40	99,54	0,36			

Задача II. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – I; руководящий уклон – 9 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 1050 м; существующее верхнее строение пути: Р50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: Р65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.11).

В е д о м о с т ь 1.11 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметки земли	Отметки существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
23		118,90	118,23	0,34				
24		117,10	118,41	0,37				
25		116,70	118,86	0,36				
26		115,80	119,78	0,43				
	83	113,55	120,53	0,48			ЖБМ отв. 8,0 м	
27		114,70	120,29	0,46				
НКК	53,13	-	-	-	Левое	640	42°30'	
28		116,00	120,47	0,40				
29		117,24	120,82	0,37				
30		118,30	121,43	0,33				
31		122,90	122,67	0,31				
32		126,10	123,47	0,29				
33		128,20	124,02	0,30				
	60	128,70	124,50	0,28				
34		128,10	124,85	0,31				
НКК	24,25	-	-	-	Право	533	29°42'	
35		126,90	125,75	0,32				
36		125,00	125,69	0,36				
37		126,70	125,84	0,34				
38		123,60	126,19	0,35				
39		122,50	126,70	0,37				
	33	121,90	126,79	0,42			КрЖБТ отв. 1,5 м	
40		123,30	127,48	0,39				
41		125,60	128,67	0,37				
НКК	21,19	-	-	-	Право	1067	26°00'	
42		129,30	129,91	0,39				
43		131,90	130,63	0,38				
44		132,70	130,86	0,36				
45		132,15	130,79	0,37				
46		132,00	130,61	0,39				
47		131,20	130,02	0,30				

48		130,40	129,41	0,32			
49		128,25	128,73	0,32			
50		124,60	127,76	0,35			
51		123,80	126,73	0,34			
	70	124,90	126,48	0,31			
52		124,20	125,91	0,33			
53		122,60	124,43	0,36			

Задача 12. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – III; руководящий уклон – 8 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 850 м; существующее верхнее строение пути: Р50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: Р65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.12).

В е д о м о с т ь 1.12 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметки земли	Отметки существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
23		118,90	118,23	0,34				
24		117,10	118,41	0,37				
25		116,70	118,86	0,36				
26		115,80	119,78	0,43				
	83	113,55	120,53	0,48			ЖБМ отв. 8,0 м	
27		114,70	120,29	0,46				
НКК	53,13	-	-	-	Лев	640	42°00'	
28		116,00	120,47	0,40				
29		117,24	120,82	0,37				
30		118,30	121,43	0,33				
31		122,90	122,67	0,31				
32		126,10	123,47	0,29				
33		128,20	124,02	0,30				
	60	128,70	124,50	0,28				
34		128,10	124,85	0,31				
НКК	24,25	-	-	-	Прав	533	29°42'	
35		126,90	125,75	0,32				
36		125,00	125,69	0,36				
37		126,70	125,84	0,34				
38		123,60	126,19	0,35				
39		122,50	126,70	0,37				
	33	121,90	126,79	0,42			КрЖБТ отв. 1,5 м	
40		123,30	127,48	0,39				
41		125,60	128,67	0,37				
НКК	21,19	-	-	-	Прав	1067	26°00'	
42		129,30	129,91	0,39				
43		131,90	130,63	0,38				
44		132,70	130,86	0,36				
45		132,15	130,79	0,37				
46		132,00	130,61	0,39				
47		131,20	130,02	0,30				

48		130,40	129,41	0,32			
49		128,25	128,73	0,32			
50		124,60	127,76	0,35			
51		123,80	126,73	0,34			
	70	124,90	126,48	0,31			
52		124,20	125,91	0,33			
53		122,60	124,43	0,36			

Задача 13. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – II; руководящий уклон – 10 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 1050 м; существующее верхнее строение пути: Р65, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: Р65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.13).

В е д о м о с т ь 1.13 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
216		159,05	160,13	0,33				
217		158,70	160,18	0,37				
218		158,50	160,16	0,41				
219		158,35	159,97	0,34				
нкк	83,26	-	-	-	Право	1707	13°10'	
220		157,60	159,41	0,38			ЖБМ отв. 8,0 м	
221		156,50	158,60	0,43				
222		154,40	157,69	0,36				
223		152,80	157,13	0,34				
224		152,05	157,01	0,39				
	42	151,83	156,96	0,43			КрЖБТ отв. 2,5 м	
225		153,45	157,11	0,37				
226		155,85	157,42	0,34				
нкк	37,64	-	-	-	Лево	640	16°24'	
227		156,60	157,90	0,38				
228		157,50	158,44	0,35				
229		158,90	159,17	0,30				
230		161,80	159,60	0,31				
	30	162,70	159,63	0,28				
231		162,15	159,51	0,33				
232		159,20	158,63	0,31				
233		154,40	157,48	0,36				
234		152,90	155,93	0,37				
235		151,80	154,86	0,34				
236		150,10	153,90	0,39				
237		149,20	153,29	0,44				
238		148,90	152,91	0,41				
239		148,80	152,94	0,42				
240		148,50	152,99	0,39				
241		148,00	153,13	0,43				
242		146,30	153,32	0,47				

	56	144,22	153,41	-				ММ отв. 21,3 м
243		148,70	153,37	0,49				
НКК	66,18	-	-	-	Лево	640	23°30'	
244		151,90	153,31	0,44				
245		152,60	153,48	0,66				
246		152,95	153,97	0,73				

Задача 14. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – II; руководящий уклон – 9 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 1050 м; существующее верхнее строение пути: P50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: P65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.14).

Ведомость 1.14 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
216		159,05	160,13	0,33				
217		158,70	160,18	0,37				
218		158,50	160,16	0,41				
219		158,35	159,97	0,34				
НКК	83,26	-	-	-	Право	1707	13°10'	
220		157,60	159,41	0,38				ЖБМ отв. 8,0 м
221		156,50	158,60	0,43				
222		154,40	157,69	0,36				
223		152,80	157,13	0,34				
224		152,05	157,01	0,39				
	42	151,83	156,96	0,43				КрЖБТ отв. 2,5 м
225		153,45	157,11	0,37				
226		155,85	157,42	0,34				
НКК	37,64	-	-	-	Лево	640	16°24'	
227		156,60	157,90	0,38				
228		157,50	158,44	0,35				
229		158,90	159,17	0,30				
230		161,80	159,60	0,31				
	30	162,70	159,63	0,28				
231		162,15	159,51	0,33				
232		159,20	158,63	0,31				
233		154,40	157,48	0,36				
234		152,90	155,93	0,37				
235		151,80	154,86	0,34				
236		150,10	153,90	0,39				
237		149,20	153,29	0,44				
238		148,90	152,91	0,41				
239		148,80	152,94	0,42				
240		148,50	152,99	0,39				
241		148,00	153,13	0,43				
242		146,30	153,32	0,47				
	56	144,22	153,41	-				ММ отв. 21,3 м

243		148,70	153,37	0,49				
НКК	66,18	-	-	-	Лево	640	23°30'	
244		151,90	153,31	0,44				
245		152,60	153,48	0,66				
246		152,95	153,97	0,73				

Задача 15. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – II; руководящий уклон – 8 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 850 м; существующее верхнее строение пути: P50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: P65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.15).

В е д о м о с т ь 1.15 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
420		188,40	190,93	0,36				
421		191,30	191,02	0,33				
НКК	19,67	-	-	-	Право	650	31°23'	
422		193,85	191,07	0,29				
423		194,10	190,58	0,30				
424		194,90	190,12	0,33				
425		192,80	189,43	0,32				
426		186,10	188,64	0,34				
427		184,30	187,80	0,39				
428		183,60	187,39	0,43				
429		184,80	187,13	0,44				
430		185,75	186,74	0,46				
431		185,90	186,62	0,58				
432		183,30	186,29	0,49				
433		178,40	186,27	0,46				
434		177,60	186,46	0,45				
435		177,45	186,71	0,48				
	48	176,37	186,84	-			ММ отв. 25,6 м	
436		176,90	186,78	0,46				
НКК	83,10	-	-	-	Лево	640	37°54'	
437		177,35	186,43	0,49				
438		178,70	185,76	0,47				
439		179,50	185,62	0,54				
440		180,60	186,03	0,46				
441		182,90	187,12	0,41				
НКК	76,00	-	-	-	Право	853	15°40'	
442		188,80	187,91	0,34				
443		191,90	188,16	0,30				
	30	192,70	188,22	0,29				
444		189,40	188,11	0,32				
445		186,30	187,89	0,34				
446		185,90	187,82	0,35				
447		186,60	187,91	0,33				

448		186,70	188,04	0,37			
449		187,10	188,33	0,35			
450		185,40	188,46	0,38			

Задача 16. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – II; руководящий уклон – 7 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 1050 м; существующее верхнее строение пути: Р50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: Р65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.16).

Ведомость 1.16 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
420		188,40	190,93	0,36				
421		191,30	191,02	0,33				
НКК	19,67	-	-	-	Право	650	31°23'	
422		193,85	191,07	0,29				
423		194,10	190,58	0,30				
424		194,90	190,12	0,33				
425		192,80	189,43	0,32				
426		186,10	188,64	0,34				
427		184,30	187,80	0,39				
428		183,60	187,39	0,43				
429		184,80	187,13	0,44				
430		185,75	186,74	0,46				
431		185,90	186,62	0,58				
432		183,30	186,29	0,49				
433		178,40	186,27	0,46				
434		177,60	186,46	0,45				
435		177,45	186,71	0,48				
	48	176,37	186,84	-			ММ отв. 25,6 м	
436		176,90	186,78	0,46				
НКК	83,10	-	-	-	Лево	640	37°04'	
437		177,35	186,43	0,49				
438		178,70	185,76	0,47				
439		179,50	185,62	0,54				
440		180,60	186,03	0,46				
441		182,90	187,12	0,41				
НКК	76,00	-	-	-	Право	853	15°40'	
442		188,80	187,91	0,34				
443		191,90	188,16	0,30				
	30	192,70	188,22	0,29				
444		189,40	188,11	0,32				
445		186,30	187,89	0,34				
446		185,90	187,82	0,35				
447		186,60	187,91	0,33				
448		186,70	188,04	0,37				

449		187,10	188,33	0,35				
450		185,40	188,46	0,38				

Задача 17. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – II; руководящий уклон – 8 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 850 м; существующее верхнее строение пути: Р65, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: Р65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.17).

В е д о м о с т ь 1.17 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
160		227,00	224,48	0,32				
161		228,90	225,03	0,30				
162		229,80	225,32	0,31				
НКК	30	230,05	225,39	0,29	Право	1067	20°30'	
163		228,30	225,27	0,32				
164		224,10	225,06	0,34				
165		222,60	224,44	0,37				
166		220,00	223,81	0,36				
167		218,70	223,76	0,36				
168		220,20	223,98	0,38				
169		223,10	224,59	0,42				
170		224,80	225,53	0,59				
171		225,34	225,82	0,34				
172		224,90	225,71	0,61				
173		221,85	225,20	0,41				
НКК	54,80	-	-	-	Лев	640	50°11'	
174		221,00	225,02	0,45				
	42	220,67	224,97	0,49			ЖБТ отв. 2,0 м	
175		221,40	225,00	0,45				
176		223,70	225,53	0,44				
177		225,00	226,87	0,37				
178		228,60	227,72	0,33				
	80	229,80	228,06	0,31				
179		229,70	228,11	0,32				
180		228,80	228,01	0,30				
НКК	60	228,40	227,89	0,33	Право	640	35°44'	
181		225,70	227,67	0,35				
182		224,30	227,08	0,42				
183		224,40	227,23	0,45				
184		226,10	227,39	0,41				
	45	226,60	227,31	0,55				
185		226,20	227,08	0,44				
186		225,20	226,42	0,37				
187		224,60	225,93	0,38				
188		223,20	225,28	0,44				

	67	220,87	225,11	0,49				ЖБМ отв. 4,0 м
189		222,30	224,86	0,41				
190		223,00	224,38	0,38				

Задача 18. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – I; руководящий уклон – 9 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 1050 м; существующее верхнее строение пути: Р50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: Р65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.18).

В едомость 1.18 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
160		227,00	224,48	0,32				
161		228,90	225,03	0,30				
162		229,80	225,32	0,31	Право	1067	20°30'	
	30	230,05	225,39	0,29				
163		228,30	225,27	0,32				
164		224,10	225,06	0,34				
165		222,60	224,44	0,37				
166		220,00	223,81	0,36				
167		218,70	223,76	0,36				
	14	218,17	223,77	0,39				ЖБТ отв. 1,5 м
168		220,20	223,98	0,38				
169		223,10	224,59	0,42				
170		224,80	225,53	0,59				
171		225,34	225,82	0,34				
172		224,90	225,71	0,61				
173		221,85	225,20	0,41				
НКК	54,80	-	-	-	Лев	640	50°11'	
174		221,00	225,02	0,45				
	42	220,67	224,97	0,49				ЖБТ отв. 2,0 м
175		221,40	225,00	0,45				
176		223,70	225,53	0,44				
177		225,00	226,87	0,37				
178		228,60	227,72	0,33				
179		229,70	228,11	0,32				
180		228,80	228,01	0,30				
	60	228,40	227,89	0,33				
181		225,70	227,67	0,35				
182		224,30	227,08	0,42				
	40	224,10	227,01	0,57				
183		224,40	227,23	0,45				
184		226,10	227,39	0,41	Право	640	35°44'	
185		226,20	227,08	0,44				
186		225,20	226,42	0,37				
187		224,60	225,93	0,38				
188		223,20	225,28	0,44				

	67	220,87	225,11	0,49				ЖБМ отв. 4,0 м
189		222,30	224,86	0,41				
190		223,00	224,38	0,38				

Задача 19. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – II; руководящий уклон – 10 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 1050 м; существующее верхнее строение пути: P50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: P65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.19).

Ведомость 1.19 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
21		62,20	63,80	0,28				
НКК	55,60	-	-	-	Право	1067	10°17'	
22		62,30	63,92	0,30				
23		62,40	63,79	0,27				
24		62,80	63,93	0,26				
25		62,90	63,97	0,28				
26		62,45	63,92	0,29				
27		62,30	63,76	0,31				
28		62,40	63,79	0,30				
29		63,15	64,56	0,32				
30		62,80	64,97	0,35				
31		61,70	65,32	0,38				
32		61,70	66,24	0,37				
	38	60,52	66,46	0,36				КрЖБТ отв. 2,0 м
33		62,40	67,42	0,38				
34		65,80	68,90	0,37				
35		67,30	70,02	0,39				
36		69,80	70,91	0,36				
37		74,00	71,97	0,32				
38		76,40	72,51	0,30				
	60	76,90	72,88	0,31				
39		76,20	73,07	0,29				
40		73,60	73,55	0,32				
НКК	11,86	-	-	-	Лево	747	37°05'	
41		70,90	73,92	0,38				
	87	69,26	74,01	0,37				ЖБТ отв. 3,0 м
42		69,70	74,13	0,41				
43		70,90	74,68	0,38				
44		74,30	75,67	0,35				
45		75,20	76,78	0,32				
НКК	75,26	-	-	-	Право	1280	15°26'	
46		75,60	77,79	0,38				
47		77,15	78,93	0,36				
48		78,20	79,62	0,39				
49		81,70	79,81	0,49				

50		82,20	79,97	0,41				
51		82,40	79,99	0,44				

Задача 20. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – III; руководящий уклон – 10⁰/00; полезная длина приемо-отправочных путей – 850 м; существующее верхнее строение пути: Р65, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: Р65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.20).

В е д о м о с т ь 1.20 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
320		27,90	29,14	0,32				
НКК	51,20	-	-	-	Лев	853	38°30'	
321		26,24	28,60	0,33				
322		25,94	27,20	0,36				
323		24,79	25,69	0,37				
324		24,36	24,91	0,41				
325		23,05	24,57	0,45				
326		21,59	24,18	0,43				
327		22,94	24,09	0,51				
	23	17,44	24,12	-			ММ отв. 21,3 м	
328		19,53	24,08	0,48				
329		19,95	24,14	0,45				
330		21,66	24,42	0,41				
331		22,91	24,91	0,39				
332		20,10	25,55	0,37			ЖБТ отв. 2,0 м	
333		23,73	26,21	0,38				
334		24,27	26,87	0,35				
335		29,20	27,41	0,33				
336		31,00	27,53	0,30				
337		26,12	27,25	0,32				
338		25,98	26,83	0,31				
339		26,05	26,17	0,33				
	80	26,49	25,62	0,30				
340		26,17	25,28	0,31				
341		23,68	24,49	0,30				
НКК	27,20	-	-	-	Прав	1067	12°08'	
342		20,84	23,58	0,34				
343		20,16	22,46	0,33				
344		18,91	21,24	0,36				
345		17,63	19,83	0,37				
	68	16,04	19,45	0,39			ЖБТ отв. 1,5 м	
346		17,89	19,39	0,46				
347		18,36	19,08	0,67				
348		18,20	18,71	0,37				
349		17,30	18,44	0,35				
350		16,85	18,46	0,34				

Задача 21. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – II; руководящий уклон – 7 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 1050 м; существующее верхнее строение пути: P50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: P65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.21).

Ведомость 1.21 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметки земли	Отметки существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
130		95,30	94,10	0,28				
131		93,90	93,52	0,32				
132		91,20	92,88	0,35				
133		86,70	92,06	0,36				
НКК	29,18	-	-	-	Лево	640	43°50'	
134		84,60	91,03	0,41				
135		84,20	89,93	0,39				
136		84,15	89,54	0,42				
137		84,00	89,72	0,40				
138		83,90	89,78	0,44				
	50	83,60	89,83	0,47				
	79	80,23	89,87	-			ММ отв. 17,1 м	
139		81,35	89,84	0,48				
НКК	71,62	-	-	-	Лево	1067	35°16'	
140		82,40	89,69	0,40				
141		82,70	89,12	0,32				
142		82,85	88,44	0,30				
143		82,90	87,82	0,41				
144		83,20	87,53	0,52				
145		83,21	87,49	0,48				
146		84,50	87,86	0,46				
	30	87,20	87,98	0,49				
НКК	83,55	-	-	-	Право	1280	13°36'	
147		87,70	88,27	0,62				
148		87,90	88,43	0,55				
149		87,60	88,39	0,64				
150		85,30	88,13	0,46				
151		85,00	87,79	0,38				
152		84,20	87,36	0,41				
	44	82,86	87,27	-			ММ отв. 17,1 м	
153		83,70	87,31	0,43				
154		84,40	87,68	0,39				
155		84,70	88,20	0,34				
156		85,70	88,98	0,42				
157		85,50	89,56	0,37				
158		87,40	90,41	0,38				
159		89,60	91,33	0,35				

160		93,30	92,52	0,33				
-----	--	-------	-------	------	--	--	--	--

Задача 22. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – III; руководящий уклон – 7 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 1050 м; существующее верхнее строение пути: P50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: P65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.22).

