

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»

Сибирский колледж транспорта и строительства

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению практических работ

ПМ.01. ПРОВЕДЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ,
ПРОЕКТИРОВАНИЮ, СТРОИТЕЛЬСТВУ И
ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

МДК 01.02 Изыскания и проектирование железных дорог

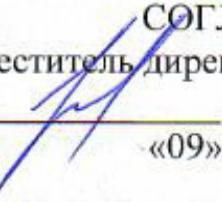
для студентов специальности
08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство

Иркутск
2022

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу
Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.
00a73c5b7b623a969ccad43a81ab346d50 с 08.12.2022 14:32 по 02.03.2024 14:32 GMT+03:00
Подпись соответствует файлу документа



РАССМОТРЕНО:
Цикловой методической
комиссией специальности 08.02.10
Строительство железных дорог, путь и
путевое хозяйство
«08» июня 2022 г.
Председатель:  Климова С.Н.

СОГЛАСОВАНО:
Заместитель директора по УВР
 /А.П.Ресельс
«09» июня 2022 г.

Составитель:
Л.Г.Пылаева преподаватель Сибирского колледжа транспорта и строительства
ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей
сообщения»

Методические указания разработаны для студентов очного обучения специальности 08.02.10
Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство. Данные указания содержат
методические рекомендации по выполнению практических работ.

Содержание

Пояснительная записка.....	3
Практическая работа . Определение удельных сил сопротивления движению поезд.....	5
Практическая работа. Определение массы и расчетной длины поезда.....	8
Практическая работа. Обеспечение безопасности и плавности движения поездов. Сопряжение элементов продольного профиля.....	12
Практическая работа. Обеспечение бесперебойности движения поездов. Смягчение уклонов.....	25
Практическая работа. Выбор направления трассы, определение среднего естественного уклона и руководящего уклона по принятому направлению	38
Практическая работа. Камеральное трассирование варианта железнодорожной линии. Проектирование плана линии. Подбор радиусов курсовых кривых, разбивка пикетажа	40
Практическая работа. Построение схематических продольных профилей	43
Практическая работа. Определение расчетного и действительного времени хода пары поездов на участке проектируемой линии.....	44
Практическая работа. Размещение по трассе малых водопропускных искусственных сооружений	46
Практическая работа. Выбор типов и определение размеров малых водопропускных искусственных сооружений	47
Практическая работа. Проверка достаточности высоты насыпи у водопропускного искусственного сооружения	48
Практическая работа. Определение строительной стоимости проектируемого участка новой железной дороги.....	50
Практическая работа. Определение эксплуатационных расходов проектируемого участка новой железной дороги.....	53
Практическая работа. Проектирование реконструкции продольного профиля существующей железной дороги методом утрированного профиля.....	55
Рекомендуемая литература	57

Пояснительная записка

Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой ПМ.01 Проведение геодезических работ при изысканиях по реконструкции, проектированию, строительству и эксплуатации железных дорог

МДК 01.02 Изыскания и проектирование железных дорог

специальности 08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство.

Методические указания являются руководством по проведению практических занятий по МДК 01.02 Изыскания и проектирование железных дорог.

Предусматривается выполнение 9 практических работ.

В результате выполнения практических работ по междисциплинарному курсу МДК 01.02 Изыскания и проектирование железных дорог студенты должны:

Уметь:

- выполнять трассирование по картам, проектировать продольные и поперечные профили, выбирать оптимальный вариант железнодорожной линии;

Знать:

- правила трассирования и проектирования железных дорог, требования, предъявляемые к ним.

Практические работы выполняются после изучения соответствующей темы и проверки теоретической подготовки студентов.

Методические указания рассчитаны для аудиторной и самостоятельной работы студентов. Практические занятия учебной дисциплины рекомендуется проводить фронтальным методом, когда вся группа выполняет одинаковое задание.

Каждый студент обязан оформлять отчет о проделанной работе. Отчет должен содержать:

- титульный лист;
- цель работы;
- задание;
- выполненную практическую работу в соответствии с заданием;
- вывод.

Каждый студент должен выполнить все пункты задания.

При подготовке к каждому практическому занятию студенты должны повторить материал соответствующей темы, указанной преподавателем. Перед проведением первого практического занятия со студентами проводится инструктаж по технике безопасности с соответствующим оформлением в журнале по проведению инструктажа.

При выполнении практических работ студенты приобретают навыки и умения самостоятельной работы с учебной, справочной и технической литературой, что пригодится им в дальнейшей профессиональной деятельности.

Правила охраны труда при проведении практических занятий

Перед началом любой самостоятельной работы студентам необходимо прослушать инструктаж о мерах безопасности и о подготовке и уборке рабочего места.

1. Общие требования охраны труда

1.1 К проведению практических занятий по учебной дисциплине допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности.

1.2 Студенты должны соблюдать правила поведения, расписание учебных занятий, установленный режим труда и отдыха.

1.3 В процессе работы студенты должны соблюдать порядок проведения практических занятий, правила личной гигиены, содержать в чистоте рабочее место.

2. Требования охраны труда перед началом работы

2.1 Внимательно изучить содержание и порядок выполнения работы, а также безопасные приемы её выполнения.

2.2 Подготовить к работе рабочее место, убрать посторонние предметы.

- 2.3 Проверить наличие необходимых инструментов.
- 3. Требования охраны труда во время работы
 - 3.1 Точно выполнять все указания преподавателя при проведении работы.
 - 4. Требования охраны труда по окончании работы
 - 4.1 Привести в порядок рабочее место.
 - 4.2 Проветрить помещение кабинета.

Практическая работа Определение удельных сил сопротивления движению поезд

Цели: Приобрести практический навык по определению удельные силы, действующие на поезд

Оборудование и принадлежности: Расчетные характеристики грузовых локомотивов, технические характеристики подвижного состава (задаются преподавателем из приложения Б)

Компетенции: ОК 1-5,8,9 ПК 1.2

Краткие теоретические сведения:

В тяговых расчетах рассматриваются только те слагаемые внешних сил, приложенных к поезду, которые направлены вдоль линии движения поезда, так как именно они влияют на поступательное движение поезда по рельсовой колее.

Полные силы - это силы, приложенные ко всему поезду.

Удельные силы - приходятся на единицу веса поезда.

Различают основное и дополнительное сопротивления движению. Под основным подразумевают сопротивление при движении по прямому горизонтальному участку пути. Оно обусловлено трением шеек осей в подшипниках, трением качения и трением скольжения по рельсам и ударам в стыках, а также сопротивлением воздушной среды. Дополнительные сопротивления (сверх основного) возникают при движении поезда на уклонах и в кривых участках пути.

Порядок выполнения:

1. Выбор технических характеристик локомотива.
2. Расчет удельных сил основного сопротивления движению локомотива и вагонного состава.
3. Расчет массы поезда и вагонного состава.
4. Проверка массы вагонного состава на трогание с места.
5. Расчет длины поезда и состава.
6. Проверка массы состава по длине приемо-отправочных путей.

1 Выбор технических характеристик локомотива

Выписать из таблицы 1 приложения 1 технические характеристики для данного по заданию локомотива.

Например: тип локомотива - тепловоз ЗТЭ10М;

масса локомотива $P = 414$ т;

длина локомотива $l_l = 51$ м;

расчетная скорость $v_p = 23,4$ км/ч;

расчетная сила тяги $F_{kp} = 744580$ Н;

сила тяги при трогании с места $F_k(tp) = 941760$ Н.

2 Расчеты удельных сил основного сопротивления движению локомотива и вагонного состава

Основное удельное сопротивление движению локомотива в режиме тяги определяется по формуле

$$w'_o = a + b \cdot v + c \cdot v^2$$

При скорости $v = vp$,

vp – расчетная скорость, для данного по заданию локомотива, км/час.

Коэффициенты a , b , c приведены в таблице 1.

Таблица 1 Коэффициенты формулы основного удельного сопротивления движению локомотива

Путь	Движение поезда в режиме тяги		
	a	b	c
Звеньевой	1,9	0,010	0,00030
Бесстыковой	1,9	0,008	0,00025

Расчеты основного средневзвешенного удельного сопротивления движению вагонного состава выполняют в следующем порядке.

1. Определяют массу брутто вагонов как сумму массы тары вагона q_t и грузоподъемности q_{gr} , умноженной на коэффициент полногрузности β :

$$q_{bp} = q_t + \beta \cdot q_{gr},$$

q_t и q_{gr} принимаем по таблице 2, β - по заданию.

Таблица 2 Характеристики грузовых вагонов

Число осей	Масса тары q_t , т	Грузоподъемность q_{gr} , т	Длина l_v , м
4	22,4	63,0	14,0
6	32,0	94,0	17,0
8	43,7	125,0	20,0

2. Находят массу, приходящуюся на ось вагона по формуле

$$q_o = \frac{q_{bp}}{m},$$

где m - число осей вагона.

3. Вычисляют основное удельное сопротивление движению вагонов по формуле

$$w''_o = a + \frac{b + c \cdot v + d \cdot v^2}{q_o}.$$

Коэффициенты a , b , c и d по таблице 3.