Ведомость 1.22 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
440		180,60	186,03	0,46				
441		182,90	187,12	0,41				
442		188,80	187,91	0,34				
443		191,90	188,16	0,30				
	30	192,70	188,22	0,29				
444		189,40	188,11	0,32				
445		186,30	187,89	0,34	Право	1067	21°12'	
446		185,90	187,82	0,35				
447		186,60	187,91	0,33				
448		186,70	188,04	0,37				
449		187,10	188,33	0,35				
450		185,40	188,46	0,38				
НКК	01,44	-	-	-	Левое	747	45°56'	
451		185,05	188,39	0,37				
	24	184,57	188,42	0,38			ЖБТ отв. 2,5 м	
452		184,90	188,51	0,39				
453		185,70	189,23	0,43				
454		187,60	190,36	0,41				
455		190,20	191,84	0,42				
456		191,70	192,61	0,46				
457		192,80	193,37	0,62				
458		193,20	193,71	0,39				
459		193,30	193,88	0,36				
НКК	51,20	-	-	-	Право	1280	23°32'	
460		192,30	193,99	0,37				
	89	189,78	194,12	0,38			ЖБТ отв. 1,5 м	
461		190,70	194,16	0,36				
462		193,90	194,47	0,31				
463		196,10	194,86	0,30				
	50	196,70	195,05	0,27				
464		196,50	195,11	0,28				
465		195,80	195,29	0,29				
466		193,70	195,27	0,32				
467		190,60	195,38	0,30				
	32	190,13	195,46	0,34				
468		192,10	195,59	0,31				
469		196,30	195,93	0,33				

470		197,40	195,67	0,30			
-----	--	--------	--------	------	--	--	--

Задача 23. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – III; руководящий уклон – 9 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 850 м; существующее верхнее строение пути: Р50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: Р65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.23).

Ведомость 1.23 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж	пк	+	Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
						Сторона	Радиус кривой	Угол поворота	
	41		70,90	73,92	0,38				
		87	69,26	74,01	0,37				ЖБТ отв. 3,0 м
	42		69,70	74,13	0,41				
	43		70,90	74,68	0,38				
	44		74,30	75,67	0,35				
	45		75,20	76,78	0,32				
	46		75,60	77,79	0,38				
	47		77,15	78,93	0,36				
	48		78,20	79,62	0,39				
	49		81,70	79,81	0,49	Право	853	27°20'	
	50		82,20	79,97	0,41				
	51		82,40	79,99	0,44				
	52		82,10	79,85	0,42				
	53		77,90	79,48	0,43				
НКК	31,01		-	-	-	Право	640	35°40'	
	54		75,80	78,96	0,46				
		41	74,96	78,83	0,49				ЖБМ отв. 3,0 м
	55		75,90	78,37	0,48				
	56		76,60	77,43	0,37				
	57		77,80	77,06	0,33				
		80	79,60	76,83	0,31				
	58		79,40	76,47	0,28				
	59		78,30	75,71	0,30				
	60		75,50	74,82	0,32				
	61		71,10	73,63	0,36				
НКК	61,24		-	-	-	Левое	640	24°35'	
	62		67,80	72,37	0,35				
	63		66,10	71,64	0,38				
		57	65,76	71,52	0,44				КрЖБТ отв. 1,5 м
	64		68,00	71,58	0,41				
	65		69,40	71,73	0,34				
	66		72,20	72,05	0,32				
		70	73,90	72,34	0,31				
	67		71,80	72,36	0,34				
	68		71,40	72,27	0,33				
	69		71,30	72,42	0,35				
	70		71,60	72,61	0,34				

71		70,90	72,77	0,36				
----	--	-------	-------	------	--	--	--	--

Задача 24. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – III; руководящий уклон – 6 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 850 м; существующее верхнее строение пути: P50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: P65, шпалы деревянные; балласт щебеночный (ведомость 1.24).

Ведомость 1.24 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
150		85,30	88,13	0,46				
151		85,00	87,79	0,38				
152		84,20	87,36	0,41				
	44	82,86	87,27	-			ММ отв. 17,1 м	
153		83,70	87,31	0,43				
154		84,40	87,68	0,39				
155		84,70	88,20	0,34				
156		85,70	88,98	0,42				
НКК	89,37	-	-	-	Лево	427	44°54'	
157		85,50	89,56	0,37				
158		87,40	90,41	0,38				
159		89,60	91,33	0,35				
160		93,30	92,52	0,33				
161		95,20	93,43	0,30	Право	434	62°30'	
162		86,70	93,89	0,31				
	40	97,00	93,97	0,28				
163		96,40	93,72	0,34				
164		94,70	93,21	0,31				
165		91,40	92,48	0,32				
166		88,70	91,54	0,37				
НКК	64,24	-	-	-	Право	853	29°16'	
167		86,50	90,71	0,44				
168		86,20	90,19	0,46				
	86	84,77	90,12	0,48			КрЖБТ отв. 1,5 м	
169		85,30	90,14	0,47				
170		86,65	90,39	0,44				
171		89,40	90,54	0,37				
	60	89,70	90,71	0,36				
172		88,60	90,66	0,40				
173		89,00	90,78	0,48				
174		89,80	91,12	0,41				
175		90,25	91,87	0,38				
176		90,40	92,38	0,43				
177		89,30	92,66	0,47				
	60	88,47	92,72	0,50			ЖБМ отв. 3,0 м	
178		90,20	92,74	0,46				
179		91,40	92,82	0,42				

180		91,80	92,89	0,39				
-----	--	-------	-------	------	--	--	--	--

Задача 25. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – II; руководящий уклон – 7 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 1050 м; существующее верхнее строение пути: P50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: P65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.25).

Ведомость 1.25 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристики искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
150		85,30	88,13	0,46				
151		85,00	87,79	0,38				
152		84,20	87,36	0,41				
	44	82,86	87,27	-			ММ отв. 17,1 м	
153		83,70	87,31	0,43				
154		84,40	87,68	0,39				
155		84,70	88,20	0,34				
156		85,70	88,98	0,42				
НКК	89,37	-	-	-	Лево	427	44°54'	
157		85,50	89,56	0,37				
158		87,40	90,41	0,38				
159		89,60	91,33	0,35				
160		93,30	92,52	0,33				
НКК	91,65	-	-	-	Право	434	62°30'	
161		95,20	93,43	0,30				
162		86,70	93,89	0,31				
	40	97,00	93,97	0,28				
163		96,40	93,72	0,34				
164		94,70	93,21	0,31				
165		91,40	92,48	0,32				
166		88,70	91,54	0,37	Право	853	29°16'	
167		86,50	90,71	0,44				
168		86,20	90,19	0,46				
	86	84,77	90,12	0,48			КрЖБТ отв. 1,5 м	
169		85,30	90,14	0,47				
170		86,65	90,39	0,44				
171		89,40	90,54	0,37				
	60	89,70	90,71	0,36				
172		88,60	90,66	0,40				
173		89,00	90,78	0,48				
174		89,80	91,12	0,41				
175		90,25	91,87	0,38				
176		90,40	92,38	0,43				
177		89,30	92,66	0,47				
	60	88,47	92,72	0,50			ЖБМ отв. 3,0 м	
178		90,20	92,74	0,46				
179		91,40	92,82	0,42				

180		91,80	92,89	0,39				
-----	--	-------	-------	------	--	--	--	--

Задача 26. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – III; руководящий уклон – 10 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 850 м; существующее верхнее строение пути: P50, шпалы железобетонные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: P65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.26).

Ведомость 1.26 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
120		27,00	24,48	0,32				
121		28,90	25,03	0,30				
122		29,80	25,32	0,31	Право	1067	20°30'	
	30	30,05	25,39	0,29				
123		28,30	25,27	0,32				
124		24,10	25,06	0,34				
125		22,60	24,44	0,37				
126		20,00	23,81	0,36				
167		18,70	23,76	0,36				
	14	18,17	23,77	0,39				ЖБТ отв. 1,5 м
128		20,20	23,98	0,38				
129		23,10	24,59	0,42				
130		24,80	25,53	0,59				
131		25,34	25,82	0,34				
132		24,90	25,71	0,61				
133		21,85	25,20	0,41				
НКК	54,80	-	-	-	Лев	640	50°11'	
134		21,00	25,02	0,45				
	42	20,67	24,97	0,49				ЖБТ отв. 2,0 м
135		21,40	25,00	0,45				
136		23,70	25,53	0,44				
137		25,00	26,87	0,37				
138		28,60	27,72	0,33				
139		29,70	228,11	0,32				
140		28,80	28,01	0,30				
	60	28,40	27,89	0,33				
141		25,70	27,67	0,35				
142		24,30	27,08	0,42				
	40	24,10	27,01	0,57				
143		24,40	27,23	0,45				
144		26,10	27,39	0,41	Право	640	35°44'	
145		26,20	27,08	0,44				
146		25,20	26,42	0,37				
147		24,60	25,93	0,38				
148		23,20	25,28	0,44				
	57	20,87	25,11	0,49				ЖБМ отв. 4,0 м

149		22,30	24,86	0,41				
150		23,00	24,38	0,38				

Задача 27. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – II; руководящий уклон – 9 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 1050 м; существующее верхнее строение пути: Р50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: Р65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.27).

В е д о м о с т ь 1.27 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
1		70,90	73,92	0,38				
	87	69,26	74,01	0,37				ЖБТ отв. 3,0 м
2		69,70	74,13	0,41				
3		70,90	74,68	0,38				
4		74,30	75,67	0,35				
5		75,20	76,78	0,32				
6		75,60	77,79	0,38				
7		77,15	78,93	0,36	Право	746	29°20'	
8		78,20	79,62	0,39				
9		81,70	79,81	0,49				
10		82,20	79,97	0,41				
11		82,40	79,99	0,44				
12		82,10	79,85	0,42				
13		77,90	79,48	0,43				
НКК	31,01	-	-	-	Право	640	35°40'	
14		75,80	78,96	0,46				
	41	74,96	78,83	0,49				ЖБМ отв. 3,0 м
15		75,90	78,37	0,48				
16		76,60	77,43	0,37				
17		77,80	77,06	0,33				
	80	79,60	76,83	0,31				
18		79,40	76,47	0,28				
19		78,30	75,71	0,30				
20		75,50	74,82	0,32				
21		71,10	73,63	0,36				
НКК	61,24	-	-	-	Лево	640	24°35'	
22		67,80	72,37	0,35				
23		66,10	71,64	0,38				
	57	65,76	71,52	0,44				КрЖБТ отв. 1,5 м
24		68,00	71,58	0,41				
25		69,40	71,73	0,34				
26		72,20	72,05	0,32				
	70	73,90	72,34	0,31				
27		71,80	72,36	0,34				
28		71,40	72,27	0,33				
29		71,30	72,42	0,35				

30		71,60	72,61	0,34			
31		70,90	72,77	0,36			

Задача 28. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – I; руководящий уклон – 7 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 1050 м; существующее верхнее строение пути: Р50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: Р65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.28).

В е д о м о с т ь 1.28 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
109		28,20	30,22	0,37				
110		28,90	30,31	0,34				
НКК	11,21	-	-	-	Лево	967	14°10'	
111		30,00	30,19	0,32				
	60	31,75	30,05	0,29				
112		30,80	29,91	0,30				
113		28,20	29,19	0,32				
НКК	95,67	-	-	-	Право	1507	16°20'	
114		25,70	28,37	0,37				
	52	25,12	27,94	0,43			КрЖБТ отв. 2,5 м	
115		26,10	27,80	0,38				
116		26,80	27,75	0,36				
117		28,00	27,86	0,33				
118		29,90	27,89	0,32				
119		31,00	27,69	0,32				
120		31,30	28,18	0,31				
121		28,20	26,65	0,30				
122		25,60	26,01	0,33				
123		22,10	25,57	0,38				
124		19,40	24,83	0,36				
125		18,50	24,04	0,39				
126		16,80	22,86	0,41				
	74	14,36	22,24	0,46			ЖБТ отв. 2,0 м	
127		14,90	22,19	0,44				
128		15,70	21,94	0,40				
129		17,70	21,98	0,38				
130		20,40	22,17	0,37				
131		20,10	22,23	-			ММ отв. 17,0 м	
132		20,60	22,18	0,36				
133		22,50	22,06	0,35				
	50	22,60	22,03	0,31				
НКК	80,0	-	-	-	Лево	563	23°30'	
134		23,40	21,93	0,38				
	40	22,90	21,79	0,30				
135		23,10	21,38	0,32				
136		21,00	20,86	0,33				

137		19,70	20,34	0,34				
138		16,80	19,77	0,36				

Задача 29. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – II; руководящий уклон – 7 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 850 м; существующее верхнее строение пути: Р50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: Р65, шпалы деревянные; балласт щебеночный (ведомость 1.29).

В е д о м о с т ь 1.29 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
10		227,00	224,48	0,32				
11		228,90	225,03	0,30				
12		229,80	225,32	0,31				
	30	230,05	225,39	0,29				
13		228,30	225,27	0,32				
14		224,10	225,06	0,34				
15		222,60	224,44	0,37				
16		220,00	223,81	0,36				
17		218,70	223,76	0,36				
	14	218,17	223,77	0,39			ЖБТ отв. 1,5 м	
18		220,20	223,98	0,38				
19		223,10	224,59	0,42				
НКК	32,14	-	-	-	Право	1218	14°02'	
20		224,80	225,53	0,59				
21		225,34	225,82	0,34				
22		224,90	225,71	0,61				
23		221,85	225,20	0,41				
24		221,00	225,02	0,45				
	42	220,67	224,97	0,49			ЖБТ отв. 2,0 м	
25		221,40	225,00	0,45				
26		223,70	225,53	0,44				
27		225,00	226,47	0,37				
28		228,60	227,72	0,33				
НКК	14,92	-	-	-	Право	1067	20°30'	
	80	229,80	228,06	0,31				
29		229,70	228,11	0,32				
30		228,80	228,01	0,30				
	60	228,40	227,89	0,33				
31		225,70	227,67	0,35				
НКК	54,80	-	-	-	Лево	640	50°11'	
	40	224,30	227,08	0,42				
	40	224,10	227,01	0,57				
33		224,40	227,23	0,45				
34		226,10	227,39	0,41				
	45	226,60	227,31	0,55				
35		226,20	227,08	0,44				

36		225,20	226,42	0,37			
37		224,60	225,93	0,38			

Задача 30. Исходные данные: категория дороги по нормам проектирования – III; руководящий уклон – 6 ‰; полезная длина приемо-отправочных путей – 850 м; существующее верхнее строение пути: Р50, шпалы деревянные; балласт щебеночный; проектируемое верхнее строение пути: Р65, шпалы железобетонные; балласт щебеночный (ведомость 1.30).

В е д о м о с т ь 1.30 – Профиль и план существующей линии

Пикетаж		Отметка земли	Отметка существующей головки рельса	Существующая толщина балласта	План линии			Характеристика искусственных сооружений
пк	+				Сторонность	Радиус кривой	Угол поворота	
178		104,60	105,91	0,33				
НКК	31,24	-	-	-	Право	1067	26°47'	
179		104,40	106,01	0,30				
	46	-	-	-			ЖБМ отв. 4,0 м	
180		105,00	105,97	0,28				
181		105,10	106,11	0,26				
182		104,45	106,07	0,29				
183		104,35	105,81	0,32				
184		104,00	105,68	0,30				
185		104,40	105,76	0,31				
186		103,80	105,62	0,25				
187		101,30	105,43	0,37				
188		100,40	105,12	0,36				
189		100,20	104,52	0,48				
	76	99,77	104,30	0,50			ЖБТ отв. 2,0 м	
190		100,60	104,01	0,43				
191		100,50	103,03	0,41				
192		100,85	102,41	0,37				
193		101,80	102,33	0,36				
НКК	47,18	-	-	-	Право	640	33°28'	
194		105,40	102,06	0,34				
195		106,90	101,80	0,31				
	20	107,30	101,76	0,30				
196		106,60	101,01	0,34				
197		101,40	100,25	0,32				
198		98,00	99,60	0,36				
199		92,30	98,64	0,38				
200		89,60	97,28	0,35				
201		88,70	95,81	0,39				
	18	88,20	85,68	0,42				
202		88,60	95,67	0,40				
203		90,20	95,60	0,44				
НКК	81,11	-	-	-	Левое	1280	16°01'	
204		91,10	95,75	0,41				
205		96,10	95,78	0,37				
206		97,45	95,32	0,35				

	60	97,70	95,03	0,33				
207		97,20	94,78	0,34				

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫПРАВКИ ПЛАНА СУЩЕСТВУЮЩИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

2.1 Причины, основные положения, нормативные требования и методы расчёта смещений при выправке плана существующего железнодорожного пути

Одним из наиболее важных и сложных вопросов при реконструкции железных дорог является проектирование плана линии. Причины необходимости реконструкции плана:

- потеря железнодорожным путём первоначального правильного геометрического очертания в плане под воздействием ряда факторов (проходящих поездов, выпадения атмосферных осадков, изменений температуры и др.), что требует выправки сбитого пути методом рихтовок;

- план давно построенной дороги может не соответствовать требованиям современных норм, поэтому возникает необходимость увеличения радиуса круговых кривых, удлинения переходных кривых и прямых вставок между смежными кривыми;

- реконструкция продольного и поперечных профилей может вызвать необходимость смещения существующего пути в плане;

- при строительстве второго главного пути возможны случаи переключения сторонности второго пути относительно существующего, что связано с решением соответствующей задачи по проектированию плана.

Работы по проектированию реконструкции плана железных дорог выполняются в определённой последовательности, включающей несколько этапов:

- выполняется полевая съёмка плана, полученные данные обрабатываются, на их основе вычисляются величины сдвигов в поперечном направлении, которые необходимы для приведения плана существующего сбитого пути в правильное геометрическое очертание, при этом расчёт сдвигов ведётся совместно с подбором параметров выправленного плана, которые должны обеспечивать наименьшие величины рихтовок существующего пути;

- относительно выправленного плана существующего пути решаются задачи реконструкции плана существующего пути (увеличение радиусов кривых, длин переходных кривых и т.п.), в результате вычисляются величины сдвигов, обеспечивающих соответствие параметров проектного плана требованиям современных норм;

- в случае строительства второго пути определяются параметры его плана и величины междупутий.

При проектировании реконструкции плана дороги необходимо соблюдать следующие требования строительных норм СТН Ц-01-95[1]:

- наименьшие величины радиусов круговых кривых следует назначать в зависимости от намечаемых скоростей движения и величин существующих радиусов. Если радиус существующей кривой ограничивает намечаемые скорости движения, то целесообразность переустройства кривой должна быть технико-экономически обоснована;

- при строительстве второго главного пути на одном земляном полотне с существующим путём кривые участки должны располагаться концентрично;

- на всём протяжении кривой следует принимать постоянное значение радиуса. Многорядусные кривые допускается применять в трудных условиях, если это позволяет избежать переустройства земляного полотна или искусственных сооружений. В пределах многорядусных кривых длины участков однообразной кривизны должны быть не менее 300 м, в исключительных случаях – 200 м;

- длины переходных кривых следует принимать исходя из условия

$$l \geq \frac{hv_{\max}}{100},$$

где h – возвышение наружного рельса, мм, обеспечивающее равное силовое воздействие подвижного состава на обе рельсовые нити, а также ограничивающее непогашенное центробежное ускорение нормативной величиной $0,7 \text{ м/с}^2$;

v_{\max} – скорость наиболее быстрого поезда в данной кривой, км/ч.

При реконструкции дороги или строительстве второго главного пути допускается в обоснованных случаях принимать длину переходной кривой из условия

$$l \geq \frac{hv_{\max}}{125}.$$

Величина возвышения наружного рельса не должна превышать 150 мм.

При реконструкции дорог допускается в трудных условиях при технико-экономическом обосновании назначать длины переходных кривых расчётом, исходя из проектируемого возвышения наружного рельса в кривой и уклона отвода этого возвышения, который должен быть не более 1 ‰, а в трудных условиях на особогрузонапряжённых дорогах и линиях III и IV категории – не более 2 ‰. Длины переходных кривых должны быть кратны 10 м, минимальная длина переходной кривой – 30 м. В трудных условиях при скоростях движения не более 25 км/ч переходные кривые допускается не устраивать.

Существует несколько методов расчёта выправки кривых. При текущем содержании пути широко применяется метод, в котором натурное положение пути в плане характеризуется стрелами изгиба рельсовой нити от хорд постоянной длины. При проектировании реконструкции плана положение пути в кривой характеризуется углами поворота этих хорд (рисунок 2.1, а).

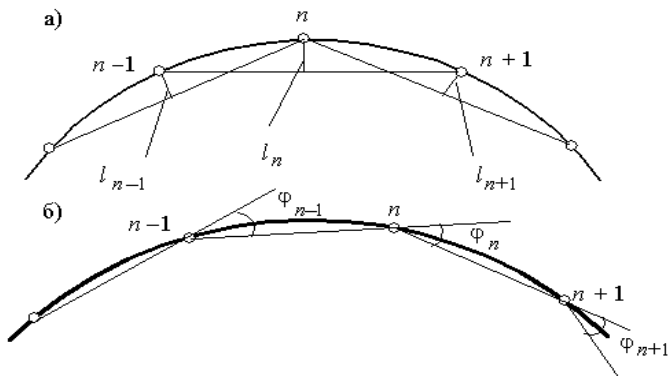


Рисунок 2.1– Схемы различных методов определения кривизны изгиба рельсовой нити

Для замера стрел изгиба предварительно на наружном рельсе в кривой наносят метки через равные расстояния, обычно через каждые 10 м. В качестве хорды используют 20-метровую тонкую капроновую нить, натягиваемую и закрепляемую на рельсе специальными струбцинами. Натягивая нить между двумя нечётными точками, намеченными ранее на рельсе, измеряют линейкой стрелу прогиба в промежуточной чётной точке как расстояние между рельсом и нитью. Этот способ более простой и при тщательном выполнении замеров достаточно точный, поэтому наиболее часто используется при текущем содержании пути. Стрелы изгиба можно измерять также специальными оптическими и механическими приборами или струнными стрелографами длиной 10 или 20 м путерихтовочных машин.

В проектных организациях преобладающее применение получил инструментальный способ съёмки положения пути в плане, когда теодолитом измеряют углы поворота хорд (рисунок 2.1, б). Разность между этими двумя методами расчёта вызвана тем, что при текущем содержании важно получить динамически правильную кривую, т.е. такую кривую, в которой разность кривизны в двух соседних точках не превышает допускаемой. При проектировании реконструкции плана необходимо более точно установить параметры существующей кривой, чтобы наметить сдвиги Δ точек кривой для получения геометрически правильной кривой с точным расчётом всех её элементов.

Методика проектирования реконструкции плана зависит от степени использования вычислительной техники. Точные методы расчёта основаны на применении формул аналитической геометрии на плоскости для определения координат расчётных точек и расстояний между ними с

оптимизацией полученного проектного решения. Эти методы трудоёмки и ориентированы исключительно на использование компьютеров. В настоящее время они получили наибольшее распространение в проектной практике.

Приближённые методы расчёта, выполняемые с помощью калькулятора и включающие графоаналитические этапы, применяют всё реже и используют обычно при проектировании реконструкции плана в условиях полевых изыскательских работ, если отсутствует компьютер. К числу приближённых методов расчёта переустройства кривых при реконструкции железных дорог относятся метод угловых диаграмм и метод утрированного плана.

2.2 Выправка существующих кривых

В данном пособии рассматривается решение задачи по выправке существующей кривой, т. е. приведение ее в правильное геометрическое очертание, с помощью метода угловых диаграмм [9]. Построение угловой диаграммы существующей кривой производится на миллиметровой бумаге с использованием рекомендаций, приведенных в пособии [7], в следующих масштабах:

- горизонтальный: 1 см – 10 м;
- вертикальный: основной – 1 см – 0,02 рад; вспомогательный (для 20 ϕ_n) – 1 см – 0,4 рад.

После построения угловой диаграммы существующей кривой (приложение Б) производится подбор радиуса правильной кривой.

2.2.1 Подбор радиуса проектируемой кривой

При подборе радиуса проектируемой кривой в первую очередь необходимо учитывать существующую ширину основной площадки. Если земляное полотно имеет достаточные запасы в обе стороны для рихтовки кривой в правильное очертание, то подбор радиуса проектируемой кривой выполняется в направлении получения минимальных сдвижек, направленных равномерно в обе стороны от оси пути. Если земляное полотно не имеет достаточных запасов в ширине поверху, то подбор радиуса подчиняется условию получения возможно малых сдвижек, но направленных в одну сторону. Сторонность рихтовок принимается в зависимости от местных условий:

- при наличии косогорности и расположении кривой на насыпи необходимо, чтобы рихтовки получились в нагорную сторону, а при расположении кривой в выемке – в низовую сторону. Это обеспечит экономию объёмов работ по уширению земляного полотна;

- при наличии укрепления одного из откосов необходимо, чтобы рихтовки получились в сторону неукрепленного откоса;

- при наличии моста на кривой необходимо добиваться сохранения оси пути в пределах моста на прежнем месте или величин рихтовок не более 5 см;
- желательно, чтобы максимальные рихтовки приходились на минимальные рабочие отметки земляного полотна, и наоборот.

Задача по подбору радиуса правильной кривой может быть решена, если на угловой диаграмме существующей кривой правильно нанести угловую линию правильной кривой. Правильное нанесение угловой линии означает выполнение двух основных требований:

1) сохранение положения прямых участков до и после кривой, т.е. правильная (проектная) кривая должна вписываться в существующий угол поворота;

2) получение рациональных по величине и направлению рихтовок.

Для выполнения первого требования необходимо и достаточно провести угловую линию правильной кривой через точку СК (середина кривой), координаты которой определяются по формулам

$$X_{ск} = \Omega_c / \alpha_{рад}; \quad (2.1)$$

$$Y_{ск} = \alpha_{рад} / 2, \quad (2.2)$$

где Ω_c – площадь угловой диаграммы проектируемой кривой;

$\alpha_{рад}$ – угол поворота проектируемой кривой в радианной мере.

Значение $X_{ск}$ откладывается от конца полевых замеров в сторону кривой (рисунок 2.2).

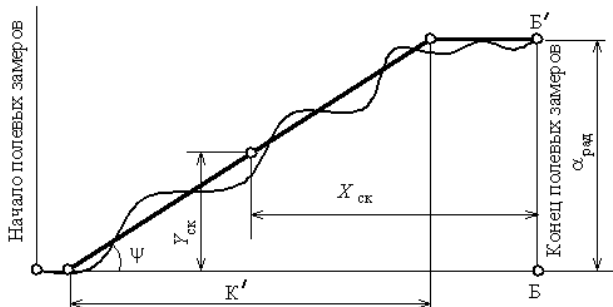
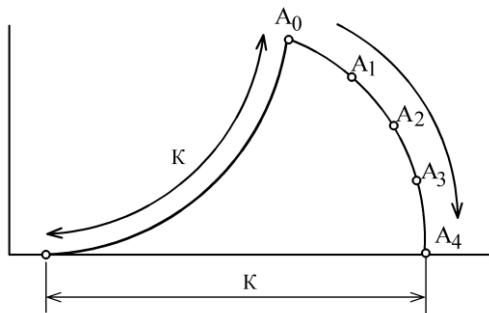


Рисунок 2.2 – Положение точки СК на угловой диаграмме и угловые диаграммы существующей и правильной кривых

При любом положении угловой линии правильной кривой, проведенной через точку СК, могут быть определены радиус кривой R (его характеризует угол ψ), длина кривой K , пикетаж начала и конца кривой, а также рихтовки для приведения кривой в правильное геометрическое очертание. Однако от положения на угловой диаграмме угловой линии правильной кривой зависит величина и направление рихтовок, и потому проведение этой линии не может быть произвольным.

Чтобы выправить сбитую кривую, необходимо определить величины сдвигов Δ , которые переместят ось существующей кривой в поперечном

направлении в правильное положение. Такие сдвиги обычно рассчитывают через каждые 20 м (для кривых $R < 600$ м – через 10 м). Метод угловых диаграмм основан на том, что сдвиг Δ некоторой точки A_1 , лежащей на существующей кривой, в положение A_2 , соответствующее очертаниям проектной кривой, определяется как разность длин эвольвент AA_1 и AA_2 (рисунок 2.3).



На основе этого свойства угловых диаграмм рихтовки Δ' , не учитывающие устройство переходных кривых, находятся как разность площадей угловых диаграмм правильной (проектируемой) и существующей кривых или как разность длин соответствующих эвольвент. Рисунок 2.3 – Эвольвента для точки А

этим площадям эвольвент, т.е.

$$\Delta' = \omega_{\text{п}} - \omega_{\text{с}} = e_{\text{п}} - e_{\text{с}}, \quad (2.3)$$

где $\omega_{\text{п}}$, $\omega_{\text{с}}$ – площади угловых диаграмм проектируемой и существующей кривых соответственно;

$e_{\text{п}}$, $e_{\text{с}}$ – длины эвольвент проектируемой и существующей кривых соответственно.

Если $\Delta' = \omega_{\text{п}} - \omega_{\text{с}} = e_{\text{п}} - e_{\text{с}} < 0$ или $\omega_{\text{п}} < \omega_{\text{с}}$, то рихтовки направлены наружу кривой, т.е. направление рихтовок разноименно с направлением кривой, а если $\Delta' > 0$ или $\omega_{\text{п}} > \omega_{\text{с}}$, то рихтовки направлены внутрь кривой, т.е. направление рихтовок одноименно с направлением кривой.

При подборе радиуса, обеспечивающего получение окончательных рихтовок желательного направления необходимо учитывать сдвиги δ круговой кривой при устройстве переходных кривых. Эти сдвиги всегда положительны, т.е. направлены внутрь кривой. Окончательные рихтовки определяются по формуле

$$\pm \Delta = \pm \Delta' + \delta, \quad (2.4)$$

где Δ' – рихтовки без учета устройства переходной кривой;

δ – рихтовки от устройства переходной кривой.

2.2.2 Определение рихтовок

После проведения на угловой диаграмме (с учетом изложенных выше положений) угловой линии правильной кривой, графически с точностью до 1 м определяется длина K' (рисунок 2.2), а затем и радиус

$$R' = K' / \alpha_{\text{рад}}. \quad (2.5)$$

Полученное значение радиуса округляется. Чем меньше угол поворота кривой, тем меньше повлияет округление радиуса на величину рихтовок. Рекомендуемые пределы округления радиуса приведены в таблице 2.1.

Т а б л и ц а 2.1 – Рекомендуемые пределы округления радиуса

Угол поворота кривой, град.	До 10	10–20	20–30	30–40	Более 40
Возможные округления радиуса, м	До 20	До 10	До 5	До 2	До 1

После округления R' до R определяются:

- длина круговой кривой (с точностью до 0,01 м)

$$K = R\alpha_{\text{рад}}.$$

- пикетаж начала и конца круговой кривой (через пикет точки СК):

$$\text{пк СК} = \text{пк Б} - X_{\text{ск}};$$

$$\text{пк НКК} = \text{пк СК} - K/2;$$

$$\text{пк ККК} = \text{пк НКК} + K.$$

Рихтовки Δ' подсчитываются на всех «двадцатках» от начала круговой кривой до конца полевых замеров (между точками НКК и Б). Для определения указанных рихтовок необходимо знать площадь угловой диаграммы проектируемой кривой ω_n . Значения ω_n определяются по формулам:

- в пределах круговой кривой –

$$\omega_n = x^2/2R; \quad (2.6)$$

- за пределами круговой кривой –

$$\omega_n = (x - K/2) \alpha_{\text{рад}}, \quad (2.7)$$

где x – расстояние от НКК до данной «двадцатки».

Затем с точностью до 0,01 м определяются рихтовки Δ' на каждой «двадцатке» по формуле $\Delta' = \omega_n - \omega_c$.

Для подсчета окончательных рихтовок необходимо уточнить длину переходной кривой на основе анализа полученных рихтовок Δ' . Эти рихтовки при реконструкции однопутной железной дороги могут быть направленными в любую сторону в зависимости от ширины земляного полотна, а при проектировании второго пути – в сторону второго пути. Сдвижкой круговой кривой внутрь при устройстве переходных кривых наружные рихтовки Δ' , в зависимости от желательного направления окончательных рихтовок Δ , надо либо полностью исключить и получить

окончательные рихтовки внутрь кривой, либо, уменьшив их величину, оставить направленными наружу кривой.

При проектировании вторых путей, когда направление кривой и сторонность второго пути одноименны, окончательные рихтовки будут направленными в сторону второго пути, если максимальная сдвигка круговой кривой при устройстве переходных кривых будет не меньше максимальной наружной рихтовки, т.е. при $P = \max \delta \geq \max \Delta'$ (P – максимальная сдвигка круговой кривой за счет устройства переходной). Длина переходной кривой, при которой обеспечиваются эти сдвигки

$$l = 4,9\sqrt{R \max \Delta'}, \quad (2.8)$$

Когда направление кривой и сторонность второго пути разноименны, длина переходной кривой

$$l = 4,9\sqrt{R \min \Delta'} \quad (2.9)$$

Значение $\min \Delta'$ следует выбирать в точках – «двадцатках», расположенных за концами переходных кривых.

Полученная длина переходной кривой (после округления до 10 м) должна соответствовать следующим требованиям:

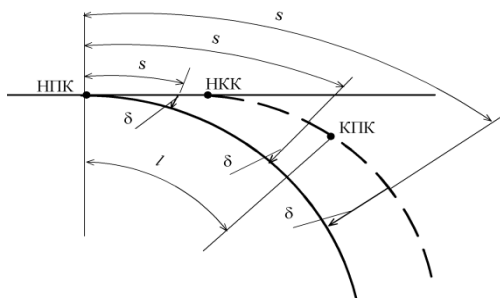
- быть не меньше нормативных значений по СТН;
- быть меньше длины круговой кривой не менее чем на 20 м;
- обеспечивать минимальные окончательные рихтовки.

Нормативные значения длин переходных кривых приведены в таблице 2.2.

После уточнения длины переходных кривых определяется пикетаж их начала и конца:

$$\begin{aligned} \text{пк НПК}_1 &= \text{пк НКК} - l/2; \\ \text{пк КПК}_1 &= \text{пк НПК}_1 + l; \\ \text{пк НПК}_2 &= \text{пк ККК} + l/2; \\ \text{пк КПК}_2 &= \text{пк НПК}_2 - l. \end{aligned}$$

Сдвигки круговой кривой δ при устройстве переходных кривых определяются в зависимости от расстояния s от начала переходной кривой до данной «двадцатки» по формулам (рисунок 2.4):



- при $s \leq l/2$, т.е. на участке от НПК до НКК (ККК), –

$$\delta = s^3/6lR; \quad (2.10)$$

- при $l/2 < s \leq l$, т.е. на участке от НКК (ККК) до

$$\delta = P - (l - s)^3/6lR; \quad (2.11)$$

КПК, –

- за пределами переходных кривых –
Рисунок 2.4 – К определению рихтовок от
устройства переходной кривой

$$\delta = P = l^2/24R. \quad (2.12)$$

Окончательные рихтовки определяются по формуле (2.4).

Т а б л и ц а 2.2 – Длина переходных кривых на железнодорожных линиях и подъездных путях
В метрах

Радиус кривой, м	Особогрузонапряженных			III категории			IV категории		
	Зоны скоростей движения								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
4000	40	30	20	30	20	20	–	–	–
3000	60–40	40–30	20	40–30	30–20	20	–	–	–
2500	80–60	50–30	20	60–40	40–30	20	–	–	–
2000	100–80	60–40	30	60–50	50–30	20	40–30	30	20
1800	100–80	60–40	40–30	80–60	50–40	30–20	50–30	30	20
1500	120–100	80–60	50–40	80–60	60–50	40–30	60–40	40–30	30
1200	140–120	100–80	60–50	100–80	80–60	40–30	60–50	50–30	30
1000	140–120	120–100	70–50	120–100	80–60	50–40	80–60	50–40	30
800	160–140	140–100	80–50	140–100	100–80	50–40	90–60	60–50	40–30
700	160–140	140–120	80–60	160–120	110–90	60–50	120–80	60–50	40–30
600	160–130	140–120	100–60	160–120	120–100	60–50	120–80	80–60	50–40
500	160–120	140–120	120–70	160–120	130–100	80–60	120–100	90–70	60–40
400	160–120	140–120	140–80	140–100	140–100	80–60	120–100	110–80	60–50
350	140–100	140–100	140–80	140–100	130–100	100–60	120–100	120–80	80–50
300	140–100	140–100	120–80	140–100	120–100	120–80	120–80	120–80	80–60
250	120–90	120–80	120–80	120–80	120–80	120–80	120–80	120–80	80–60
200	–	–	–	–	–	–	100–80	100–80	80–60

2.2.3 Пример решения задачи по проектированию выправки существующей кривой

Требуется построить угловую диаграмму существующей кривой, подобрать радиус правильной кривой, определить положение проектируемой кривой в пикетаже и подсчитать рихтовки существующего пути для приведения существующей кривой в правильное геометрическое очертание без учета и с учетом устройства переходной кривой при следующих исходных данных: угол поворота существующей кривой (α) $16^{\circ}52'$, кривая – право, проектируемый в перспективе второй путь – справа, кривая расположена в третьей зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 54,250$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в таблице 2.3.