Таблица 3 Коэффициенты формулы основного удельного сопротивления движению грузовых вагонов

Тип вагона		Звеньевой путь				Бесстыковой путь			
Число осей, m	Вид подшипников	a	b	c	d	a	b	c	d
4	Роликовые	0,7	3	0,1	0,0025	0,7	3	0,09	0,002
6	«	0,7	8	0,1	0,0025	0,7	8	0,08	0,002
8	«	0,7	6	0,038	0,0021	0,7	6	0,026	0,0017

4. Находят долю вагонов i-ой категории в составе по массе:

$$\alpha_i = \frac{\gamma_i \cdot q_{BP(i)}}{\sum_{i=1}^K \gamma_i \cdot q_{BP(i)}}.$$

Количество вагонов каждой категории γ_i в составе (в %) приведены в задании.

Проверка правильности вычисления α_i :

$$\sum_{i=1}^K \alpha_i = 1$$

5. Определяют удельное средневзвешенное сопротивление движению вагонного состава, включающего k категорий вагонов

$$w_O'' = \sum_{i=1}^K \alpha_i \cdot w_{o(i)}''.$$

Контрольные вопросы:

1. Какие силы, действующие на поезд, называются полными?
2. Что подразумевается под основным сопротивлением?
3. Какие спуски называют вредными, а какие безвредными?

Практическая работа. Определение массы и расчетной длины поезда

Цели: Приобрести практический навык по определению массы поезда. Научиться рассчитывать основное удельное сопротивление движению поезда в режиме тяги и холостого хода

Оборудование и принадлежности: Расчетные характеристики грузовых локомотивов, технические характеристики подвижного состава (задаются преподавателем из приложения Б). Данные берутся из практического занятия №1.

Компетенции: ОК 1-5,8,9 ПК 1.2

Краткие теоретические сведения:

При проектировании новых железных дорог массу состава, как правило, определяют из условия равномерного движения поезда с расчетной скоростью на руководящем подъеме, т.е. наиболее крутом подъеме неограниченного протяжения. При этом сила тяги локомотива равна суммарному сопротивлению движения поезда.

На существующих железных дорогах, особенно строившихся давно, наряду с затяжными подъемами встречаются короткие, но более крутые подъемы, которые могут оказаться最难 для преодоления их поездом. По таким подъемам движение может быть неустановившимся, и тогда расчетную массу состава целесообразно определять методом подбора.

В практике тяговых расчетов наряду с задачей определения протяженности пути при торможении возникает необходимость определить допускаемую скорость движения поезда на данном уклоне при соответствующем значении скорости и установленной длине тормозного пути.

Ход работы:

1 Расчет массы поезда и состава

Масса состава определяется по формуле

$$Q = \frac{F_{kp} - (w'_o + i_p) \cdot P \cdot g}{(w''_o + i_p) \cdot g},$$

где $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Значения расчетной силы тяги F_{kp} и массы локомотива P приведены в технических характеристиках данного локомотива.

Согласно ПТР масса составов грузовых поездов принимается с округлением до 50 т.

Масса поезда, т

$$M = P + Q.$$

2 Проверка массы состава по условию трогания с места

Масса состава проверяется по условию трогания поезда с места. Масса состава Q должна быть на больше массы состава при трогании с места ($Q < Q_{mp}$).

$$Q_{TP} = \frac{F_{K(TP)}}{(w_{TP} + i_{TP}) \cdot g} - P.$$

Силу тяги при трогании с места F_{kp} принимаем по техническим характеристикам данного локомотива.

Уклон профиля раздельного пункта принимаем $i_{mp} = 2,5 \%$

Удельное средневзвешенное сопротивление состава при трогании с места

$$w_{TP} = \sum_{i=1}^K w_{TP(i)} \cdot \alpha_i .$$

Удельное средневзвешенное сопротивление при трогании с места вагона i – ой категории

$$w_{TP(i)} = \frac{\alpha}{q_{oi} + 7} .$$

При подшипниках качения $\alpha = 28$.

Проверить условие $Q < Q_{mp}$.

Если $Q > Q_{mp}$, то за норму массы состава Q принимается Q_{mp}

3 Расчет длины поезда и состава

Длина состава определяется по формуле

$$l_c = \sum_{i=1}^K n_i \cdot l_i ,$$

где n_i – число вагонов i – ой категории;

l_i – длина вагона i – ой категории, м.

Число вагонов каждой категории определяется по формуле

$$n_i = \frac{Q \cdot \alpha_i}{q_{BP(i)}} .$$

Значение, полученное при расчете округлить до целого числа, так как это число вагонов и дробного числа быть не может.

Длина поезда

$$l_p = l_c + m_l \cdot l_l + 10 ,$$

где l_l – длина локомотива, м;

m_l – число локомотивов,

10 м – допуск на установку поезда в пределах полезной длины приемо- отправочных путей.

Длины локомотивов и вагонов для определения длины поезда приведены в таблице 1 приложения 1 и в таблице 2.

Уточним массу состава с учетом округленного числа вагонов:

$$Q' = \sum n_i \cdot q_{bp(i)} .$$

Если не выполняется следующее условие

$$|Q - Q'| \leq 50 \text{ т},$$

следует изменить число вагонов i – ой категории.

4 Проверка массы состава по длине приемо-отправочных путей

Согласно п.15.26 ПТЭ железных дорог длины грузовых поездов должны соответствовать полезной длине приемо-отправочных путей на станциях. Длина поезда l_n не должна превышать полезной длины приемо-отправочных путей $l_{PO(nomr)}$

$$l_n \leq l_{PO(nomr)}$$

Стандартные значения длины приемо-отправочных путей - 850 м, 1050 м, 1700 м., 2100 м).

Сделать вывод о принятии стандартного значения.

Приложение 1

Таблица 1 Расчетные характеристики локомотивов

Серия локомотива	Расчетная масса $P_{,т}$	Расчетная сила тяги $F_{k(p)}, \text{Н}$	Расчетная скорость v_p , км/ч	Сила тяги при трогании с места $F_{k(mp)}, \text{кН}$	Длина локомотива $l_l, \text{м}$
<i>Электровозы постоянного тока</i>					
ВЛ23	138	342400	43,3	446400	17
ВЛ8, ВЛ8 ^М	184	456200	43,3	595500	28
ВЛ10, ВЛ11	184	451260	46,7	614110	33
ВЛ10 ^У	200	492460	45,8	667080	33
ВЛ11 (3 секции)	276	676890	46,7	921160	50
ВЛ15	285	739700	45,0	941760	
<i>Электровозы переменного тока</i>					
ВЛ60 ^К , ВЛ60 ^Р	138	361000	43,5	487400	21
ВЛ80 ^К	184	480690	44,2	649422	33
ВЛ80 ^Т , ВЛ80 ^С	192	502300	43,5	677900	33
ВЛ80 ^Р	192	502300	43,5	677900	33
ВЛ80 ^С (3 секции)	288	753400	43,5	941760	50

ВЛ85	288	706300	50,0	941760	45
<i>Электровозы постоянного и переменного тока</i>					
ВЛ82	190	464990	51,0	640593	33
<i>Тепловозы</i>					
ТЭ3	254	396300	20,5	570900	34
3ТЭ3	381	594500	20,5	856400	
M62	120	196200	20,0	350200	18
2М62	240	392400	20,0	700400	36
2ТЭ10Л	260	496390	23,4	750500	34
2ТЭ10В, 2ТЭ10М	276	496390	23,4	797550	34
3ТЭ10М	414	744580	23,4	941760	51
4ТЭ10С	552	992800	23,4	941760	
2ТЭ116	276	496390	24,2	797550	36
2ТЭ121	300	588600	26,6	829900	42

Содержание отчета

1. Рассчитать массу состава при установившемся движении и при трогании с места.
2. Рассчитать равнодействующие силы, действующие на поезд.
3. Решить тормозную задачу.
4. Выводы

Контрольные вопросы:

- 1 Подъем, сопротивление от которого равно дополнительному сопротивлению от кривой называют _____ подъемом.
- 2 Зависимость силы тяги локомотива от скорости определяется его _____ характеристикой.
- 3 Назовите какие бывают сопротивления движению поезда?

Практическая работа. Обеспечение безопасности и плавности движения поездов. Сопряжение элементов продольного профиля

Цель работы: продолжить изучение строительно-технических норм СТН Ц-01-95 и приобрести навыки выполнения сопряжения элементов при проектировании продольного профиля.