Т а б л и ц а 2.3 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\varphi_{рад}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\varphi_{рад}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		
220	60	0	0	222	80	2,803	12,343
	80	0,001	0,001		3,163	15,506	
		0,051	0,052		20	3,513	19,019
	20	0,091	0,143		40	3,933	22,952
	40	0,301	0,444		60	4,303	27,255
221	60	0,661	1,105	223	80	4,709	31,964
	80	0,947	2,052		5,089	37,053	
		1,337	3,389		20	5,499	42,552
	20	1,667	5,066		40	5,819	48,371
	40	2,057	7,123		60	5,879	54,250
	60	2,417	9,540				

Последовательность решения задачи:

1 На миллиметровой бумаге строим угловую диаграмму существующей кривой в масштабах: горизонтальный (масштаб длин) – 1:1000, или 1 см = 10 м; вертикальный (масштаб углов) – 1 см = 0,02 рад (приложение Б).

На оси абсцисс в масштабе длин наносим все пикеты и «плюсы» от начала до конца съёмки кривой. В последней точке откладываем по вертикали величину угла поворота кривой $\alpha_{рад}$, и через полученную точку проводим горизонтальную линию на 80–100 м в сторону кривой (см. приложение Б). Для наковки угловой линии существующей кривой используем данные таблицы 2.3, где содержатся двадцатикратные значения

углов φ в радианной мере ($\omega_3 = 20 \varphi_{\text{рад}}$). В целях исключения необходимости определения на каждой «двадцатке» действительных значений φ на оси ординат вводим вспомогательный масштаб углов $1 \text{ см} = 0,40 \text{ рад}$ (по сравнению с основным масштабом он в 20 раз мельче). В этом масштабе и откладываем на угловой диаграмме значения углов $20\varphi_{\text{рад}}$. Углы φ соответствуют касательным к кривой в середине «двадцаток», поэтому и значения $20\varphi_{\text{рад}} = \omega_3$ следует откладывать в середине «двадцаток». Так, например, ордината 0,301, записанная в таблице 3.2 на строке пк 220 + 40, отложена на рисунке приложения Б на пк 220 + 30, следующая ордината 0,661 – пк 220 + 50 и т.д. Полученные точки соединяем прямыми линиями, полученная ломанная линия вместе с продолжением ее до точек, соответствующих началу и концу съемки (на рисунке приложения Б точки А и Б'), является угловой линией существующей кривой.

2 Радиус правильной кривой подбираем в соответствии с требованиями, изложенными в п. 2.1, с учетом направления кривой и сторонности будущего второго пути (кривая право, второй путь справа). Для выполнения первого требования определяем координаты середины кривой по формулам (2.1) и (2.2):

$$X_{\text{СК}} = W_c / \alpha_{\text{рад}} = 54,250 / 0,294379 = 184,28 \text{ м};$$

$$Y_{\text{СК}} = \alpha_{\text{рад}} / 2 = 0,294379 / 2 = 0,147190 \text{ рад}.$$

Значение $X_{\text{СК}}$ откладываем от конца полевых замеров в сторону кривой (см. приложение Б). Через полученную точку «СК» проводим угловую линию правильной кривой, максимально приближаясь к угловой линии существующей кривой (см. приложение Б).

Графически устанавливаем $K' = 317 \text{ м}$ (см. приложение Б), следовательно,

$$R' = K' / \alpha_{\text{рад}} = 317 / 0,294379 = 1076,8 \text{ м}.$$

После округления радиуса в соответствии с правилами, приведенными в таблице 2.1, принимается $R = 1080 \text{ м}$.

3 После округления радиуса определяем длину кривой и пикетаж начала и конца круговой кривой через пикет точки «СК»:

$$K = R \alpha_{\text{рад}} = 1080 \cdot 0,294379 = 317,94 \text{ м}.$$

$$\text{пк «СК»} = \text{пк Б} - X_{\text{СК}} = \text{пк 223} + 60 - 184,28 = \text{пк 221} + 75,72;$$

$$\text{пк НКК} = \text{пк «СК»} - K/2 = \text{пк 221} + 75,72 - 158,97 = \text{пк 220} + 16,75;$$

$$\text{пк ККК} = \text{пк ККК} + K = \text{пк 220} + 16,75 + 317,94 = \text{пк 223} + 34,69;$$

$$\text{или } \text{пк ККК} = \text{пк «СК»} + K/2 = \text{пк 221} + 75,72 + 158,97 = \text{пк 223} + 34,69.$$

4 Определяем рихтовки без учета устройства переходной кривой Δ' , для

чего подсчитываем площади угловой диаграммы правильной кривой ω_n на всех «двадцатках» от начала круговой кривой до конца полевых замеров.

Площади угловой диаграммы правильной кривой определяем по формулам (2.6) и (2.7):

пк 220 + 20 (находится в пределах круговой кривой):

$$\omega_n = x^2/2R = 3,25^2/2 \cdot 1080 = 0,005 \text{ м};$$

- пок 220 + 40: $\omega_n = 23,25^2/2 \cdot 1080 = 0,250 \text{ м};$

- пок 223 + 40 (находится за пределами круговой кривой):

$$\omega_n = (x - K/2) \alpha_{\text{рад}} = (323,25 - 158,97) \cdot 0,294379 = 48,361 \text{ м};$$

- пок 223 + 60: $\omega_n = (343,25 - 158,97) \cdot 0,294379 = 54,248 \text{ м}.$

Подсчет площадей угловой диаграммы на остальных пикетах сводим в табличную форму (таблица 2.4).

Затем с точностью до 0,01 м определяем рихтовки Δ' на каждой «двадцатке». Знак их не фиксируется, но учитывается при определении направления рихтовок по известным правилам (см. п. 2.1). Например, пок 220 + 20,

$$\omega_n = 0,005 \text{ м}, \omega_c = 0,143 \text{ м}$$

$$\Delta' = \omega_n - \omega_c = 0,005 - 0,143 = 0,138 \text{ м};$$

- пок 220 + 40, $\omega_n = 0,250 \text{ м}, \omega_c = 0,444 \text{ м}$

$$\Delta' = \omega_n - \omega_c = 0,250 - 0,444 = 0,194 \text{ м};$$

- пок 223 + 40, $\omega_n = 48,361 \text{ м}, \omega_c = 48,371 \text{ м}$

$$\Delta' = \omega_n - \omega_c = 48,361 - 48,371 = 0,010 \text{ м};$$

- пок 223 + 40, $\omega_n = 48,361 \text{ м}, \omega_c = 48,371 \text{ м}$

$$\Delta' = \omega_n - \omega_c = 48,361 - 48,371 = 0,010 \text{ м};$$

- пок 223 + 60, $\omega_n = 54,250 \text{ м}, \omega_c = 54,250 \text{ м}$

$$\Delta' = \omega_n - \omega_c = 54,250 - 54,250 = 0 \text{ м}.$$

На указанных пикетах рихтовки Δ' направлены влево, так как $\omega_c > \omega_n$. Определение рихтовок на остальных точках сводим в табличную форму (см. таблицу 2.4).

5 Определяем рихтовки с учетом устройства переходной кривой. Так как направление кривой и сторонность будущего второго пути одноименны, длина переходной кривой определяется по формуле (2.8):

$$l = 4,9\sqrt{(R P)} = 4,9\sqrt{(R \max \Delta')} = 4,9\sqrt{(1080 \cdot 0,20)} = 72,01 \text{ м}.$$

Учитывая, что кривая находится во второй зоне скоростей, а категория дороги – III, длину переходной кривой принимаем 80 м (см. таблицу 2.2). После уточнения длины переходных кривых определяем пикетаж их начала и конца:

$$\text{пк НПК}_1 = \text{пк НКК} - l/2 = (\text{пк } 220 + 16,75) - 80/2 = \text{пк } 219 + 76,75;$$

$$\text{пк КПК}_1 = \text{пк НПК}_1 + l = (\text{пк } 219 + 76,75) + 80 = \text{пк } 220 + 56,75;$$

$$\text{пк НПК}_2 = \text{пк ККК} + l/2 = (\text{пк 223} + 34,69) + 80/2 = \text{пк 223} + 74,69;$$

$$\text{пк КПК}_2 = \text{пк НПК}_2 - l = (\text{пк 223} + 74,69) - 80 = \text{пк 222} + 94,69.$$

Сдвиги круговой кривой δ при устройстве переходных кривых определяются в соответствии с рекомендациями, изложенными в п. 2.2, по формулам (2.10)–(2.12):

$$\text{пк 220} + 00 \text{ (участок от НПК до начала ККК)} - \\ \delta = 23,25^3 / (6 \cdot 80 \cdot 1080) = 0,02 \text{ м};$$

$$\text{пк 220} + 20 \text{ (участок от НКК до КПК)} - \\ \delta = 0,25 - (80 - 43,25)^3 / (6 \cdot 80 \cdot 1080) = 0,15 \text{ м};$$

$$\text{пк 220} + 60 \text{ (участок за пределами длин переходных кривых)} - \\ \delta = P = 80^2 / (24 \cdot 1080) = 0,25 \text{ м}.$$

Подсчет рихтовок при устройстве переходных кривых сведен и представлен в таблице 2.4. Полученные рихтовки одноименны с направлением кривой, т.е. они направлены вправо.

Окончательные рихтовки Δ определяются по формуле (2.4):

$$\text{пк 220} + 00 - \\ \Delta = -0,05 + 0,02 = -0,03 \text{ м};$$

$$\text{пк 220} + 20 - \\ \Delta = -0,14 + 0,16 = +0,02 \text{ м};$$

$$\text{пк 220} + 60 - \\ \Delta = -0,24 + 0,25 = +0,01 \text{ м}.$$

Подсчет окончательных рихтовок также представлен в таблице 2.4.

Т а б л и ц а 2.4 – Результаты расчетов

Пикетаж начала и конца круговых и переходных кривых	Пикетаж по существующей кривой		Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Площадь угловой диаграммы проектируемой кривой ω_n	Рихтовки Δ' м		Устройство переходной кривой			
							S , м	δ , м	окончательные рихтовки Δ , м	
	лево	право			право	лево			право	
НПК ₁ ПК 219+76,75		60	0		0					0
		80	0,001	-	0		3,25	0		0
НКК ПК 220+16,75	220		0,052	-	0,05		23,25	0,02	0,03	
		20	0,143	0,005	0,14		43,25	0,16		0,02
КПК ₁ ПК 220+56,75		40	0,444	0,250	0,19		63,25	0,24		0,05
		60	1,105	0,866	0,24			0,25		0,01
		80	2,052	1,852	0,20			0,25		0,05
		221	3,389	3,209	0,18			0,25		0,07
		20	5,066	4,935	0,13			0,25		0,12
		40	7,123	7,033	0,09			0,25		0,16
		60	9,540	9,500	0,04			0,25		0,21
		80	12,343	12,338	0			0,25		0,25
	20	19,019	19,125		0,11		0,25		0,36	

		40	22,952	23,074		0,12		0,25		0,37
		60	27,255	27,394		0,14		0,25		0,39

Окончание таблицы 2.4

Пикетаж начала и конца круговых и переходных кривых	Пикетаж по существующей кривой		Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Площадь угловой диаграммы проектируемой кривой ω_n	Рихтовки Δ' м		Устройство переходной кривой			
							S, м	окончательные рихтовки Δ , м		
	пк	+			лево	право		право	лево	право
		80	31,964	32,084		0,12		0,25		0,37
КПК ₂ ПК 222+94,69	223		37,053	37,144		0,09	74,69	0,22		0,31
ККК ПК 223+34,69		20	42,552	42,574		0,02	54,69	0,21		0,23
		40	48,371	48,361	0,01		34,69	0,08		0,07
НПК ₂ ПК 223+74,69		60	54,250	54,250	0		14,69	0,01		0,01

Задачи для самостоятельного решения

Для исходных данных, представленных ниже, необходимо построить угловую диаграмму существующей кривой, подобрать радиус правильной кривой, определить положение проектируемой кривой в пикетаже и подсчитать рихтовки существующего пути для приведения существующей кривой в правильное геометрическое очертание без учета и с учетом устройства переходной кривой.

1 Угол поворота существующей кривой (α) $28^{\circ}05'$, кривая – право, второй путь – справа, кривая расположена во второй зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 98,433$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.1.

Ведомость 2.1 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
				пк	+		
пк	+			пк	+		

182		0	0		20	4,635	18,865
	20	0,059	0,059		40	5,305	24,170
	40	0,019	0,078		60	5,975	30,145
	60	0,119	0,197		80	6,505	36,650
	80	0,299	0,496	185		7,255	43,905
183		0,699	1,195		20	7,878	51,783
	20	1,267	2,462		40	8,528	60,311
	40	1,917	4,379		60	9,098	69,409
	60	2,577	6,956	80	9,488	78,897	
	80	3,357	10,313	186		9,738	88,635
184		3,917	14,230		20	9,798	98,433

2 Угол поворота существующей кривой (α) $13^{\circ}10'$, кривая – право, второй путь – справа, кривая расположена в третьей зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 43,635$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.2.

Ведомость 2.2 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{рад}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{рад}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		
83		0	0		20	2,276	8,181
	20	0,038	0,038		40	2,676	10,857
	40	-0,092	-0,054		60	3,096	13,953
	60	0,098	0,044		80	3,456	17,409
84		0,058	0,102	86		3,826	21,235
	20	0,188	0,290		20	4,190	25,425
	40	0,423	0,713		40	4,470	29,895
	60	0,773	1,486		60	4,560	34,455
	80	1,113	2,599	80	4,580	39,035	
85		1,463	4,062	87		4,800	43,635
	80	1,843	5,905				

3 Угол поворота существующей кривой (α) $22^{\circ}19'$, кривая – право, второй путь – справа, кривая расположена во второй зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 102,960$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.3.

Ведомость 2.3 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{рад}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{рад}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		

186	40	0	0	188		4,230	24,255
	60	0,007	0,007		20	4,620	28,875
	80	0,067	0,074		40	5,050	33,925
		0,227	0,301		60	5,419	39,344
	20	0,567	0,868		80	5,719	45,143
187	40	0,967	1,835	189		6,199	51,342
	60	1,368	3,203		20	6,569	57,911
	80	1,778	4,981		40	6,909	64,820
		2,198	7,195		60	7,228	72,048
	20	3,088	10,267	80	7,588	79,636	
	40	2,508	12,775	190		7,748	87,384
	60	3,420	16,195		20	7,768	95,152
	80	3,830	20,025		40	7,808	102,96

4 Угол поворота существующей кривой (α) $22^{\circ}49'$, кривая – право, второй путь – справа, кривая расположена в третьей зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 91,113$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.4.

В е д о м о с т ь 2.4 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		
112	60	0	0	114		4,004	18,908
	80	0,022	0,022		20	4,384	23,292
		0,012	0,034		40	4,834	28,126
	20	0,052	0,086	60	5,324	33,450	
	40	0,232	0,318	80	5,849	39,299	
113	60	0,642	0,960	115		6,359	45,658
	80	1,134	2,094		20	6,819	52,477
		1,634	3,728	40	7,269	59,746	
	20	2,124	5,852	60	7,649	67,395	
	40	2,584	8,436	80	7,866	75,261	
	60	2,994	2,994	116		7,906	83,167
80	3,474	3,474	20		7,946	91,113	

5 Угол поворота существующей кривой (α) $16^{\circ}04'$, кривая – право, второй путь – справа, кривая расположена во второй зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 53,730$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.5.

В е д о м о с т ь 2.5 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		
333		0	0		20	2,840	12,265
	20	0,006	0,006		40	3,210	15,475
	40	0,006	0,012		60	3,590	19,065
	60	0,066	0,078		80	3,980	23,045
334	80	0,246	0,324	336		4,330	27,375
		0,606	0,930		20	4,731	32,106
	20	0,989	1,919		40	5,111	37,217
	40	1,319	3,238		60	5,421	42,638
335	60	1,689	4,927	337	80	5,521	48,159
	80	2,059	6,986			5,571	53,730
		2,439	9,425				

6 Угол поворота существующей кривой (α) $19^{\circ}05'$, кривая – право, второй путь – справа, кривая расположена в третьей зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 68,449$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.6.

В е д о м о с т ь 2.6 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		
114		0	0		20	3,218	13,193
	20	-0,003	-0,003		40	3,698	16,891
	40	0,007	0,004		60	4,138	21,029
	60	0,057	0,061		80	4,618	25,647
115	80	0,257	0,318	115		5,068	30,715
		0,467	0,785		20	5,549	36,264
	20	0,908	1,693		40	5,999	42,263
	40	1,378	3,071		60	6,359	48,622
116	60	1,828	4,899	118	80	6,549	55,171
	80	2,308	7,207			6,639	61,810
		2,768	9,975		20	6,639	68,449

7 Угол поворота существующей кривой (α) $52^{\circ}04'$, кривая – право, второй путь – справа, кривая расположена во второй зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 196,196$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.7.

В е д о м о с т ь 2.7 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		
65		0	0		20	10,524	53,714
	20	0,021	0,021		40	11,654	65,368
	40	0,191	0,212		60	12,824	78,192
	60	0,391	0,603		80	13,974	92,166
66	80	3,121	3,724	68		15,294	107,460
		3,837	7,561		20	16,364	123,824
	20	4,787	12,348		40	17,383	141,207
	40	6,057	18,405		60	18,203	159,408
67	60	7,147	25,552	69	80	18,403	177,813
	80	8,274	33,826			18,383	196,196
		9,364	43,190				

8 Угол поворота существующей кривой (α) $8^\circ 49'$, кривая – право, второй путь – справа, кривая расположена в третьей зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 27,090$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.8.

В е д о м о с т ь 2.8 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		
423	80	0	0	425		1,406	6,266
		-0,002	-0,002		20	1,566	7,832
	20	0,018	0,016		40	1,736	9,568
	40	0,078	0,094		60	1,896	11,464
	60	0,188	0,282		80	2,126	13,590
424	80	0,358	0,640	426		2,280	15,870
		0,464	1,104		20	2,440	18,310
	20	0,644	1,748		40	2,600	20,910
	40	0,854	2,602		60	2,830	23,740
	60	1,034	3,336		80	3,350	27,090
	80	1,224	4,860				

9 Угол поворота существующей кривой (α) $25^\circ 01'$, кривая – право, второй путь – справа, кривая расположена в третьей зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 95,800$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.9.

В е д о м о с т ь 2.9 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\varphi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\varphi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		
	40	0	0			5,340	25,415
	60	0,022	0,022	470	60	5,900	31,315
	80	0,012	0,034		80	6,520	37,835
46		0,392	0,426	471		7,140	44,975
	20	0,882	1,308		20	7,800	52,775
	40	1,602	2,910		40	8,245	8,245
	60	2,163	5,073		60	8,545	8,545
	80	2,763	7,836		80	8,675	78,240
		3,433	11,269	472		8,685	86,925
47	20	4,053	15,322		20	8,875	95,800
0	40	4,753	20,075		40		

10 Угол поворота существующей кривой (α) $20^{\circ}38'$, кривая – лево, второй путь – слева, кривая расположена в третьей зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 79,758$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.10.