Алгебраическая разность уклона Δi определяется:

- если уклоны направлены в разные стороны (рис.1,а), то они складываются по абсолютной величине

$$\Delta i = |i_1 - i_2| = |5 - (-5)| = 10\%; \Delta i = |i_1 - i_2| = |(-7) - 7| = |-14| = 14\%;$$

- если уклоны направлены в одну сторону (рис.1,б), то из большего значения уклона вычитается меньшее

$$\Delta i = |-8 - (-3)| = |-8 + 3| = 5\%; \Delta i = |6 - 2| = 4\%.$$

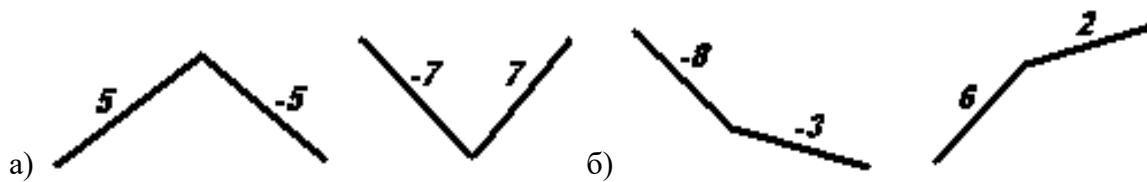


Рис. 1 К определению алгебраической разности уклонов:

а) уклоны направлены в разные стороны;

б) уклоны направлены в одну сторону.

Если алгебраическая разность уклонов смежных элементов менее Δi_h , то длина разделительных площадок и элементов переходной кривизны может быть пропорционально уменьшена:

$$l = l_H \cdot \frac{\Delta i_{ym}}{\Delta i_H}, \quad (1)$$

где Δi_{ym} — алгебраическая разность уклонов на переломах профиля

меньшая, чем нормативное значение Δi_h .

В общем случае уменьшенная длина элемента профиля

$$l = l_H \cdot \frac{\Delta i_1 + \Delta i_2}{2\Delta i_H}, \quad (2)$$

где Δi_1 и Δi_2 — алгебраические разности уклонов по концам данного элемента ($\Delta i_1, \Delta i_2 \leq \Delta i_H$).

Наименьшее число элементов переходной кривизны составляет

$$n = \frac{|\Delta i|}{\Delta i_H} - 1. \quad (3)$$

Задание

Выполнить сопряжение элементов продольного профиля на железной дороге заданной категории, учитывая наибольшую алгебраическую разность уклонов Δi_h , %, и наименьшую длину разделительных площадок и элементов переходной крутизны l_h , м, при заданной полезной длине приемо-отправочных путей. Индивидуальное задание — на карточке.

Пример выполнения задания.

Железная дорога - III категории; $l_{no} = 1700$ м; $\Delta i_H = 7 \text{ \%}$; $l_h = 250$ м.

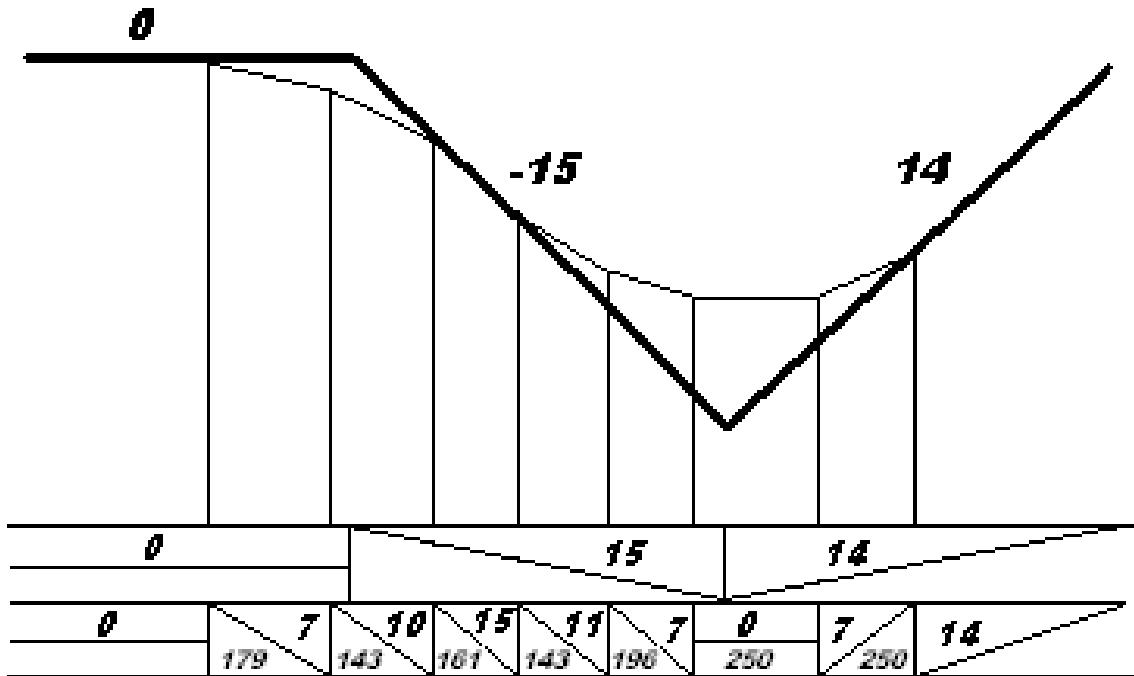


Рис. 2

Количество элементов переходной крутизны, включая разделительную площадку

$$n_1 = \frac{15}{7} - 1 = 1.14 \approx 2 \text{ элемента}; \quad n_2 = \frac{29}{7} - 1 = 3.14 \approx 4 \text{ элемента.}$$

Минимальные длины элементов переходной крутизны

$$l = 250 \cdot \frac{7+3}{2 \cdot 7} = 179 \text{ м}; \quad l = 250 \cdot \frac{4}{7} = 143 \text{ м}$$

$$l = 250 \cdot \frac{3+5}{2 \cdot 7} = 143 \text{ м}; \quad l = 250 \cdot \frac{4+7}{2 \cdot 7} = 196 \text{ м}$$

$$l = 250 \cdot \frac{5+4}{2 \cdot 7} = 161 \text{ м}; \quad l = 250 \cdot \frac{7+7}{2 \cdot 7} = 250 \text{ м.}$$

Таблица 1 Нормы сопряжения смежных элементов профиля

Категория железно-дорожной линии, подъездного пути	Наибольшая алгебраическая разность уклонов смежных элементов профиля Δi_h , % (числитель), и наименьшая длина разделительных площадок и элементов переходной крутизны l_h , м (знаменатель), при полезной длине приемо-отправочных путей, м			
	850	1050	$2 \cdot 850 = 1700$	$2 \cdot 1050 = 2100$

Рекомендемые нормы

Скоростная	6/250	4/300	-	-
Особогрузо-напряженная	-	3/250	3/250	3/400
I	6/200	4/250	3/250	3/300
II	8/200	5/250	4/250	3/300
III	13/200	7/200	7/250	4/250
IV	13/200	8/200	8/250	-

Допускаемые нормы

Скоростная	10/250	9/300	-	-
Особогрузо-напряженная	-	10/200	5/250	4/300
I	13/200	10/200	5/250	4/300
II	13/200	10/200	6/250	4/250
III	13/200	10/200	8/250	6/250
IV	20/200	10/200	10/200	-

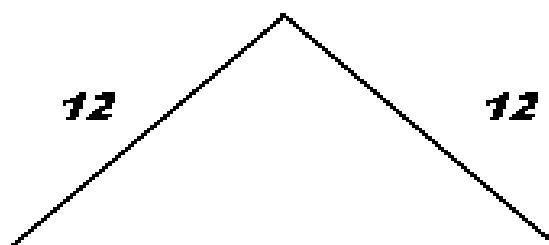
Примечания. 1. Временные участки трассы проектируют по нормам железных дорог IV категории при полезной длине приемо-отправочных путей 850 м.

2. При проектировании подъездных путей и временных участков в трудных условиях допускается увеличивать алгебраическую разность уклонов Δi_h до 30 % при длине элементов

профиля l_n не менее 150 м.