В е д о м о с т ь 2.10 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\varphi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\varphi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	
пк	+			пк	+			
	80	0	0	132		3,864	18,324	
130		-0,001	-0,001		20	4,314	22,638	
	20	0,059	0,058		40	4,784	27,422	
	40	0,259	0,317		60	5,254	32,676	
	60	0,669	0,986		80	5,754	38,430	
131	80	1,109	2,095	133		6,208	44,638	
		1,553	3,648			20	6,648	51,286
	20	2,023	5,671			40	6,988	58,274
	40	2,473	8,144			60	7,138	65,412
	60	2,923	11,067			80	7,168	72,580
	80	3,393	14,460		134		7,178	79,758

11 Угол поворота существующей кривой (α) $15^{\circ}06'$, кривая – лево, второй путь – слева, кривая расположена во второй зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 58,634$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.11.

В е д о м о с т ь 2.11 – Элементарные площади угловой диаграммы

существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_3 = 20\varphi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_3 = 20\varphi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		
172	60	0	0	174	80	2,953	13,048
	80	0,001	0,001		20	3,163	16,211
		0,051	0,052		40	3,613	19,824
	20	0,101	0,153		60	4,063	23,887
	40	0,311	0,464		80	4,273	28,160
173	60	0,641	1,105	175	80	4,869	33,029
	80	1,018	2,123		20	4,899	37,819
		1,378	3,501		40	4,929	42,847
	20	1,788	5,289		60	5,019	47,866
	40	2,188	7,477		80	5,219	53,085
	60	2,618	10,195			80	5,549

12 Угол поворота существующей кривой (α) $10^{\circ}05'$, кривая – лево, второй путь – слева, кривая расположена в третьей зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 40,977$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.12.

В е д о м о с т ь 2.12 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_3 = 20\varphi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_3 = 20\varphi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		
173	20	0	0	175	60	1,773	9,161
	40	0,155	0,155		80	1,963	11,124
	60	0,135	0,290		20	2,163	13,287
	80	0,155	0,445		40	2,373	15,660
		0,195	0,640		60	2,559	18,219
	20	0,235	0,875		80	2,749	20,968
	40	0,614	1,489			2,969	23,937
174	60	0,774	2,236	176	80	3,209	27,146
	80	0,984	3,247		20	3,409	30,555
		1,194	4,441		40	3,304	33,859
	20	1,354	5,795		60	3,504	37,363
	40	1,593	7,388		80	3,614	40,977

13 Угол поворота существующей кривой (α) $18^{\circ}07'$, кривая – лево, второй путь – слева, кривая расположена в первой зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 66,320$ м, элементарные

площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.13.

В е д о м о с т ь 2.13 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\varphi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\varphi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	
пк	+			пк	+			
422	80	0	0	424	80	3,074	12,275	
		0,011	0,011				3,634	15,909
	20	0,031	0,042		20	4,204	20,113	
	40	0,161	0,203		40	4,584	24,697	
423	60	0,621	0,824	425	60	4,994	29,691	
	80	0,631	1,455		80	5,504	35,195	
		1,294	2,749				5,975	41,170
	20	1,734	4,483		20	6,215	47,385	
	40	2,144	6,627		40	6,305	53,690	
	60	2,574	9,201		60	6,335	60,025	
			80	6,295	66,320			

14 Угол поворота существующей кривой (α) $28^{\circ}46'$, кривая – лево, второй путь – слева, кривая расположена в третьей зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 121,847$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.14.

В е д о м о с т ь 2.14 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\varphi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\varphi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	
пк	+			пк	+			
255	80	0	0	258	40	4,372	23,011	
		0,016	0,016			60	4,862	27,873
	20	0,046	0,062		80	5,372	33,245	
	40	0,026	0,088				5,754	38,999
256	60	0,196	0,284	259	20	6,114	45,113	
	80	0,646	0,930		40	6,764	51,877	
		1,121	2,051		60	7,134	59,011	
	20	1,601	3,652		80	7,654	66,685	
	40	2,091	5,743				8,137	74,802
	60	2,541	8,284		20	8,617	83,419	
257	80	3,001	11,285	260	40	9,067	92,486	
		3,452	14,737				9,487	101,973
	20	3,902	18,639		60	9,857	111,830	
					80	10,017	121,847	

15 Угол поворота существующей кривой (α) $28^{\circ}56'$, кривая – лево, второй путь – слева, кривая расположена в первой зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 100,590$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.15.

В е д о м о с т ь 2.15 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{рад}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{рад}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		
55	60	0	0	57	80	5,321	25,916
	80	0,026	0,026		20	5,951	31,867
		0,146	0,172		40	6,581	38,448
	20	0,476	0,648		60	7,111	46,559
	40	0,956	1,604		80	7,791	53,350
56	60	1,626	3,230	58	80	8,448	61,798
	80	2,223	5,453		20	9,108	70,906
		2,853	8,306		40	9,638	80,544
	20	3,463	11,769		60	9,978	90,552
	40	4,103	15,872			10,068	100,590
	60	4,723	20,595				

16 Угол поворота существующей кривой (α) $19^{\circ}10'$, кривая – лево, второй путь – слева, кривая расположена в первой зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 78,395$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.16.

В е д о м о с т ь 2.16 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{рад}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{рад}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		

48		0	0		60	3,021	14,603
	20	0,014	0,014		80	3,481	18,084
	40	0,014	0,028	51		3,731	21,815
	60	0,014	0,042		20	4,143	25,958
	80	0,044	0,086		40	4,373	30,331
49		0,234	0,320		60	4,973	35,274
	20	0,558	0,878		80	5,243	40,517
	40	0,768	1,646	52		5,763	46,280
	60	1,248	2,894		20	6,003	52,283
	80	1,748	4,672		40	6,293	58,576
50		1,988	6,660		60	6,503	65,079
	20	2,341	9,001		80	6,633	71,712
	40	2,581	4,582	53		6,683	78,395

17 Угол поворота существующей кривой (α) $23^{\circ}05'$, кривая – лево, второй путь – слева, кривая расположена во второй зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 76,800$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.17.

В е д о м о с т ь 2.17 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_c = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_c = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		
	60	0	0		80	3,473	12,228
	80	0,008	0,008	7		3,823	16,051
		-0,022	-0,014		20	4,573	20,624
	20	-0,012	-0,026		40	5,243	25,867
	40	0,028	0,002		60	5,903	31,770
	60	0,288	0,290		80	6,525	38,295
	80	0,663	0,953	8		7,145	45,440
		1,073	2,026		20	7,545	52,985
	20	1,643	3,669		40	7,815	60,800
	40	2,243	5,912		60	7,975	68,775
	60	2,843	8,755		80	8,025	76,800

18 Угол поворота существующей кривой (α) $29^{\circ}10'$, кривая – лево, второй путь – слева, кривая расположена в первой зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 94,975$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.18.

В е д о м о с т ь 2.18 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой	Элементарная площадь угловой	Площадь угловой диаграммы существующей	Пикетаж по существующей кривой	Элементарная площадь угловой диаграммы	Площадь угловой диаграммы
--------------------------------	------------------------------	--	--------------------------------	--	---------------------------

пк	+	диаграммы ω_3 = $20\varphi_{\text{рад}}$	кривой ω_c	пк	+	$\omega_3 = 20\varphi_{\text{рад}}$	существующей кривой ω_c
125		0	0		20	4,902	23,517
	20	-0,009	-0,009		40	5,502	29,019
	40	0,101	0,092		60	6,102	35,121
	60	0,341	0,433		80	6,732	41,853
	80	0,841	1,274	128		7,422	49,275
126		1,431	2,075		20	8,020	57,295
	20	2,032	4,737		40	8,620	65,915
	40	2,582	7,319		60	9,210	75,125
	60	3,172	20,491		80	9,740	84,865
	80	3,762	24,253	129		10,110	94,975
127		4,362	18,615				

19 Угол поворота существующей кривой (α) $8^\circ 40'$, кривая – лево, второй путь – слева, кривая расположена в первой зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 31,110$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.19.

В е д о м о с т ь 2.19 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_3 = 20\varphi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_3 = 20\varphi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		
120		0	0		20	1,696	7,886
	20	0,010	0,010		40	1,906	9,792
	40	0,080	0,090		60	2,076	11,868
	60	0,150	0,240		80	2,256	14,124
	80	0,290	0,530	123		2,446	16,570
121		0,370	0,900		20	2,638	19,208
	20	0,588	1,488		40	2,868	22,076
	40	0,808	2,296		60	2,878	24,954
	60	1,058	31354		80	3,108	28,062
	80	1,418	4,772	124		3,048	31,110
122		1,418	6,190				

20 Угол поворота существующей кривой (α) $16^\circ 52'$, кривая – право, второй путь – слева, кривая расположена в первой зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 54,250$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.20.

В е д о м о с т ь 2.20 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{рад}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{рад}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		
220	60	0	0	22	80	2,803	12,343
	80	0,001	0,001		20	3,163	15,506
	20	0,051	0,052		40	3,513	19,019
	40	0,091	0,143		60	3,933	22,952
	40	0,301	0,444		80	4,303	27,255
221	60	0,661	1,105	22	80	4,709	31,964
	80	0,947	2,052		20	5,089	37,053
	20	1,337	3,389		40	5,499	42,552
	40	1,667	5,066		60	5,819	48,371
	40	2,057	7,123		80	5,879	54,250
	60	2,417	9,540				

21. Угол поворота существующей кривой (α) $28^{\circ}05'$, кривая – право, второй путь – слева, кривая расположена во первой зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 98,433$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.21.

Ведомость 2.21 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{рад}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{рад}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		
182		0	0	185	20	4,635	18,865
	20	0,059	0,059		40	5,305	24,170
	40	0,019	0,078		60	5,975	30,145
	60	0,119	0,197		80	6,505	36,650
	80	0,299	0,496			7,255	43,905
183		0,699	1,195	186	20	7,878	51,783
	20	1,267	2,462		40	8,528	60,311
	40	1,917	4,379		60	9,098	69,409
	60	2,577	6,956		80	9,488	78,897
184	80	3,357	10,313			9,738	88,635
		3,917	14,230		20	9,798	98,433

22 Угол поворота существующей кривой (α) $13^{\circ}10'$, кривая – право, второй путь – слева, кривая расположена во второй зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 43,635$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.22.

Ведомость 2.22 – Элементарные площади угловой диаграммы

существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{рад}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{рад}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		
83		0	0		20	2,276	8,181
	20	0,038	0,038		40	2,676	10,857
	40	-0,092	-0,054		60	3,096	13,953
	60	0,098	0,044		80	3,456	17,409
	80	0,058	0,102	86		86	3,826
84		0,188	0,290		20	4,190	25,425
	20	0,423	0,713		40	4,470	29,895
	40	0,773	1,486		60	4,560	34,455
	60	1,113	2,599		80	4,580	39,035
80	1,463	4,062	87		87	4,800	43,635
85	1,843	5,905					

23 Угол поворота существующей кривой (α) 22°19', кривая – право, второй путь – слева, кривая расположена во первой зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 102,960$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.23.

В е д о м о с т ь 2.23 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{рад}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{рад}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		
	40	0	0	188		4,230	24,255
	60	0,007	0,007		20	4,620	28,875
18	80	0,067	0,074		40	5,050	33,925
		0,227	0,301		60	5,419	39,344
	6	0,567	0,868		80	5,719	45,143
	40	0,967	1,835	189		6,199	51,342
	60	1,368	3,203		20	6,569	57,911
	80	1,778	4,981		40	6,909	64,820
		2,198	7,195		60	7,228	72,048
18	20	3,088	10,267		80	7,588	79,636
7	40	2,508	12,775	190		7,748	87,384
	60	3,420	16,195		20	7,768	95,152
	80	3,830	20,025		40	7,808	102,96

24 Угол поворота существующей кривой (α) 22°49', кривая – право, второй путь – слева, кривая расположена во второй зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 91,113$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.24.

**В е д о м о с т ь 2.24 – Э л е м е н т а р н ы е п л о щ а д и у г л о в о й д и а г р а м м ы
с у щ е с т в у ю щ е й к р и в о й**

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_3 = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_с$	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_3 = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_с$
пк	+			пк	+		
112	60	0	0	114		4,004	18,908
	80	0,022	0,022		20	4,384	23,292
		0,012	0,034		40	4,834	28,126
	20	0,052	0,086		60	5,324	33,450
	40	0,232	0,318		80	5,849	39,299
113	60	0,642	0,960	115		6,359	45,658
	80	1,134	2,094		20	6,819	52,477
		1,634	3,728		40	7,269	59,746
	20	2,124	5,852	60	7,649	67,395	
	40	2,584	8,436	80	7,866	75,261	
	60	2,994	11,430	116		7,906	83,167
	80	3,474	14,904		20	7,946	91,113

25 Угол поворота существующей кривой (α) 16°04', кривая – право, второй путь – слева, кривая расположена в третьей зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_с = 53,730$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.25.

**В е д о м о с т ь 2.25 – Э л е м е н т а р н ы е п л о щ а д и у г л о в о й д и а г р а м м ы
с у щ е с т в у ю щ е й к р и в о й**

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_3 = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_с$	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_3 = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_с$
пк	+			пк	+		
333		0	0	336	20	2,840	12,265
	20	0,006	0,006		40	3,210	15,475
	40	0,006	0,012		60	3,590	19,065
	60	0,066	0,078		80	3,980	23,045
	80	0,246	0,324			4,330	27,375
334		0,606	0,930	337	20	4,731	32,106
	20	0,989	1,919		40	5,111	37,217
	40	1,319	3,238		60	5,421	42,638
	60	1,689	4,927		80	5,521	48,159
	80	2,059	6,986			5,571	53,730
335		2,439	9,425				

26 Угол поворота существующей кривой (α) 19°05', кривая – право, второй путь – слева, кривая расположена в первой зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_с = 68,449$ м, элементарные

площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.26.

В е д о м о с т ь 2.26 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		
114		0	0		20	3,218	13,193
	20	-0,003	-0,003		40	3,698	16,891
	40	0,007	0,004		60	4,138	21,029
	60	0,057	0,061		80	4,618	25,647
	80	0,257	0,318	115		5,068	30,715
115		0,467	0,785		20	5,549	36,264
	20	0,908	1,693		40	5,999	42,263
	40	1,378	3,071		60	6,359	48,622
	60	1,828	4,899		80	6,549	55,171
	80	2,308	7,207	118		6,639	61,810
116		2,768	9,975		20	6,639	68,449

27 Угол поворота существующей кривой (α) 52°04', кривая – право, второй путь – слева, кривая расположена в первой зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 196,196$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.27.

В е д о м о с т ь 2.27 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		
65		0	0		20	10,524	53,714
	20	0,021	0,021		40	11,654	65,368
	40	0,191	0,212		60	12,824	78,192
	60	0,391	0,603		80	13,974	92,166
	80	3,121	3,724	68		15,294	107,460
66		3,837	7,561		20	16,364	123,824
	20	4,787	12,348		40	17,383	141,207
	40	6,057	18,405		60	18,203	159,408
	60	7,147	25,552		80	18,403	177,813
	80	8,274	33,826	69		18,383	196,196
67		9,364	43,190				

28 Угол поворота существующей кривой (α) $8^{\circ}49'$, кривая – право, второй путь – слева, кривая расположена во второй зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 27,090$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.28.

В е д о м о с т ь 2.28 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{рад}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{рад}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		
423	80	0	0	425		1,406	6,266
		-0,002	-0,002		20	1,566	7,832
	20	0,018	0,016		40	1,736	9,568
	40	0,078	0,094		60	1,896	11,464
	60	0,188	0,282		80	2,126	13,590
424	80	0,358	0,640	426		2,280	15,870
		0,464	1,104		20	2,440	18,310
	20	0,644	1,748		40	2,600	20,910
	40	0,854	2,602		60	2,830	23,740
	60	1,034	3,336		80	3,350	27,090
	80	1,224	4,860				

29 Угол поворота существующей кривой (α) $25^{\circ}01'$, кривая – право, второй путь – слева, кривая расположена в первой зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 95,800$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.29.

В е д о м о с т ь 2.29 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{рад}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{рад}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		

469	40	0	0	471	60	5,340	25,415
	60	0,022	0,022		80	5,900	31,315
	80	0,012	0,034		20	6,520	37,835
	20	0,392	0,426		40	7,140	44,975
	40	0,882	1,308		60	7,800	52,775
470	40	1,602	2,910	472	60	8,245	61,020
	60	2,163	5,073		80	8,545	69,605
	80	2,763	7,836		20	8,675	78,240
	20	3,433	11,269		40	8,685	86,925
	40	4,053	15,322		60	8,875	95,800
	40	4,753	20,075				

30 Угол поворота существующей кривой (α) $20^{\circ}38'$, кривая – лево, второй путь – справа, кривая расположена в первой зоне скоростей, площадь угловой диаграммы существующей кривой $\omega_c = 79,758$ м, элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой на каждой двадцатке приведены в ведомости 2.30.

В е д о м о с т ь 2.30 – Элементарные площади угловой диаграммы существующей кривой

Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c	Пикетаж по существующей кривой		Элементарная площадь угловой диаграммы $\omega_s = 20\phi_{\text{рад}}$	Площадь угловой диаграммы существующей кривой ω_c
пк	+			пк	+		
130	80	0	0	132		3,864	18,324
		-0,001	-0,001		20	4,314	22,638
	20	0,059	0,058		40	4,784	27,422
	40	0,259	0,317		60	5,254	32,676
	60	0,669	0,986		80	5,754	38,430
131	80	1,109	2,095	133		6,208	44,638
		1,553	3,648		20	6,648	51,286
	20	2,023	5,671		40	6,988	58,274
	40	2,473	8,144		60	7,138	65,412
	60	2,923	11,067		80	7,168	72,580
	80	3,393	14,460	134		7,178	79,758

2.3 Увеличение радиуса кривой

Расчеты по увеличению радиуса кривой производят в приведенной ниже последовательности [3].

На основании исходных данных, которыми являются: сторонность и угол поворота (α), радиус (R_c), длина (K_c) и тангенс (T_c) существующей кривой, пикетажное положение кривой (пк НКК_c, пк ККК_c), а также радиус проектируемой кривой ($R_{пр}$), строится расчетная схема (рисунок 2.5).

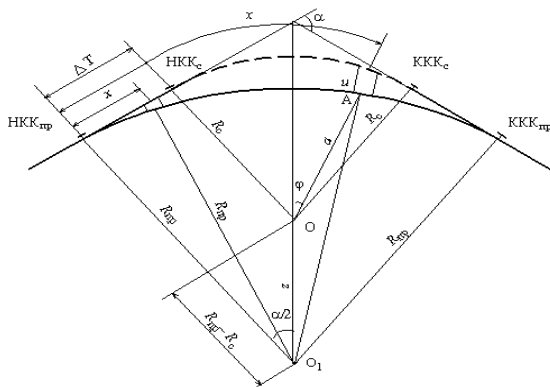


Рисунок 2.5 – Расчетная схема

В соответствии с расчетной схемой определяются длина проектируемой кривой ($K_{пр}$), тангенс проектируемой кривой ($T_{пр}$), разность тангенсов (ΔT), изменение длины линии (ΔL), «неправильный» пикет и пикетажное положение проектируемой кривой, а также нормали (n), т.е. смещения оси существующей дороги.

Указанные элементы рассчитываются на основании следующих формул:

- длина проектируемой кривой –

$$K_{пр} = R_{пр} \alpha_{рад}; \quad (2.13)$$

- тангенс проектируемой кривой –

$$T_{пр} = R_{пр} \operatorname{tg}(\alpha/2); \quad (2.14)$$

- разность тангенсов –

$$\Delta T = T_{пр} - T_{с}; \quad (2.15)$$

- изменение длины линии –

$$\Delta L = 2\Delta T + K_{с} - K_{пр}; \quad (2.16)$$

- «неправильный» пикет –

$$100 \pm \Delta L;$$

- начало и конец проектируемой круговой кривой –

$$\text{пк НКК}_{пр} = \text{пк НКК}_{с} - \Delta T; \quad (2.17)$$

$$\text{пк ККК}_{пр} = \text{пк ККК}_{с} + \Delta T. \quad (2.18)$$

Определение нормалей (n), т. е. смещений оси существующего пути, можно производить с построением угловой диаграммы. Угловая диаграмма – это зависимость угла поворота кривой от ее длины: $K = f(\alpha_{рад})$ [8].

Для определения нормалей по этому способу строятся профильная схема и совмещенная угловая диаграмма (рисунок 2.6).

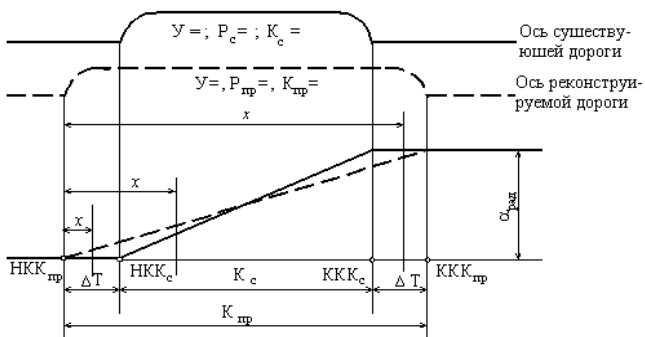


Рисунок 2.6 – Профильная схема и совмещенная угловая диаграмма

В соответствии с рисунком 2.6 определение нормалей в характерных точках (на каждой «двадцатке») производится по формулам:

- на участке от НКК_{пр} до НКК_с –

$$n = x^2 / (2 R_{пр}); \quad (2.19)$$

- на участке от НКК_с до ККК_с –

$$n = x^2 / (2 R_{пр}) - (x - \Delta T)^2 / (2 R_c); \quad (2.20)$$

- на участке от ККК_с до ККК_{пр} –

$$n = x^2 / (2 R_{пр}) - K_c^2 / (2 R_c) - (x - \Delta T - K_c) \alpha_{рад}, \quad (2.21)$$

где x – расстояние от начала круговой кривой проектируемой (НКК_{пр}) до рассматриваемого сечения.

В расчетах величине x – расстоянию от начала проектируемой кривой до точки на существующей дороге, для которой определяется величина нормали, – последовательно придается нарастающее значение с выбранным шагом (обычно 20 м).

2.3.1 Пример решения задачи по увеличению радиуса кривой

Исходные данные: кривая – лево; $\alpha = 33^\circ$; $R_c = 700$ м; $K_c = 403,17$ м; $T_c = 207,35$ м; пк НКК_с – пк19 + 22,25; пк ККК_с – пк23 + 25,42. Требуется увеличить радиус до 1200 м, т. е. $R_{пр} = 1200$ м.

1 На основании исходных данных строим расчетную схему (рисунок 2.7).

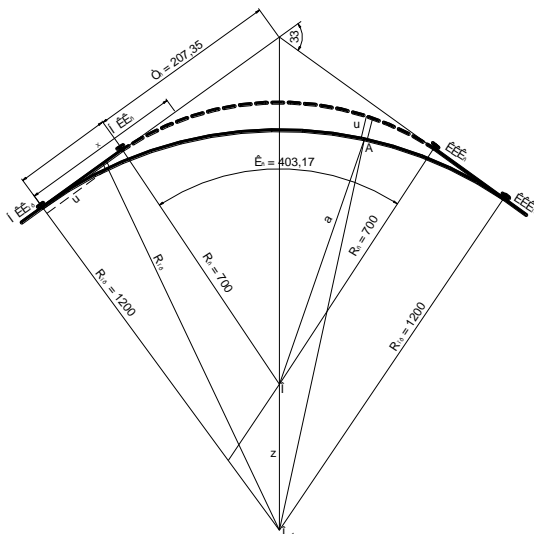


Рисунок 2.7 – Исходные данные

По формулам (2.13)–(2.18) определяем элементы проектируемой круговой кривой, величину «неправильного» пикета и положение кривой в пикетаже:

$$K_{\text{пр}} = R_{\text{пр}} \alpha_{\text{рад}} = 1200 \cdot 0,575959 = 691,15 \text{ м};$$

$$T_{\text{пр}} = R_{\text{пр}} \text{tg}(\alpha / 2) = 1200 \cdot 0,296214 = 355,46 \text{ м};$$

$$\Delta T = T_{\text{пр}} - T_{\text{с}} = 355,46 - 207,35 = 148,11 \text{ м};$$

$$\Delta L = 2\Delta T + K_{\text{с}} - K_{\text{пр}} = 2 \cdot 148,11 + 403,17 - 691,15 = 8,24 \text{ м};$$

«неправильный» пикет – 108,24 м;

$$\text{пк НКК}_{\text{пр}} = \text{пк НКК}_{\text{с}} - \Delta T = (\text{пк}19 + 22,25) - 148,11 = \text{пк}17 + 74,14;$$

$$\text{пк ККК}_{\text{пр}} = \text{пк ККК}_{\text{с}} + \Delta T = (\text{пк}23 + 25,42) + 148,11 = \text{пк}24 + 73,53.$$

Подсчет нормалей произведем в табличной форме (таблица 2.5).

Т а б л и ц а 2.5 – Результаты расчетов

Пикетаж		Расстояния е x, м	Расчетная формула	Величина нормали n, м
ПК	+			
	80	5,86	$x^2 / (2R_{\text{пр}})$	0,01
18	00	25,86		0,28
	20	45,86		0,87
	40	65,86		1,81
	60	85,86		3,07
	80	105,86		4,67
19	00	125,86		6,60
	20	145,86	$[x^2 / (2R_{\text{пр}})] - (x - \Delta T)^2 / (2R_{\text{с}})$	8,86
	40	165,86		11,23
	60	185,86		13,37

	80	205,86		15,47
20	00	225,86	$[x^2 / (2R_{np})] - (x - \Delta T)^2 / (2R_c)$	16,94
	20	245,86		18,36
	40	265,86		19,55
	60	285,86		20,50
	80	305,86		21,20
21	00	325,86		21,67
	20	345,86		21,91
	40	365,86		21,90
	60	385,86		21,86
	80	405,86		21,18
22	00	425,86		20,47
	20	445,86		19,60
	40	465,86		18,31
	60	485,86		16,88
	80	505,86		15,20
23	00	525,86	13,29	
	20	545,86	11,15	
	40	565,86	8,77	
	60	585,86	6,99	
	80	605,86	5,40	
24	00	625,86	$x^2 / (2R_{np}) - K_c^2 / (2R_c) - (x - \Delta T - K_c)\alpha_{рад}$	4,15
	20	645,86		3,24
	40	665,86		2,65
	60	685,86		2,39

Задачи для самостоятельного решения

Для исходных данных, представленных ниже, необходимо составить расчетную схему, определить элементы проектируемой кривой (K_{np} , T_{np}), величину ΔT , неправильный пикет, построить совмещенную угловую диаграмму существующей и проектируемой кривых, определить положение проектируемой кривой в пикетаже и подсчитать нормали при увеличении радиуса существующей кривой.

1 Кривая – лево; $\alpha = 35^\circ$; $R_c = 900$ м; $K_c = 549,78$ м; $T_c = 283,77$ м; пк НКК_c – пк21 + 33,45; пк ККК_c – пк26 + 83,33; $R_{np} = 1500$ м.

2 Кривая – право; $\alpha = 26^\circ$; $R_c = 800$ м; $K_c = 363,03$ м; $T_c = 184,70$ м; пк НКК_c – пк21 + 33,45; пк ККК_c – пк24 + 96,48; $R_{np} = 1500$ м.

3 Кривая – лево; $\alpha = 20^\circ$; $R_c = 700$ м; $K_c = 244,35$ м; $T_c = 123,43$ м; пк НКК_c – пк31 + 23,15; пк ККК_c – пк33 + 67,50; $R_{np} = 1200$ м.

4 Кривая – лево; $\alpha = 16^\circ$; $R_c = 800$ м; $K_c = 223,40$ м; $T_c = 112,43$ м; пк НКК_c – пк22 + 53,40; пк ККК_c – пк24 + 76,80; $R_{np} = 1200$ м.

5 Кривая – лево; $\alpha = 43^\circ$; $R_c = 700$ м; $K_c = 525,34$ м; $T_c = 275,74$ м; пк НКК_c – пк41 + 33,20; пк ККК_c – пк46 + 58,54; $R_{np} = 1200$ м.

6 Кривая – право; $\alpha = 36^\circ$; $R_c = 800$ м; $K_c = 502,66$ м; $T_c = 259,94$ м; пк НКК_c – пк34 + 30,65; пк ККК_c – пк39 + 33,31; $R_{np} = 1500$ м.

7 Кривая – право; $\alpha = 33^\circ$; $R_c = 600$ м; $K_c = 345,58$ м; $T_c = 177,73$ м; ПК НКК_с – ПК38 + 28,45; ПК ККК_с – ПК41 + 74,03; $R_{пр} = 1000$ м.

8 Кривая – лево; $\alpha = 23^\circ$; $R_c = 700$ м; $K_c = 281,00$ м; $T_c = 142,42$ м; ПК НКК_с – ПК29 + 33,48; ПК ККК_с – ПК32 + 14,48; $R_{пр} = 1200$ м.

9 Кривая – право; $\alpha = 47^\circ$; $R_c = 800$ м; $K_c = 656,25$ м; $T_c = 347,85$ м; ПК НКК_с – ПК25 + 46,78; ПК ККК_с – ПК32 + 03,03; $R_{пр} = 1200$ м.

10 Кривая – лево; $\alpha = 28^\circ$; $R_c = 900$ м; $K_c = 439,82$ м; $T_c = 224,40$ м; ПК НКК_с – ПК35 + 45,33; ПК ККК_с – ПК39 + 85,15; $R_{пр} = 1500$ м.

11 Кривая – лево; $\alpha = 45^\circ$; $R_c = 900$ м; $K_c = 706,86$ м; $T_c = 327,79$ м; ПК НКК_с – ПК54 + 23,48; ПК ККК_с – ПК61 + 30,34; $R_{пр} = 1500$ м.

12 Кривая – право; $\alpha = 18^\circ$; $R_c = 800$ м; $K_c = 251,33$ м; $T_c = 126,70$ м; ПК НКК_с – ПК38 + 53,44; ПК ККК_с – ПК41 + 04,77; $R_{пр} = 1200$ м.

13 Кривая – право; $\alpha = 34^\circ$; $R_c = 900$ м; $K_c = 534,07$ м; $T_c = 275,16$ м; ПК НКК_с – ПК34 + 28,53; ПК ККК_с – ПК39 + 62,60; $R_{пр} = 1500$ м.

14 Кривая – лево; $\alpha = 43^\circ$; $R_c = 700$ м; $K_c = 525,34$ м; $T_c = 275,74$ м; ПК НКК_с – ПК33 + 02,24; ПК ККК_с – ПК38 + 27,58; $R_{пр} = 1000$ м.

15 Кривая – право; $\alpha = 24^\circ$; $R_c = 800$ м; $K_c = 335,10$ м; $T_c = 170,05$ м; ПК НКК_с – ПК28 + 33,58; ПК ККК_с – ПК31 + 68,68; $R_{пр} = 1200$ м.

16 Кривая – лево; $\alpha = 31^\circ$; $R_c = 900$ м; $K_c = 486,95$ м; $T_c = 249,60$ м; ПК НКК_с – ПК37 + 18,26; ПК ККК_с – ПК42 + 05,21; $R_{пр} = 1500$ м.

17 Кривая – право; $\alpha = 27^\circ$; $R_c = 700$ м; $K_c = 329,87$ м; $T_c = 168,06$ м; ПК НКК_с – ПК33 + 24,58; ПК ККК_с – ПК36 + 54,45; $R_{пр} = 1000$ м.

18 Кривая – лево; $\alpha = 33^\circ$; $R_c = 800$ м; $K_c = 460,77$ м; $T_c = 236,97$ м; ПК НКК_с – ПК27 + 02,03; ПК ККК_с – ПК31 + 62,80; $R_{пр} = 1200$ м.

19 Кривая – лево; $\alpha = 29^\circ$; $R_c = 600$ м; $K_c = 303,69$ м; $T_c = 155,17$ м; ПК НКК_с – ПК55 + 03,03; ПК ККК_с – ПК58 + 06,72; $R_{пр} = 1000$ м.

20 Кривая – право; $\alpha = 39^\circ$; $R_c = 900$ м; $K_c = 612,61$ м; $T_c = 318,71$ м; ПК НКК_с – ПК55 + 19,09; ПК ККК_с – ПК61 + 31,70; $R_{пр} = 1500$ м.

21 Кривая – право; $\alpha = 24^\circ$; $R_c = 750$ м; $K_c = 314,16$ м; $T_c = 159,42$ м; ПК НКК_с – ПК31 + 20,09; ПК ККК_с – ПК34 + 34,25; $R_{пр} = 1200$ м.

22 Кривая – лево; $\alpha = 26^\circ$; $R_c = 635$ м; $K_c = 288,16$ м; $T_c = 146,60$ м; ПК НКК_с – ПК29 + 13,12; ПК ККК_с – ПК32 + 01,28; $R_{пр} = 1000$ м.

23 Кривая – лево; $\alpha = 31^\circ$; $R_c = 740$ м; $K_c = 400,38$ м; $T_c = 205,24$ м; ПК НКК_с – ПК48 + 03,06; ПК ККК_с – ПК52 + 03,44; $R_{пр} = 1000$ м.

24 Кривая – право; $\alpha = 32^\circ$; $R_c = 680$ м; $K_c = 379,79$ м; $T_c = 194,99$ м; ПК НКК_с – ПК51 + 09,01; ПК ККК_с – ПК54 + 88,80; $R_{пр} = 1000$ м.

25 Кривая – право; $\alpha = 40^\circ$; $R_c = 735$ м; $K_c = 513,13$ м; $T_c = 267,52$ м; ПК НКК_с – ПК41 + 29,10; ПК ККК_с – ПК46 + 42,23; $R_{пр} = 1200$ м.

26 Кривая – лево; $\alpha = 25^\circ$; $R_c = 675$ м; $K_c = 294,52$ м; $T_c = 149,65$ м; пк НКК_c – пк51 + 19,01; пк ККК_c – пк54 + 13,53; $R_{пр} = 1000$ м.

27 Кривая – лево; $\alpha = 39^\circ$; $R_c = 760$ м; $K_c = 517,32$ м; $T_c = 269,13$ м; пк НКК_c – пк27 + 27,11; пк ККК_c – пк32 + 44,43; $R_{пр} = 1200$ м.

28 Кривая – право; $\alpha = 42^\circ$; $R_c = 800$ м; $K_c = 586,43$ м; $T_c = 307,09$ м; пк НКК_c – пк30 + 12,04; пк ККК_c – пк35 + 98,47; $R_{пр} = 1200$ м.

29 Кривая – право; $\alpha = 20^\circ$; $R_c = 628$ м; $K_c = 219,22$ м; $T_c = 110,74$ м; пк НКК_c – пк38 + 01,04; пк ККК_c – пк40 + 20,26; $R_{пр} = 1000$ м.

30 Кривая – лево; $\alpha = 44^\circ$; $R_c = 900$ м; $K_c = 691,16$ м; $T_c = 363,63$ м; пк НКК_c – пк34 + 21,01; пк ККК_c – пк41 + 12,27; $R_{пр} = 1500$ м.

3 РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Проектирование продольного профиля и плана пути реконструируемой железной дороги согласуется друг с другом и корректируется в ходе проектирования поперечных профилей земляного полотна.

Проектируемые поперечные профили должны обеспечивать:

- непрерывность и безопасность движения поездов по линии во время выполнения строительных работ;
- наиболее полное использование существующего земляного полотна и существующих сооружений;
- прочность, долговечность и нормальные условия эксплуатации земляного полотна после реконструкции;
- выполнение всех работ механизированным способом.

Исходными данными для проектирования поперечных профилей являются:

- топографические условия местности и геодезические поперечные профили существующего земляного полотна (поперечники);
- сведения о состоянии земляного полотна, укрепительных и водоотводных сооружений;
- вновь запроектированный продольный профиль с указанными на нём величинами необходимых подъёмов и срезок;
- данные о допустимости смещения оси пути в плане;
- сторонность пристройки второго пути и величина минимального необходимого междупутья;
- данные о размерах движения и возможной продолжительности предоставляемых "окон".

Проектные решения, принимаемые при проектировании второго пути, и реконструкции однопутной железной дороги принципиально не

отличаются, хотя случаи сохранения дороги после реконструкции однопутной сравнительно редки.

Строительные нормы (СТН Ц–01–95) рекомендуют сооружать второй путь по возможности на одном земляном полотне с существующим путём и размещением основных площадок обоих путей на одних отметках, что сокращает объёмы земляных работ, уменьшает площадь отводимых земель и улучшает условия эксплуатации.

По характеру принимаемых проектных решений, последовательности строительных операций и взаимному расположению осей существующего (ОСП), проектируемого (ОПП) и второго (ОВП) путей, проектируемые поперечные профили земляного полотна можно отнести к одному из трёх типов : I, II, III-а и III-б.

3.1 Первый тип поперечных профилей

К первому типу относятся поперечные профили с сохранением существующего положения оси пути (ОПП совпадает с ОСП). При этом не требуется либо не допускается даже временный вынос оси пути с последующим возвратом в исходное положение. Вынос оси пути в сторону не допускается на подходах к средним и большим мостам, тоннелям, в местах расположения подпорных стен и других капитальных дорогостоящих сооружений, фиксирующих существующее положение пути. Смещение оси пути не требуется, если при проектировании продольного профиля на данном пикете предусмотрены небольшие подьёмки (до 0,4–0,5 м), которые возможно осуществить за счет увеличения толщины балластного слоя, и при этом ширина существующей основной площадки достаточна для размещения более крупной балластной призмы с обеспечением требуемой ширины обочин (т.е. имеет место случай $\text{ПГР} \leq \text{РГР}_{\text{max}}$) (рисунок 3.1).