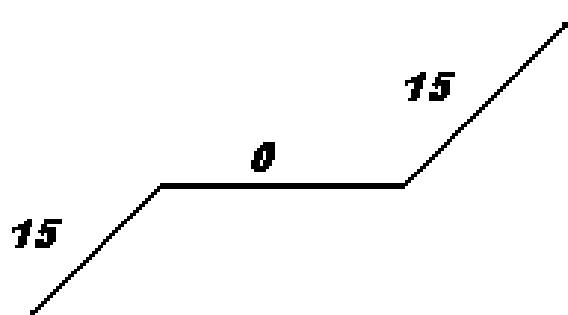
1

Ж.Д. - Низк.
Ито - 1050 м



2

Ж.Д. - Низк.
Ито - 850 м



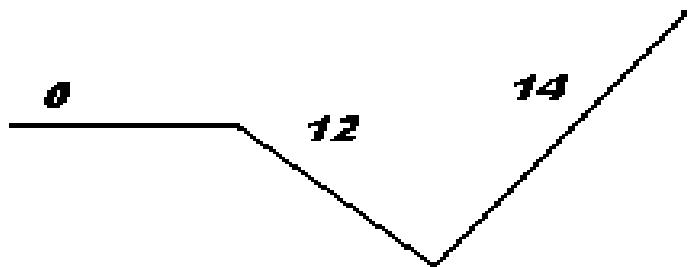
4

Ж.Д. - Низк.
Ито - 1050 м



8

Ж.Д. - I квт.
I по - 850 м



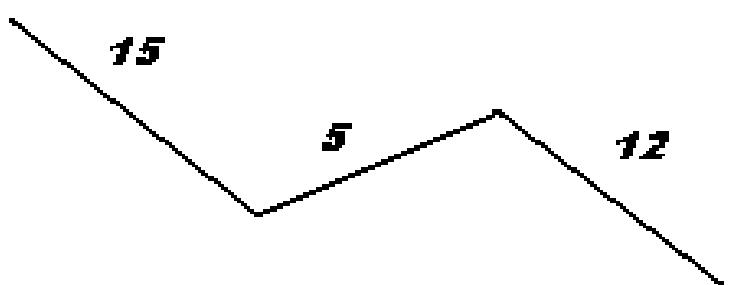
9

Ж.Д. - II квт.
I по - 1050 м



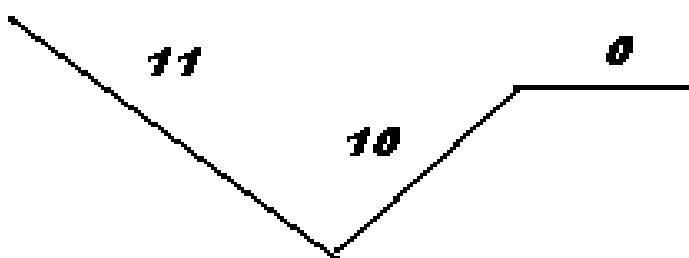
10

Ж.Д. - III квт.
I по - 1050 м



11

**Ж.Д - Икат.
I по - 1050 м**



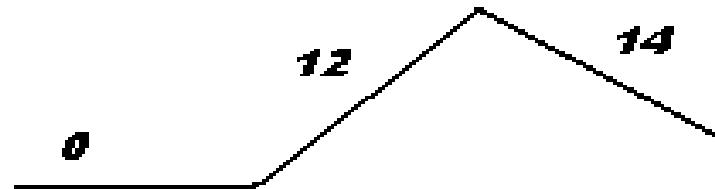
13

**Ж.Д - Икат.
I по - 1050 м**



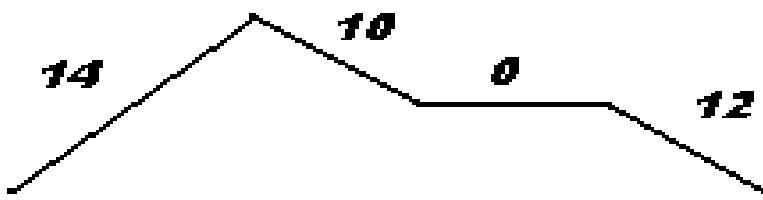
12

**Ж.Д - Икат.
I по - 850 м**



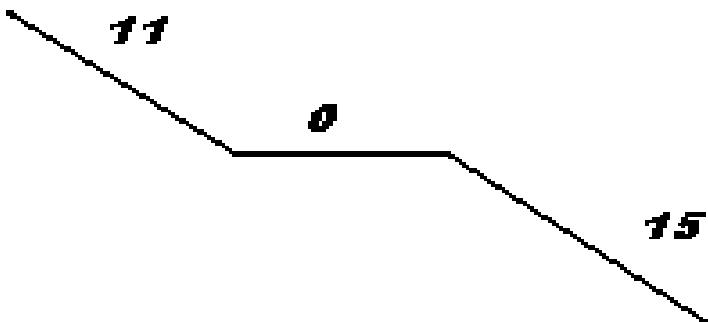
15

Ж.Д. - I квт.
I по - 850 м



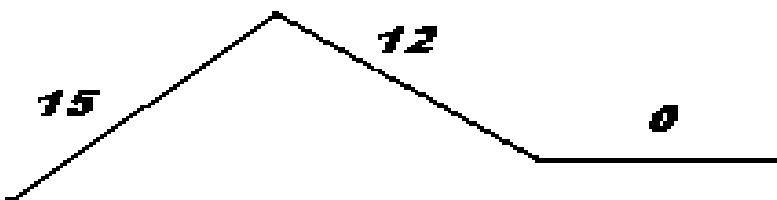
16

Ж.Д. - I квт.
I по - 1050 м



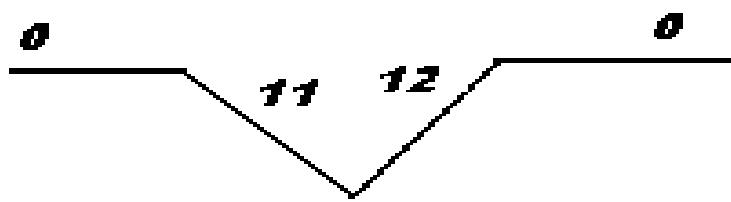
14

Ж.Д. - II квт.
I по - 1050 м



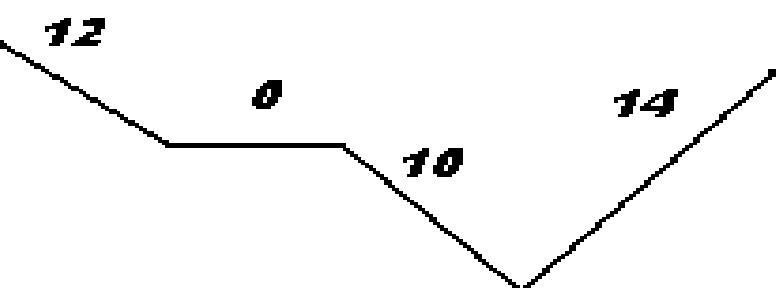
18

Ж.Д. - I квт
I по - 850 м



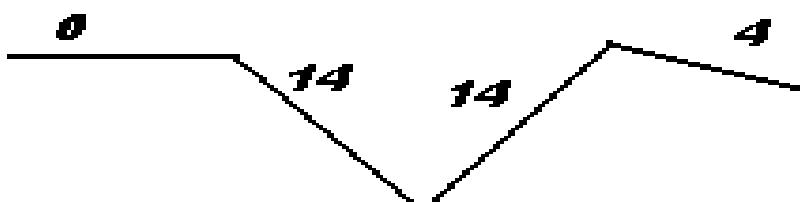
19

Ж.Д. - II квт
I по - 850 м



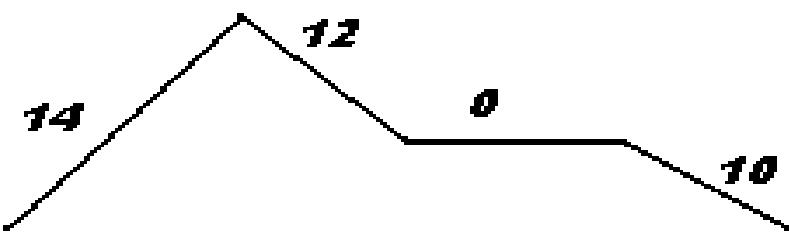
23

Ж.Д. - II квт.
I по - 850 м



22

Ж.Д - I квт.
I по - 1050 м



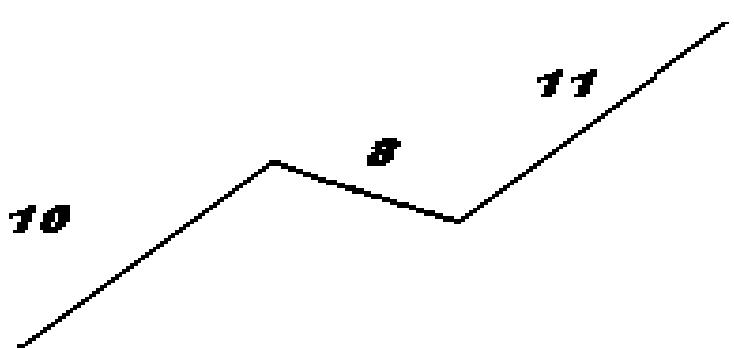
26

Ж.Д - I квт.
I по - 1050 м



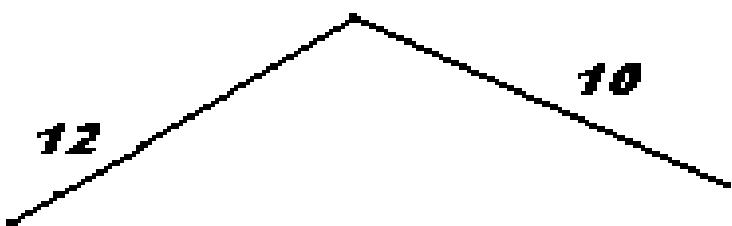
3

Ж.Д - II квт.
I по - 1050 м



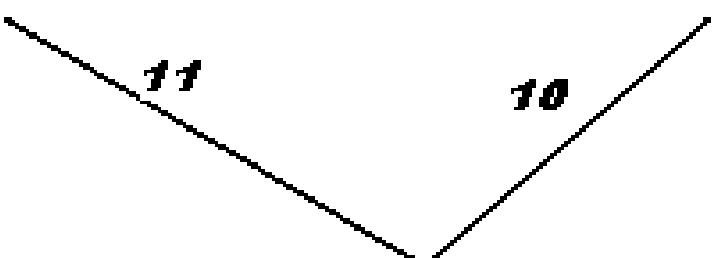
5