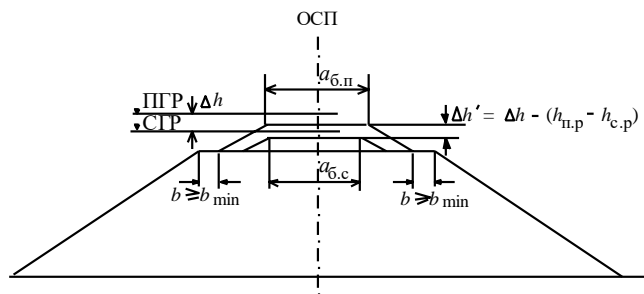


Рисунок 3.1 – Реконструкция земляного полотна однопутной железной дороги при досыпках на насыпи

В случае, если запроектированы значительные подъёмки ($ПГР > РГР_{max}$), не позволяющие разместить проектную балластную призму в пределах существующей основной площадки, а ось существующего пути нельзя смещать даже на время строительства, возникает необходимость уширять существующее земляное полотно в обе стороны. Для устойчивости присыпаемой части грунта на откосах существующего земляного полотна при высоте насыпи более 1,0 м срезается дерн и нарезаются уступы (рисунок 3.2). Для придания устойчивости присыпаемой призме ширина присыпаемой части земляного полотна должна быть не менее 1–2 м, а при выполнении работ механизмами (транспортными средствами, машинами по планировке и уплотнению грунта) ширина принимается не менее 3,0 м при отсыпке скальным грунтом, 3,5 м – дренирующим и 4,0 м – глинистым.

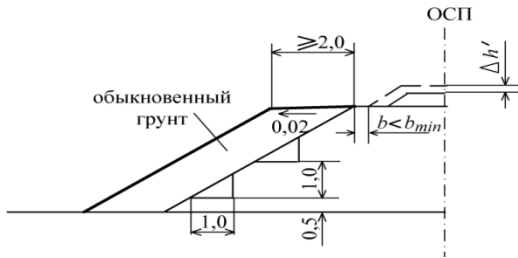


Рисунок 3.2 – Реконструкция земляного полотна однопутной железной дороги при досыпках на насыпи с нарезкой уступов
Отсыпка такого поперечного профиля из

глинистых грунтов возможно лишь при условии прекращения движения поездов на этом участке или перевода его на временный путь, укладываемый на новой трассе. Это дорого и сопряжено со значительными нарушениями графика движения поездов, поэтому целесообразно до бровки существующего земляного полотна отсыпку вести местным глинистым грунтом, а выше – из дренирующих грунтов. Досыпку дренирующим грунтом следует вести последовательной подъёмкой пути. Дренирующие грунты дорогостоящие, поэтому применение такого поперечного профиля крайне нежелательно и допустимо при небольшой высоте насыпи.

Поперечные профили земляного полотна при досыпках в выемках и срезках на насыпи представлены на рисунках 3.3 и 3.4. Срезки в выемке по I типу обычно не проектируются.

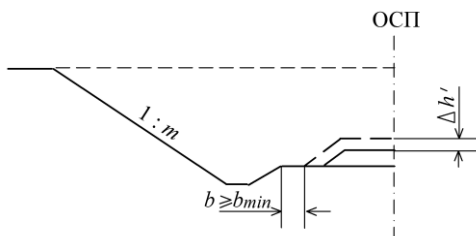
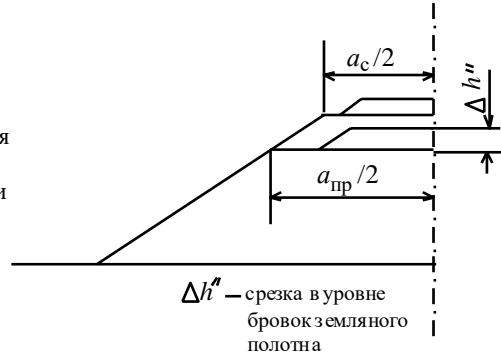


Рисунок 3.3 – Реконструкция

земляного полотна
однопутной железной дороги
при досыпках в выемке

Рисунок 3.4 – Реконструкция
земляного полотна
однопутной железной дороги
при срезках на насыпи



3.2 Второй тип поперечных профилей

В тех случаях, когда допускается смещение оси существующего пути в поперечном направлении, можно избежать дорогостоящего двустороннего уширения земляного полотна, если ПГР > РГР_{max} и проектная балластная призма не помещается на существующей основной площадке с обеспечением минимальной допускаемой ширины обочин. В этом случае применяется тип II (только на насыпи), при этом один из откосов существующего земляного полотна можно сохранить, устроив одностороннюю присыпку, обеспечивающую необходимое увеличение ширины основной площадки реконструируемой однопутной дороги или размещение строящегося второго пути.

Чтобы обочина земляного полотна, противоположная присыпаемой части, была достаточной, необходимо сместить ось существующего пути дальше от сохраняемого откоса на величину, определяемую по формуле (рисунок 3.5)

$$y = (a_{\text{пр}}/2 - a_c/2) + 1,5\Delta h'', \quad (3.1)$$

где $a_{\text{пр}}$ – ширина проектируемого земляного полотна поверху (таблица 3.1), м;

a_c – ширина существующего земляного полотна, м;

$\Delta h''$ – подсыпка в уровне бровок земляного полотна, м.

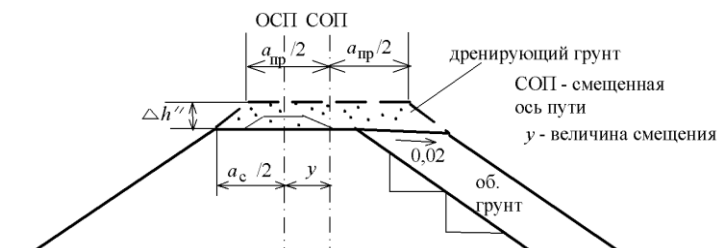


Рисунок 3.5 – Реконструкция земляного полотна однопутной железной дороги с применением типа П

Подъемка в уровне бровок земляного полотна определяется по формуле

$$\Delta h'' = \Delta h - \Delta h_б - \Delta h_р, \quad (3.2)$$

где Δh – подъемка в уровне головок рельсов, м;

$\Delta h_б$ – разница в толщине проектируемого и существующего балласта, м;

$\Delta h_р$ – разница в высоте проектируемого и существующего рельса.

Т а б л и ц а 3.1 – Ширина земляного полотна $a_{пр}$ и балластной призмы $a_{б.п}$ В метрах

Категория железнодорожной линии	Число главных путей	Ширина земляного полотна на прямых участках пути при использовании грунтов		Ширина балластной призмы
		глинистых, крупнообломочных с глинистым заполнителем, скальных легковыветривающихся и выветривающихся, песков недренирующих, мелких и пылеватых	скальных слабовыветривающихся, крупнообломочных с песчаным заполнителем и песков дренирующих (кроме мелких и пылеватых)	
Скоростные, особогазонапряженные, I и II	2	11,7	10,7	–
III	1	7,6	6,6	3,85
IV	1	7,3	6,4	3,65
		7,1	6,2	3,45

Поперечники типов I и II требуют существенных затрат балласта или дренирующего грунта и не всегда экономически целесообразны в связи с большой стоимостью этих грунтов. Осуществить подъемку за счет обычного грунта можно, применив поперечный профиль типа III. Наибольшая величина досыпки при этом не ограничивается экономическими соображениями, как в случае, когда применяют балласт или дренирующий грунт.

3.3 Третий тип поперечных профилей

Этот тип поперечных профилей применяется в двух вариантах: для случая сохранения оси существующего пути – тип III-а взамен типа I и для случая сохранения одного из откосов – тип III-б взамен типа II.

В поперечнике типа III-а ось пути смещается на величину y во временное положение, а в поперечнике III-б – в постоянное. Для того, чтобы получить минимальные объемы по присыпке земляного полотна временного или постоянного пути, необходимо стремиться к минимальному смещению y . С этой целью точка 1 (рисунки 3.6 и 3.7), в которой начинается отсыпаемый откос, должна быть максимально приближена к оси существующего пути. Положение этой точки определяется условиями безопасности движения поездов по существующему пути. Расстояние между осью существующего пути и точкой 1 в современной проектной практике принимается, как правило, не менее 2,75 м. Для уменьшения объемов «бросовых» работ земляное полотно временного пути устраивают минимально возможной ширины (тип III-а).

Величину $a_{вр}/2$ принимают, как правило, не менее 2,75 м. В сложных условиях (на высоких насыпях, в глубоких выемках, на крутых косогорах и т. п.), величину $a_{вр}/2$ обычно уменьшают до 2,2 м исходя из уменьшенной временной толщины балласта.

Смещение оси пути в обычных условиях для поперечника типа III-а (см. рисунок 3.6)

$$y = 2,75 + 1,5\Delta h'' + a_{вр}/2, \quad (3.3)$$

где $\Delta h''$ – досыпка в уровне бровок земляного полотна.

В поперечнике III-б новое земляное полотно целесообразно отсыпать сразу проектного очертания. Тогда ось существующего пути смещается в постоянное положение на расстояние (см. рисунок 3.7)

$$y = 2,75 + 1,5\Delta h'' + a_{пр}/2. \quad (3.4)$$

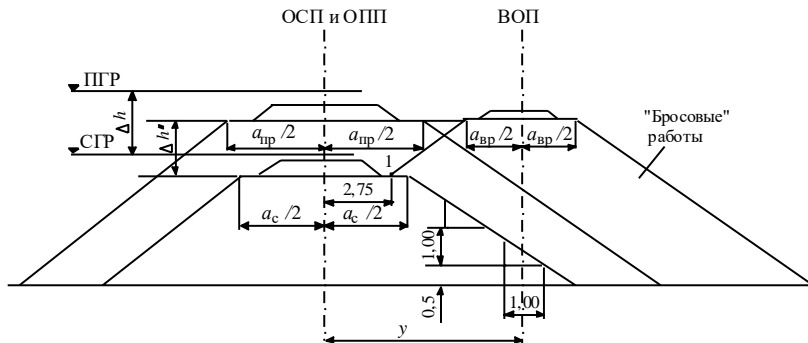


Рисунок 3.6 – Реконструкция земляного полотна однопутной железной дороги с применением типа III-а

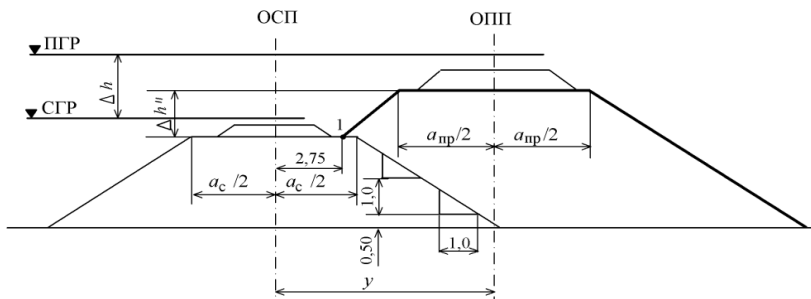


Рисунок 3.7 – Реконструкция земляного полотна однопутной железной дороги с применением типа Ш-6

3.4 Примеры решения задач

Задача 1. Определить тип и запроектировать реконструкции земляного полотна при следующих исходных данных: категория дороги – II; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,45 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б.с}$) – 3,60 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,4 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 125,00; отметка низа балласта (НБ) – 127,30; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 0,33 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути не смещается.

Последовательность решения задачи:

1 Определяем тип поперечного профиля земляного полотна. Так как величина подъёмки $\Delta h = 0,33$ м и ось пути не смещается, то принимаем I тип поперечного профиля на насыпи (ОЗ < НБ).

2 Из СТН [1] или таблиц 1.1–1.3 и 3.3 выписываем высоту проектируемого рельса вместе с подкладкой ($h_{пр}$), толщину проектируемой шпалы ($h_{шпш}$) и проектируемого балласта ($h_{пб}$), ширину проектируемой балластной призмы ($a_{б.п}$): $h_{пр} = 0,20$ м (см. таблицу 1.1), $h_{шпш} = 0,18$ м (см. таблицу 1.2), $h_{пб} = 0,35 + + 0,20 = 0,55$ м (см. таблицу 1.3), $a_{б.п} = 3,85$ м (см. таблицу 3.3).

3 Определяем высоту насыпи H_n и в масштабе 1 : 100 на миллиметровой бумаге строим поперечный профиль существующего земляного полотна (рисунок 3.8):

$$H_n = НБ - ОЗ = 127,30 - 125,00 = 2,30 \text{ м.}$$

4 Находим подъёмку в уровне верха балластных призм и производим реконструкцию земляного полотна (см. рисунок 3.8):

$$\Delta h' = \Delta h - (h_{пр} - h_{сп}) = 0,33 - (0,20 - 0,17) = 0,30 \text{ м.}$$

5 Рассчитываем ширину обочины и сравниваем с нормативными требованиями:

$$b = a_c/2 - [a_{б.п}/2 + 1,5(h_{сб} + \Delta h')] = 3,70 - [1,925 + 1,5 \cdot (0,45 + 0,30)] = 0,65 \text{ м.}$$

Так как полученная ширина обочины больше минимальной (b_{\min}), равной 0,5 м [1], то в уширении земляного полотна нет необходимости.

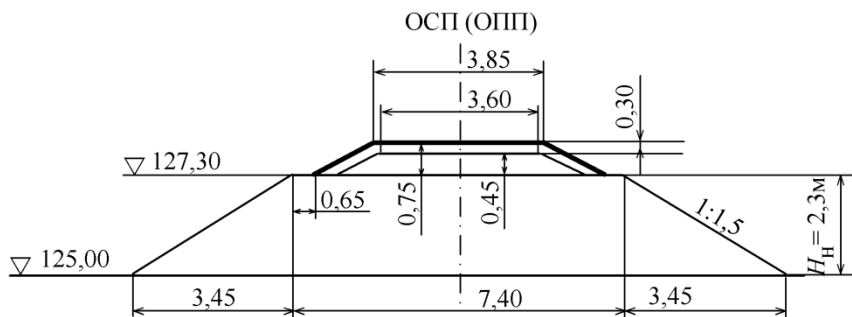


Рисунок 3.8 – Реконструкция земляного полотна по типу I на насыпи

Задача 2. Определить тип и запроектировать реконструкцию земляного полотна при следующих исходных данных: категория дороги – II; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,45 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б.с}$) – 3,60 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,4 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 126,30; отметка низа балласта (НБ) – 124,50; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 0,35 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути не смещается.

Последовательность решения задачи:

1 Определяем тип поперечного профиля земляного полотна. Так как величина подъёмки $\Delta h = 0,30$ м и ось пути не смещается, то принимаем I тип поперечного профиля в выемке ($ОЗ > НБ$).

2 Из СТН [1] или таблиц 1.1 – 1.3 и 3.3 выписываем высоту проектируемого рельса вместе с подкладкой ($h_{пр}$), толщину проектируемой шпалы ($h_{шп}$) и проектируемого балласта ($h_{пб}$), ширину проектируемой балластной призмы ($a_{б.п}$): $h_{пр} = 0,20$ м (см. таблицу 1.1), $h_{шп} = 0,18$ м (см. таблицу 1.2), $h_{пб} = 0,35 + 0,20 = 0,55$ м (см. таблицу 1.3), $a_{б.п} = 3,85$ м (см. таблицу 3.3).

3 Определяем глубину выемки H_v , принимаем глубину кювета $h_k = 0,6$ м [2], ширину кювета $a_k = 0,4$ м [2] и в масштабе 1 : 100 на миллиметровой бумаге строим поперечный профиль существующего земляного полотна (рисунок 3.9):

$$H_{\text{в}} = \text{ОЗ} - \text{НБ} = 126,30 - 124,50 = 1,80 \text{ м.}$$

4 Находим подъемку в уровне верха балластных призм и производим реконструкцию земляного полотна (см. рисунок 3.9):

$$\Delta h' = \Delta h - (h_{\text{пр}} - h_{\text{ср}}) = 0,35 - (0,20 - 0,17) = 0,32 \text{ м.}$$

5 Рассчитываем ширину обочины и сравниваем с нормативными требованиями:

$$b = a_{\text{с}}/2 - [a_{\text{б.л}}/2 + 1,5(h_{\text{сб}} + \Delta h')] = 3,70 - [1,925 + 1,5 \cdot (0,45 + 0,32)] = 0,62 \text{ м.}$$

Так как полученная ширина обочины больше минимальной ($b_{\text{мин}}$), равной 0,5 м [1], то в уширении земляного полотна нет необходимости.

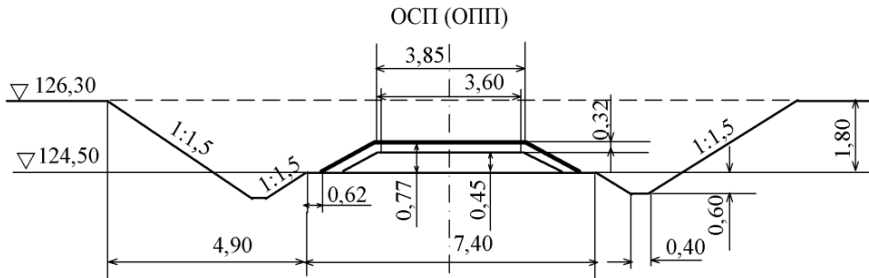


Рисунок 3.9 – Реконструкция земляного полотна по типу I в выемке

Задача 3. Определить тип и запроектировать реконструкцию земляного полотна при следующих исходных данных: категория дороги – II; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{\text{сб}}$) – 0,45 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{\text{б.с}}$) – 3,60 м; ширина земляного полотна ($a_{\text{с}}$) – 7,4 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 215,50; отметка низа балласта (НБ) – 218,30; величина подъемки в уровне головок рельсов (Δh) – 0,90 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5.

Последовательность решения задачи:

1 Определяем тип поперечного профиля земляного полотна. Так как величина подъемки $\Delta h = 0,90$ м, то принимаем II тип поперечного профиля.

2 Из СТН [1] или таблиц 1.1–1.3 и 3.3 выписываем высоту проектируемого рельса вместе с подкладкой ($h_{\text{пр}}$), толщину проектируемой шпалы ($h_{\text{шп}}$) и проектируемого балласта ($h_{\text{нб}}$); ширину проектируемого земляного полотна ($a_{\text{пр}}$) и проектируемой балластной призмы ($a_{\text{б.л}}$): $h_{\text{пр}} = 0,20$ м (см. таблицу 1.1), $h_{\text{шп}} = 0,18$ м (см. таблицу 1.2), $h_{\text{нб}} = 0,35 + 0,20 = 0,55$ м (см. таблицу 1.3), $a_{\text{б.л}} = 3,85$ м, $a_{\text{пр}} = 7,6$ м (см. таблицу 3.3).