**Ж.Д - Извт.
1 по - 850 м**



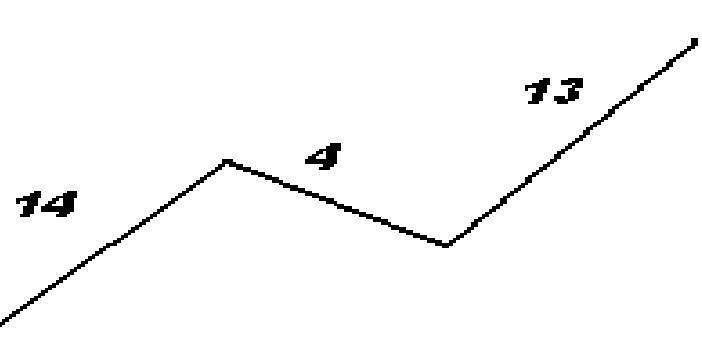
6

**Ж.Д - Извт.
1 по - 1050 м**



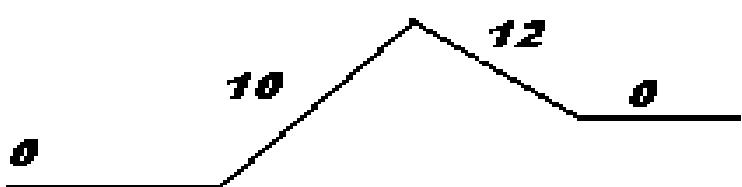
17

**Ж.Д - скорость.
1 по - 1050 м**



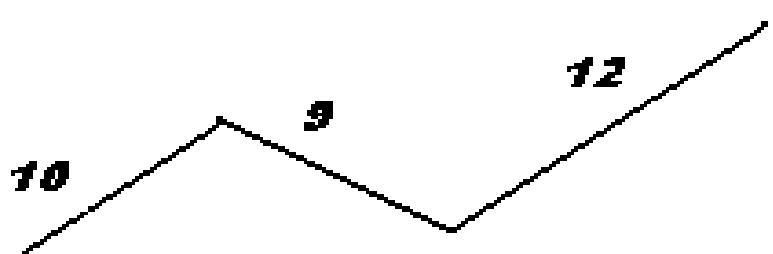
20

**Ж.Д. - скоростн.
I по - 1050 м**



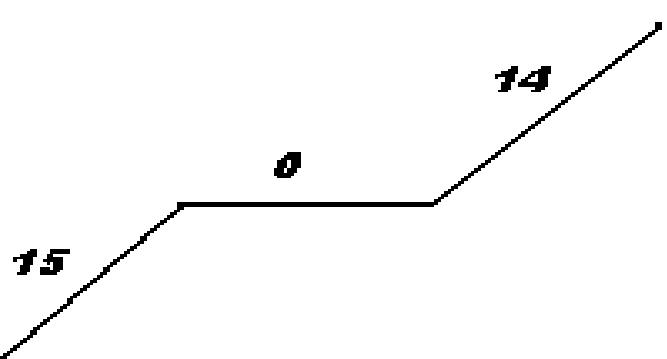
21

**Ж.Д. - II кат.
I по - 850 м**



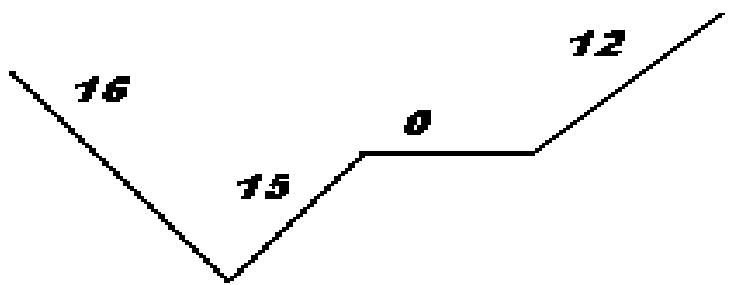
24

**Ж.Д. - II кат.
I по - 850 м**



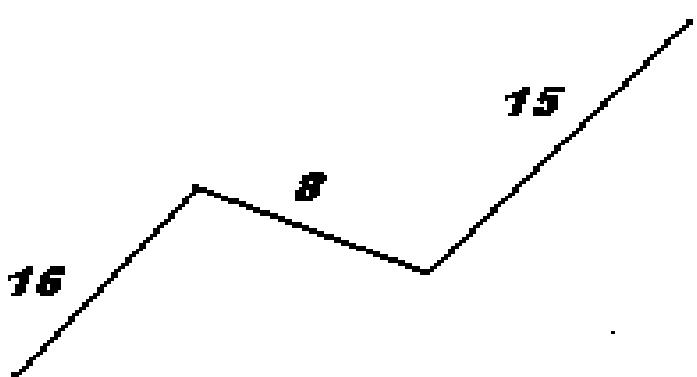
25

Ж.Д - Низк.
I по - 850 м



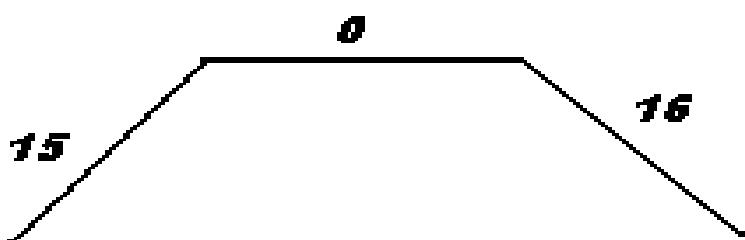
27

Ж.Д - Низк.
I по - 1050 м



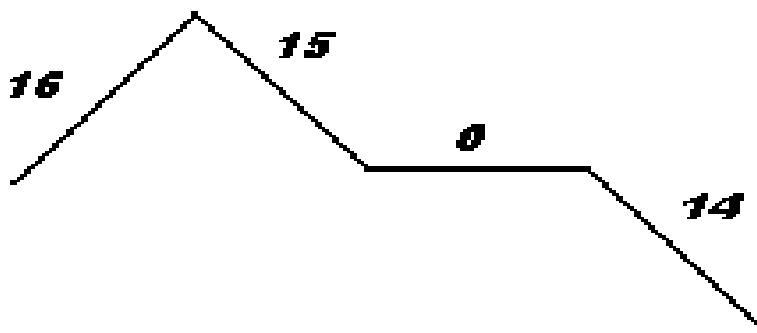
28

Ж.Д - Низк.
I по - 850 м



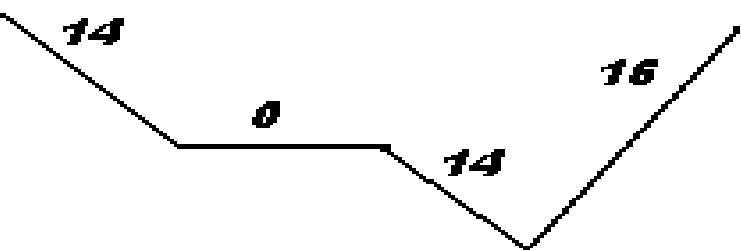
29

**Ж.Д. - Извт.
I по - 850 м**



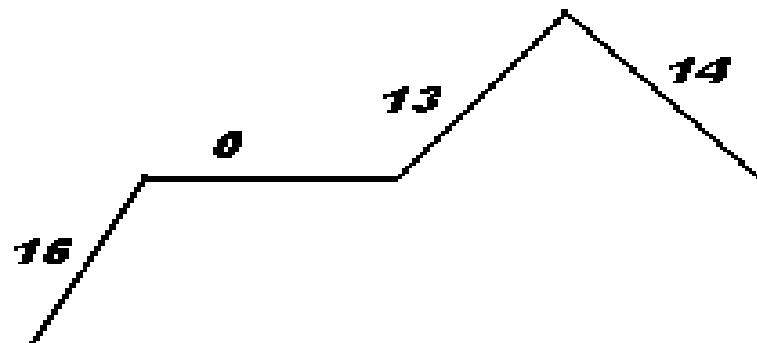
30

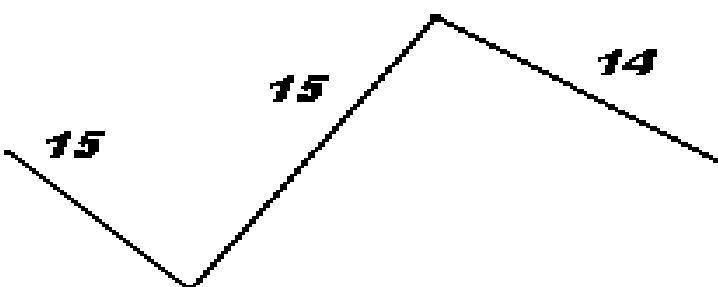
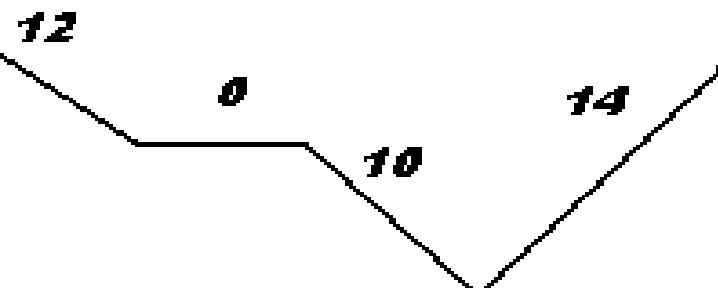
**Ж.Д. - Извт.
I по - 1050 м**



31

**Ж.Д. - Извт.
I по - 850 м**



32**Ж.Д - Низк.
I по - 850 м****19****Ж.Д - Низк.
I по - 850 м**

Практическая работа. Обеспечение бесперебойности движения поездов. Смягчение уклонов

Цель работы: продолжить изучение строительно-технических норм СТН Ц-01-95 и приобрести навыки выполнения смягчения уклонов элементов продольного профиля.

Для обеспечения условия бесперебойности общее сопротивление поезда не должно превышать расчетной величины. Поэтому ограничивающие уклоны смягчаются при их совпадении с кривыми в плане, а также в тоннелях и на подходах к ним. Дополнительно смягчаются ограничивающие уклоны и в кривых малого радиуса из-за снижения коэффициента сцепления в кривых участках пути с радиусом 500м и менее для электрической тяги и менее 800м при тепловозной тяге.

При смягчении руководящего уклона длина элемента для железных дорог может быть уменьшена до 200м.

Порядок смягчения ограничивающего (руководящего) уклона следующий (на рис.1 приведен пример смягчения i_p):

1. Выделяют прямые участки трассы длиной не менее 200 м, на которых руководящий уклон не смягчается (на рис. 1 это элементы: №2 – $l_{\text{эл}}_2 = 270$ м,

№4 – $l_{\text{эл}}_4 = 540$ м)

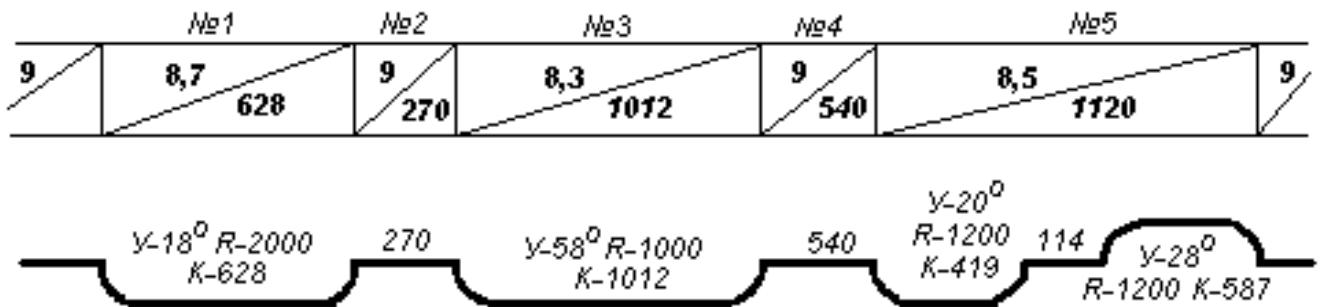


Рис. 1 Смягчением руководящего уклона в кривых

2. В отдельные элементы выделяют кривые длиной не менее 200 м и смягчают (уменьшают) руководящий уклон на таких элементах на величину уклона, эквивалентного дополнительному сопротивлению от кривой $i_{\text{ок}}$, %, который рассчитывается по формуле

$$i_{\text{ок}} = \frac{700}{R}, \text{ если } K \geq l_{no}, \quad (1)$$

или по формуле

$$i_{\text{ок}} = 12,2 \cdot \frac{\alpha}{l_{\text{эл}}}, \text{ если } K < l_{no}, \quad (2)$$

где R – радиус круговой кривой, м,

α - угол поворота кривой, град;

$l_{\text{эл}}$ - длина элемента, м, принимается равной полезной длине приемо-отправочных путей.

Пример таких смягчений на рис. 1 - элементы:

$$\text{№1} - l_{\text{эл}1} = 628 \text{ м} > 200 \text{ м}; K = 628 \text{ м} < 850 \text{ м}; i_{\text{ок}} = \frac{12,2 \cdot 18}{850} = 0,26 \approx 0,3\%;$$

$$i_{\text{эл}1} = i_p - i_{\text{ок}} = 9,0 - 0,3 = 8,7\%.$$

$$\text{№3} - l_{\text{эл}3} = 1012 \text{ м} > 200 \text{ м}; K = 1012 \text{ м} > 850 \text{ м}; i_{\text{ок}} = \frac{700}{1000} = 0,7\%;$$

$$i_{\text{эл}3} = i_p - i_{\text{ок}} = 9,0 - 0,7 = 8,3\%.$$

3. При смежных кривых одного радиуса элемент со смягченным уклоном может охватывать несколько кривых с короткой прямой вставкой между ними (т.е. в пределах элемента расположены несколько кривых полностью). Уклон, эквивалентный дополнительному сопротивлению от кривых, определяется по формуле

$$i_{\text{ЭК}} = 12,2 \cdot \frac{\sum \alpha}{l}, \quad (3)$$

где $\sum \alpha$ – сумма углов поворота кривых, расположенных в пределах элемента профиля длиной l , м.

$$\text{№5} - i_{\text{ЭК}} = 12,2 \cdot \frac{20 + 28}{1120} = 0,5 \% ; \quad i_{\text{ЭЛ5}} = i_p - i_{\text{ЭК}} = 9,0 - 0,5 = 8,5 \% .$$

4. Величину дополнительного смягчения в кривых малого радиуса i_ψ , % следует определять по формуле

$$i_\psi = (w_0 + i_p) \cdot (1 - \gamma_\psi), \quad (4)$$

где w_0 – основное средневзвешенное сопротивление движению

поезда, %, может быть принято $w_0 = 1,5 - 2 \% ;$

i_p – руководящий уклон, %;

γ_ψ – коэффициент уменьшения сцепления в кривых малого радиуса определяется по таблице 1.

На рис. 2 приведен пример смягчения руководящего уклона $i_p = 10 \%$ на участке расположения кривой радиуса 400 м (в примере тяга электрическая). По таблице 1 $\gamma_\psi = 0,925$. По формуле (4) определим величину дополнительного смягчения

$$i_\psi = (2,0 + 10,0) \cdot (1 - 0,925) = 0,9 \% .$$

Таблица 1

Вид Тяги	Значение γ_ψ в зависимости от величины радиуса круговой кривой R , м							
	700	600	500	400	350	300	250	200
Тепло-возная	0,980	0,955	0,921	0,875	0,845	0,808	0,761	0,700
Электр.	-	-	0,980	0,925	0,895	0,860	0,820	0,777

Смягчение руководящего уклона на величину i_ψ начинается на расстоянии $l_{no} = 850$ м от начала кривой радиуса 400 м. На протяжении 230 м (элемент № 2) смягчение на величину i_ψ совпадает с расположением кривой радиуса 1200 м. Поэтому на данном элементе профиля действительный уклон

$$i_d = i_p - i_{\text{ЭК}} - i_\psi = 10,0 - 0,5 - 0,9 = 8,6 \% .$$

На следующем элементе профиля протяженностью 620 м (элемент № 3 – прямолинейный участок перед кривой радиуса 400 м) действительный уклон равен

$$i_d = i_p - i_\psi = 10,0 - 0,9 = 9,1 \% .$$

На протяжении кривой радиуса 400 м (элемент №4) действительный уклон равен

$$i_d = i_p - i_{\text{ЭК}} - i_\psi = 10,0 - 1,1 - 0,9 = 8,0 \% .$$

Смягчение руководящего уклона на величину i_ψ , % (дополнительно к обычному смягчению от кривой любого радиуса на величину $i_{\text{ЭК}}$, %) следует начинать перед кривой со стороны подъема на

расстоянии длины поезда (принимается равной полезной длине приемо-отправочных путей l_{no} , м) от начала кривой.