3 Определяем высоту насыпи H_n и в масштабе 1 : 100 вычерчиваем поперечный профиль существующего земляного полотна (рисунок 3.10):

$$H_n = \text{НБ} - \text{ОЗ} = 218,30 - 215,50 = 2,80 \text{ м.}$$

4 По формуле (3.2) находим подъемку в уровне бровок земляного полотна:

$$\Delta h'' = 0,90 - (0,73 - 0,45) - (0,20 - 0,17) = 0,59 \text{ м.}$$

5 По формуле (3.1) рассчитываем величину смещения:

$$y = 7,6 / 2 + 7,4 / 2 + 1,5 \cdot 0,59 = 0,985 = 0,99 \text{ м.}$$

6 Производим реконструкцию поперечного профиля в следующем порядке:

- от оси существующего пути (ОСП) на расстоянии $y = 0,99$ м проводим ось смещенного пути (СОП). Направлением смещения оси пути (вправо или влево) следует задаться самостоятельно (в рассматриваемом примере смещение производится вправо);

- от точки 1 (см. рисунок 3.10) в сторону смещения проводим линию с уклоном 0,02;

- от низа балласта существующего земляного полотна откладываем величину подъемки ($\Delta h'' = 0,59$ м) и проводим линию низа балласта проектируемого земляного полотна;

- в обе стороны от смещенной оси пути откладываем $a_{пр}/2$ и строим поперечный профиль реконструируемого земляного полотна;

- определяем отметку точки выхода дренирующего грунта (точка 2), для этого на миллиметровке определяем расстояние между точками 1 и 2 (в рассматриваемом примере – 2,0 м), измеренное расстояние умножаем на уклон 0,02, полученную величину отнимаем от отметки низа балласта существующего пути:

$$2,0 \cdot 0,02 = 0,04 \text{ м}; \quad 218,30 - 0,04 = 218,26;$$

- находим горизонтальное расстояние между бровкой проектируемого земляного полотна и точкой выхода дренирующего грунта: отметка бровки земляного полотна проектируемого пути – $218,50 + 0,59 = 218,89$; расстояние – $(218,89 - 218,26) \cdot 1,5 = 0,945 = 0,95$ м.

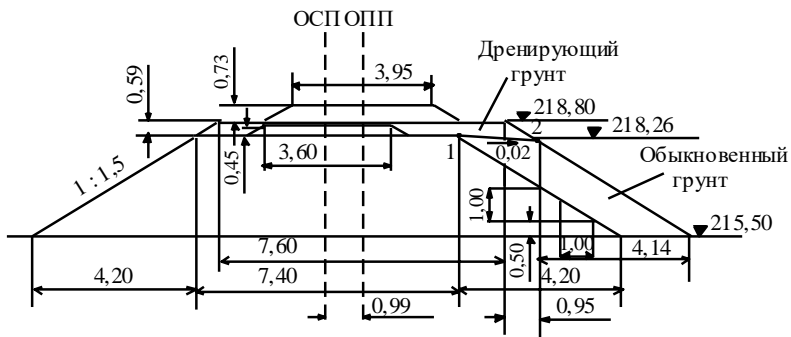


Рисунок 3.10 – Реконструкция земляного полотна по типу II

Задача 4. Определить тип и запроектировать реконструкцию земляного полотна при следующих исходных данных: категория дороги – II; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,45 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б,с}$) – 3,60 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,4 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 112,30; отметка низа балласта (НБ) – 115,80; величина подъемки в уровне головок рельсов (Δh) – 1,90 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути не смещается.

Последовательность решения задачи:

1 Определяем тип поперечного профиля земляного полотна. Так как величина подъемки $\Delta h = 1,90$ м и ось существующего пути не смещается, то принимаем тип поперечного профиля III-а.

2 Из СТН [1] или таблиц 1.1 – 1.3 выписываем высоту проектируемого рельса вместе с подкладкой ($h_{пр}$), толщину проектируемой шпалы ($h_{шп}$), толщину проектируемого балласта ($h_{бб}$); ширину проектируемого земляного полотна ($a_{п.с}$) и проектируемой балластной призмы ($a_{б,п}$): $h_{пр} = 0,20$ м (см. таблицу 1.1), $h_{шп} = 0,18$ м (см. таблицу 1.2), $h_{бб} = 0,35 + 0,20 = 0,55$ м (см. таблицу 1.3), $a_{б,п} = 3,85$ м [1], $a_{п.с} = 7,6$ м [1].

3 Определяем высоту насыпи H_n и в масштабе 1 : 100 вычерчиваем поперечный профиль существующего земляного полотна (рисунок 3.11):

$$H_n = \text{НБ} - \text{ОЗ} = 115,80 - 112,30 = 3,50 \text{ м.}$$

4 По формуле (3.2) находим подъемку в уровне бровок земляного полотна:

$$\Delta h'' = 1,90 - (0,73 - 0,45) - (0,20 - 0,17) = 1,59 \text{ м.}$$

5 Принимаем $a_{вр}/2 = 2,75$ м и по формуле (3.3) рассчитываем величину смещения y , на этом расстоянии от оси существующего пути проводим ось временного пути (рисунок 3.11):

$$y = 2,75 + 1,5 \cdot 1,59 + 2,75 = 7,885 = 7,89 \text{ м.}$$

6 От оси существующего пути на расстоянии 2,75 м намечаем точку 1 и от нее проводим линию с уклоном 1,5 к горизонту. На этой линии намечаем точку 2, положение которой определяется: по высоте – величиной $\Delta h'' = 1,59$ м, а по горизонтальному заложению – $1,5 \cdot 1,59 = 2,39$ м. Точка 2 является бровкой временного земляного полотна. Расстояние от точки 2 до временной оси пути должно составлять $a_{вп}/2 = 2,75$ м. Строим поперечный профиль временного земляного полотна, при этом принимаем ширину временной балластной призмы 3,2 м [1], высоту – 0,20 м [4].

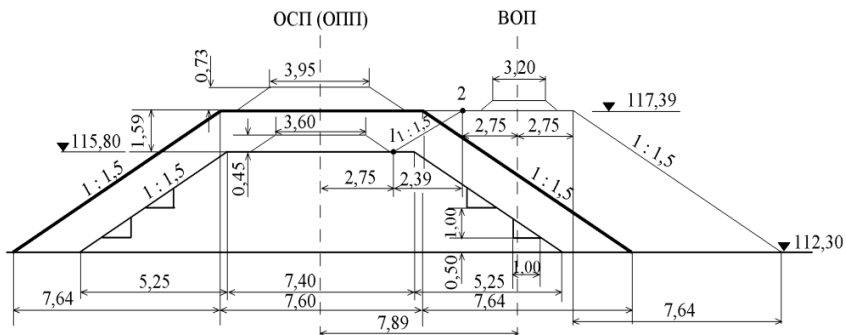


Рисунок 3.11 – Реконструкция земляного полотна по типу III-а

Так как высота насыпи превышает 1,00 м, то на откосах существующего земляного полотна нарезаются уступы (см. рисунок 3.11).

7 Движение переводится на временный путь, а существующий реконструируется до проектных размеров (см. рисунок 3.11).

Задача 5. Определить тип и запроектировать реконструкции земляного полотна при тех же исходных данных, что и в задаче 3, но при возможности смещения оси существующего пути.

Последовательность решения задачи:

1 Определяем тип поперечного профиля земляного полотна. Так как величина подъёмки $\Delta h = 1,90$ м, ось существующего пути смещается, то принимаем тип поперечного профиля III-б.

2, 3 и 4-й пункты – см. в предыдущей задаче.

5 По формуле (3.4) находим величину смещения y , на этом расстоянии от оси существующего пути проводим ось проектируемого пути (рисунок 3.12):

$$y = 2,75 + 1,5 \cdot 1,59 + 3,80 = 8,935 = 8,94 \text{ м.}$$

6 От оси существующего пути на расстоянии 2,75 м намечаем точку 1 и от нее проводим линию с уклоном 1,5 к горизонту. На этой линии намечаем точку 2, положение которой определяется: по высоте – величиной $\Delta h'' = 1,59$ м, а по горизонтальному заложению – $1,5 \cdot 1,59 = 2,39$ м. Точка 2 является бровкой проектируемого земляного полотна. Расстояние от точки 2 до оси

проектируемого пути должно составлять $a_{пр}/2 = 3,80$ м. Строим поперечный профиль проектируемого земляного полотна. На откосе существующей насыпи нарезаются уступы (см. рисунок 3.12).

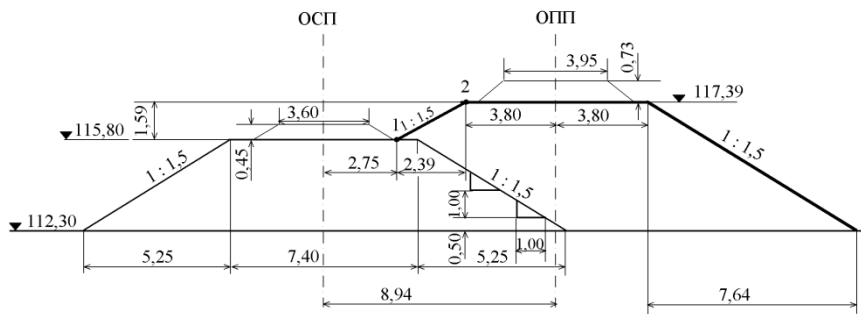


Рисунок 3.12 – Реконструкция земляного полотна по типу III-б

Задачи для самостоятельного решения

Для исходных данных, представленных ниже, необходимо определить тип и запроектировать реконструкцию земляного полотна.

Задача 1. Категория дороги – II; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,47 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б.с}$) – 3,40 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,2 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – деревянные; отметка земли (ОЗ) – 240,00; отметка низа балласта (НБ) – 242,20; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 0,40 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути не смещается.

Задача 2. Категория дороги – III; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,42 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б.с}$) – 3,40 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,0 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – деревянные; отметка земли (ОЗ) – 120,00; отметка низа балласта (НБ) – 123,50; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 0,85 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути смещается.

Задача 3. Категория дороги – II; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,45 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б.с}$) – 3,40 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,4 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 242,50; отметка низа балласта (НБ) – 240,00; величина подъёмки в уровне головок

рельсов (Δh) – 0,35 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути не смещается.

Задача 4. Категория дороги – II; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – железобетонные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,50 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{с.с}$) – 3,60 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,3 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 125,40; отметка низа балласта (НБ) – 128,60; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 2,15 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути не смещается.

Задача 5. Категория дороги – II; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,48 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{с.с}$) – 3,60 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,4 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – деревянные; отметка земли (ОЗ) – 170,50; отметка низа балласта (НБ) – 173,00; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 1,95 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути смещается.

Задача 6. Категория дороги – II; существующее верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,45 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{с.с}$) – 3,40 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,3 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 165,40; отметка низа балласта (НБ) – 168,20; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 0,95 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути смещается.

Задача 7. Категория дороги – II; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,45 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{с.с}$) – 3,60 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,4 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 135,00; отметка низа балласта (НБ) – 137,20; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 1,80 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути не смещается.

Задача 8. Категория дороги – II; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,40 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{с.с}$) – 3,40 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,2 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 141,40; отметка низа балласта (НБ) – 144,00; величина подъёмки в уровне головок

рельсов (Δh) – 2,20 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути смещается.

Задача 9. Категория дороги – II; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,42 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б,с}$) – 3,60 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,4 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 163,50; отметка низа балласта (НБ) – 165,00; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 0,45 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути не смещается.

Задача 10. Категория дороги – II; существующее верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,44 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б,с}$) – 3,60 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,2 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 172,40; отметка низа балласта (НБ) – 176,00; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 0,96 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути смещается.

Задача 11. Категория дороги – III; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,50 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б,с}$) – 3,60 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,0 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 168,20; отметка низа балласта (НБ) – 171,20; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 1,96 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути смещается.

Задача 12. Категория дороги – II; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,55 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б,с}$) – 3,60 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,4 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 157,50; отметка низа балласта (НБ) – 159,80; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 2,20 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути не смещается.

Задача 13. Категория дороги – II; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,50 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б,с}$) – 3,40 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,4 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 183,40; отметка низа балласта (НБ) – 180,00; величина подъёмки в уровне головок

рельсов (Δh) – 0,45 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути не смещается.

Задача 14. Категория дороги – II; существующее верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,52 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б,с}$) – 3,40 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,0 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 191,00; отметка низа балласта (НБ) – 192,40; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 0,92 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути смещается.

Задача 15. Категория дороги – III; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,50 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б,с}$) – 3,40 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,4 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – деревянные; отметка земли (ОЗ) – 192,50; отметка низа балласта (НБ) – 190,40; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 0,40 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути не смещается.

Задача 16. Категория дороги – III; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,45 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б,с}$) – 3,40 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,2 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 225,00; отметка низа балласта (НБ) – 227,60; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 0,42 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути не смещается.

Задача 17. Категория дороги – II; существующее верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,47 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б,с}$) – 3,40 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,0 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 197,30; отметка низа балласта (НБ) – 200,00; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 1,98 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути не смещается.

Задача 18. Категория дороги – II; существующее верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,50 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б,с}$) – 3,60 м; ширина земляного полотна (a_c) – 6,8 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 183,40; отметка низа балласта (НБ) – 186,50; величина подъёмки в уровне

головок рельсов (Δh) – 2,30 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути смещается.

Задача 19. Категория дороги – III; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,42 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б,с}$) – 3,40 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,4 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 165,40; отметка низа балласта (НБ) – 162,20; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 0,40 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути не смещается.

Задача 20. Категория дороги – II; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,47 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б,с}$) – 3,60 м; ширина земляного полотна (a_c) – 6,8 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 158,20; отметка низа балласта (НБ) – 160,40; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 2,30 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути не смещается.

Задача 21. Категория дороги – III; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,45 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б,с}$) – 3,40 м; ширина земляного полотна (a_c) – 6,80 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 145,30; отметка низа балласта (НБ) – 147,30; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 0,96 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути смещается.

Задача 22. Категория дороги – III; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,43 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б,с}$) – 3,40 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,4 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 136,50; отметка низа балласта (НБ) – 138,20; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 0,42 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути не смещается.

Задача 23. Категория дороги – II; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,45 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б,с}$) – 3,60 м; ширина земляного полотна (a_c) – 6,8 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 215,60; отметка низа балласта (НБ) – 217,80; величина подъёмки в уровне головок

рельсов (Δh) – 2,40 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути смещается.

Задача 24. Категория дороги – III; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,43 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б,с}$) – 3,40 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,2 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 224,40; отметка низа балласта (НБ) – 221,80; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 0,43 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути не смещается.

Задача 25. Категория дороги – III; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,42 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б,с}$) – 3,40 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,3 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 247,50; отметка низа балласта (НБ) – 249,60; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 0,40 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути не смещается.

Задача 26. Категория дороги – II; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,45 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б,с}$) – 3,40 м; ширина земляного полотна (a_c) – 6,8 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 195,20; отметка низа балласта (НБ) – 198,00; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 2,10 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути смещается.

Задача 27. Категория дороги – II; существующее верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,50 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б,с}$) – 3,60 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,0 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 215,20; отметка низа балласта (НБ) – 217,40; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 1,96 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути не смещается.

Задача 28. Категория дороги – II; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,48 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б,с}$) – 3,60 м; ширина земляного полотна (a_c) – 6,8 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 244,50; отметка низа балласта (НБ) – 246,80; величина подъёмки в уровне головок

рельсов (Δh) – 0,96 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути смещается.

Задача 29. Категория дороги – III; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,42 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б.с}$) – 3,40 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,2 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 216,80; отметка низа балласта (НБ) – 218,80; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 0,43 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути не смещается.

Задача 30. Категория дороги – III; существующее верхнее строение пути – рельсы Р50; шпалы – деревянные; толщина существующего балласта ($h_{сб}$) – 0,40 м (вместе с толщиной шпалы); ширина балластной призмы ($a_{б.с}$) – 3,40 м; ширина земляного полотна (a_c) – 7,2 м; проектируемое верхнее строение пути – рельсы Р65; шпалы – железобетонные; отметка земли (ОЗ) – 224,80; отметка низа балласта (НБ) – 224,40; величина подъёмки в уровне головок рельсов (Δh) – 0,38 м, коэффициент заложения откосов – 1 : 1,5, ось существующего пути не смещается.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ И РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1 Строительно-технические нормы СТН Ц – 01 – 95. Железные дороги колеи 1520 мм. – М. : М-во путей сообщения РФ, 1995. – 86 с.

2 БНБ 3.03.01-98. Железные дороги колеи 1520 мм. – Мн. : М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 1998. – 26 с.

3 **Ахраменко, Г.В.** Проектирование реконструкции плана железных дорог : учеб.-метод. пособие по курсовому и дипломному проектированию / Г. В. Ахраменко. – Гомель : БелГУТ, 2008 – 34 с.

4 Проектирование плана и земляного полотна : учеб.-метод. пособие для курсового и дипломного проектирования / Г. В. Ахрамено [и др.]. – Гомель : БелГУТ, 2009. – 64 с.

5 **Вербило, В.А.** Проектирование реконструкции продольного профиля железных дорог : учеб.-метод. пособие к курсовому и дипломному проектированию / В.А. Вербило. – Гомель : БелГУТ, 2007 – 22 с.

6 **Власов Д.И.** Таблицы для разбивки кривых на железных дорогах / Д. И. Власов, В. Н. Логинов. – М. : Транспорт, 1968. – 519 с.

7 Проектирование выправки существующих кривых с использованием их угловых диаграмм : учеб.-метод. пособие для курсового и дипломного проектирования / В. А. Вербило [и др.]. – Гомель : БелГУТ, 1998. – 28 с.

8 Проектирование вторых путей : справ. и метод. руководство / под ред. Г. З. Верцмана и А. П. Володина. – М. : Транспорт, 1970. – 359 с.

9 Изыскания и проектирование железных дорог / И.В. Турбин [и др.]. – М. : Транспорт, 1989. – 400 с.

10 Проектирование, строительство и реконструкция железных дорог / Б.В. Яковлев [и др.]. – М. : Транспорт, 1989. – 263 с.

Учебное издание

АХРАМЕНКО Галина Владимировна

РУДЕНКО Татьяна Алексеевна

Сборник задач по проектированию железных дорог

Часть 2

Реконструкция профиля, плана и земляного полотна
однопутных железных дорог

Практическое пособие

Редактор И. И. Э в е н т о в

Технический редактор В. Н. К у ч е р о в а

Подписано в печать 10.10.2011 г. Формат 60x84 $\frac{1}{16}$

Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать на ризографе.

Усл. печ. л. 5,81 + 1 вкл. (0,23 усл. печ. л.). Уч.-изд. л. 7,75. Тираж 400 экз.

Зак. № . Изд. № 33

Издатель и полиграфическое исполнение

Белорусский государственный университет транспорта:

ЛИ № 02330/0552508 от 09.07.2009 г.

ЛП № 02330/0494150 от 03.04.2009 г.

246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)

УГЛОВАЯ ДИАГРАММА СУЩЕСТВУЮЩЕЙ И ПРАВИЛЬНОЙ КРИВОЙ