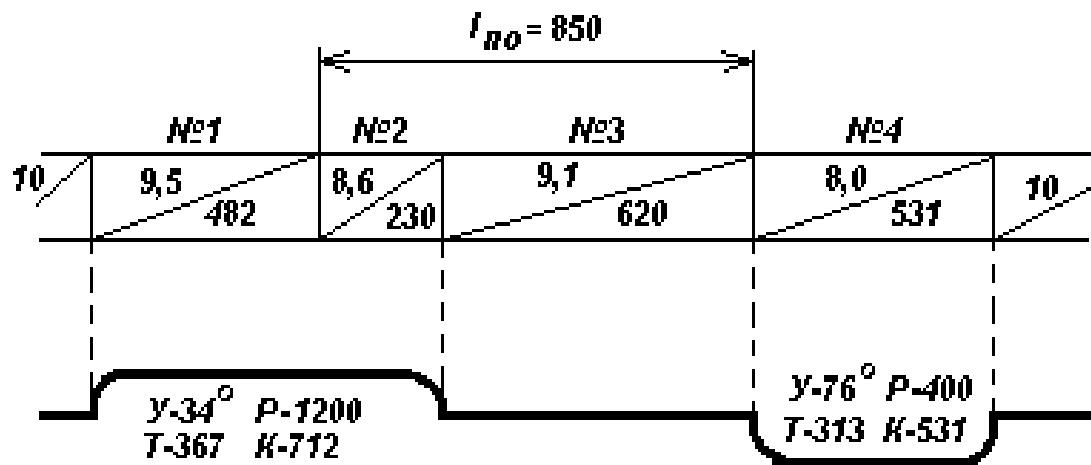


Рис. 2 Смягчение руководящего уклона на участке расположения кривой

малого радиуса $R = 400$ м

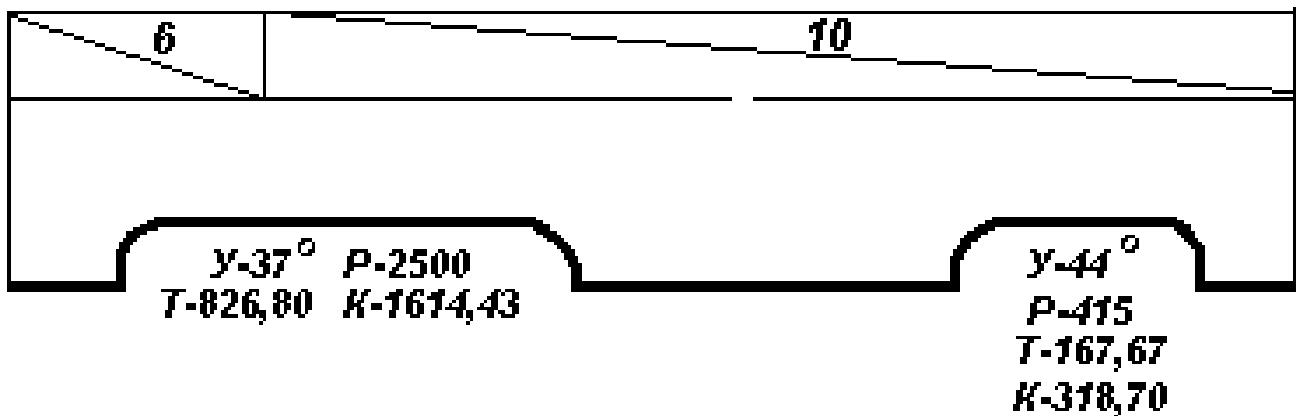
Задание

Выполнить смягчение руководящего уклона на участке расположения кривых различных радиусов. Определить:

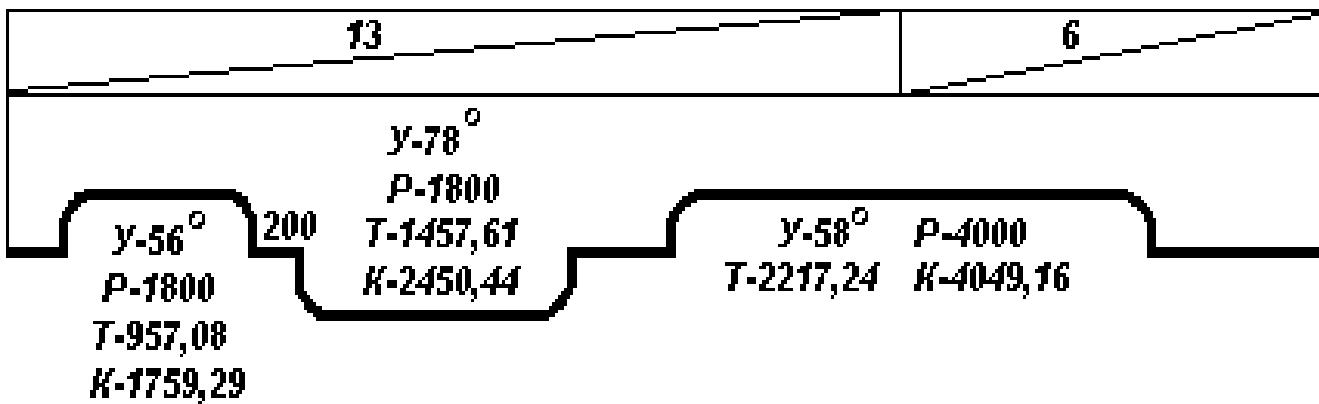
- уклоны, эквивалентные дополнительному сопротивлению от кривых;
- величину дополнительного смягчения в кривых малого радиуса;
- действительные уклоны на элементах профиля.

Схема плана и уклонов участка железной дороги с кривыми дана на карточке.

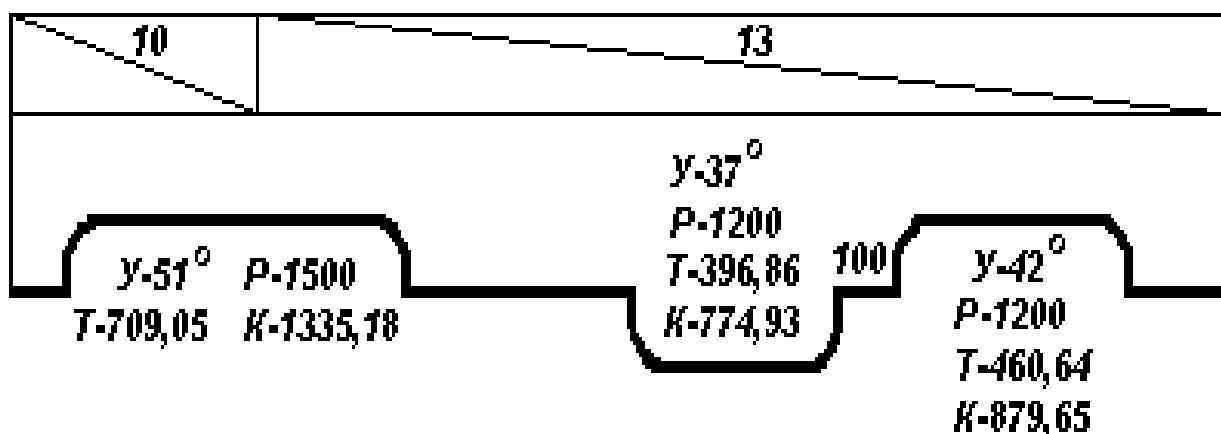
Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850$ м; $i_p = 10\%$



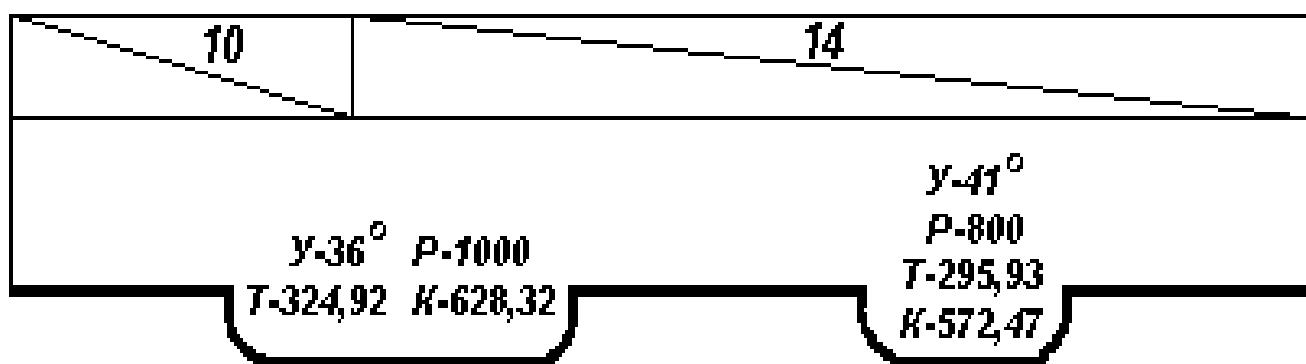
Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850$ м; $i_p = 13\%$



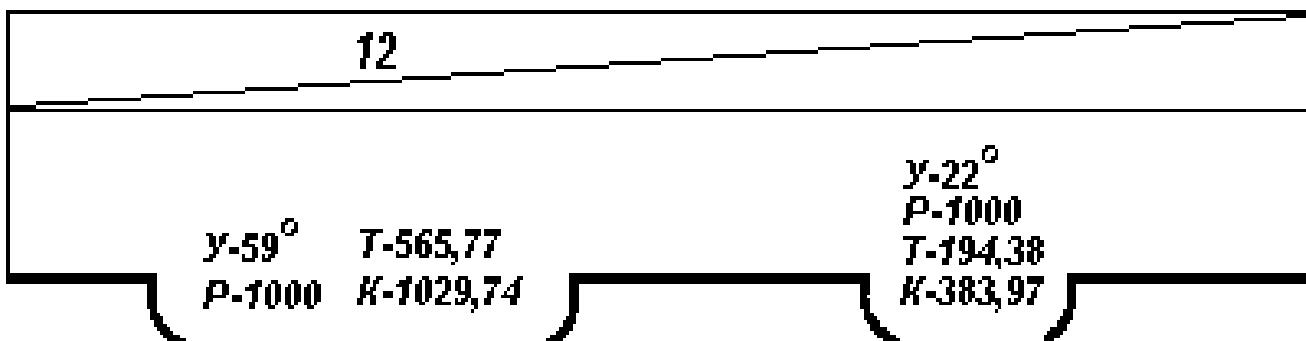
Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850 \text{ м}$; $i_p = 13 \%$



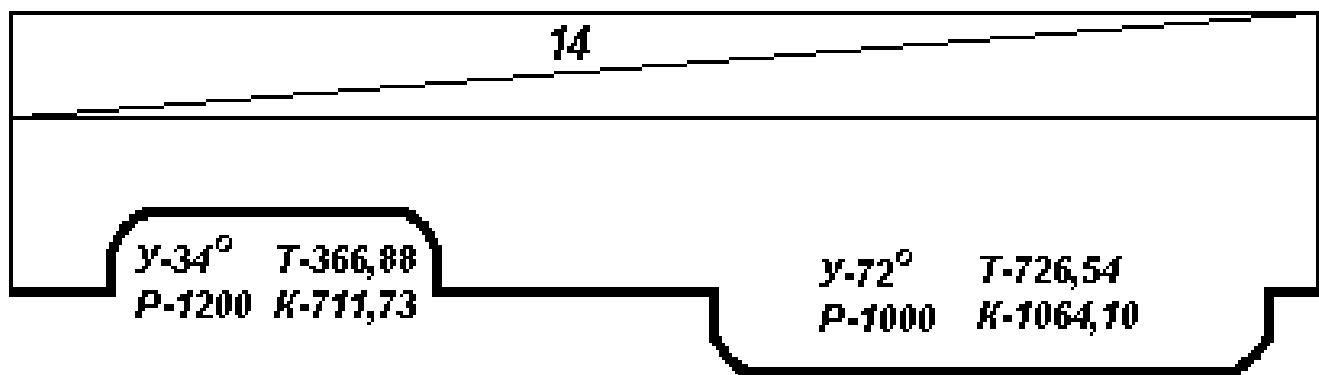
Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850 \text{ м}$; $i_p = 14 \%$



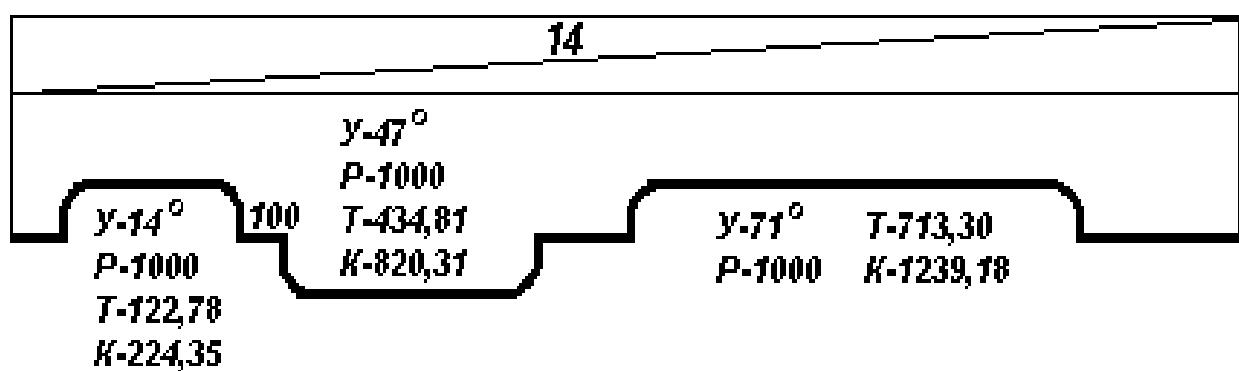
Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850 \text{ м}$; $i_p = 12 \%$



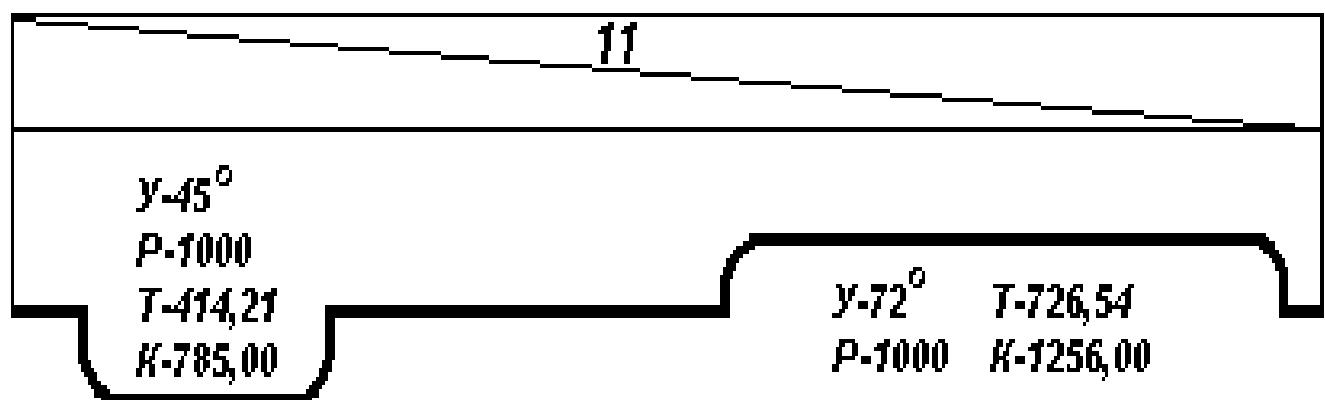
Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850 \text{ м}; i_p = 14 \%$



Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850 \text{ м}; i_p = 14 \%$



Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850 \text{ м}; i_p = 11 \%$



Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850 \text{ м}; i_p = 10 \%$

10

$y-49^{\circ}$ $T-546,88$
 $P-1200$ $K-1026,25$

$y-33^{\circ}$

$P-1200$

$T-355,45$

$K-691,75$

115

$y-44^{\circ}$ $T-484,84$
 $P-1200$ $K-921,53$

Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850 \text{ м}; i_p = 9 \%$

9

$y-36^{\circ}$
 $P-800$
 $T-259,94$
 $K-502,66$

$y-59^{\circ}$ $T-678,92$
 $P-1200$ $K-1235,69$

Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850 \text{ м}; i_p = 12 \%$

12

$y-36^{\circ}$
 $P-800$
 $T-259,94$
 $K-502,66$

$y-38^{\circ}$
 $P-600$
 $T-206,60$
 $K-397,97$

Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850 \text{ м}; i_p = 13 \%$

13

$y-37^{\circ}$
 $P-600$
 $T-200,76$
 $K-387,46$

$y-59^{\circ}$ $T-678,69$
 $P-1200$ $K-1235,69$

Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850 \text{ м}; i_p = 12 \%$

12

$y \cdot 16^{\circ}$
 $P \cdot 800$
 $T \cdot 113,43$
 $K \cdot 223,40$

$y \cdot 36^{\circ}$
 $P \cdot 800$
 $T \cdot 259,94$
 $K \cdot 502,66$

$y \cdot 59^{\circ}$
 $P \cdot 1200$
 $T \cdot 678,92$
 $K \cdot 1235,69$

Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850 \text{ м}; i_p = 10 \%$

10

$y \cdot 37^{\circ}$
 $P \cdot 600$
 $T \cdot 200,94$
 $K \cdot 387,46$

$y \cdot 59^{\circ}$
 $P \cdot 1200$
 $T \cdot 678,92$
 $K \cdot 1235,69$

Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850 \text{ м}; i_p = 12 \%$

12

$y \cdot 80^{\circ}$
 $P \cdot 2000$
 $T \cdot 1678,20$
 $K \cdot 2792,53$

$y \cdot 58^{\circ}$
 $P \cdot 1200$
 $T \cdot 665,17$
 $K \cdot 1214,75$

Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850 \text{ м}; i_p = 9 \%$

9

$y-59^o$ $T-565,77$
 $P-1000$ $K-1029,74$

$y-22^o$
 $P-1000$
 $T-194,38$ 100
 $K-383,97$

$y-45^o$
 $P-1000$
 $T-414,21$
 $K-785,40$

Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850$ м; $i_p = 11\%$

11

$y-39^o$ $T-875,48$
 $P-2500$ $K-1701,70$

$y-15^o$
 $P-3000$
 $T-384,31$
 $K-783,40$

Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850$ м; $i_p = 14\%$

14

$y-58^o$ 200
 $P-1200$
 $T-665,17$
 $K-1214,75$

$y-80^o$
 $P-2000$
 $T-1678,20$
 $K-2792,53$

$y-55^o$ $T-2064,55$
 $P-4000$ $K-3839,72$

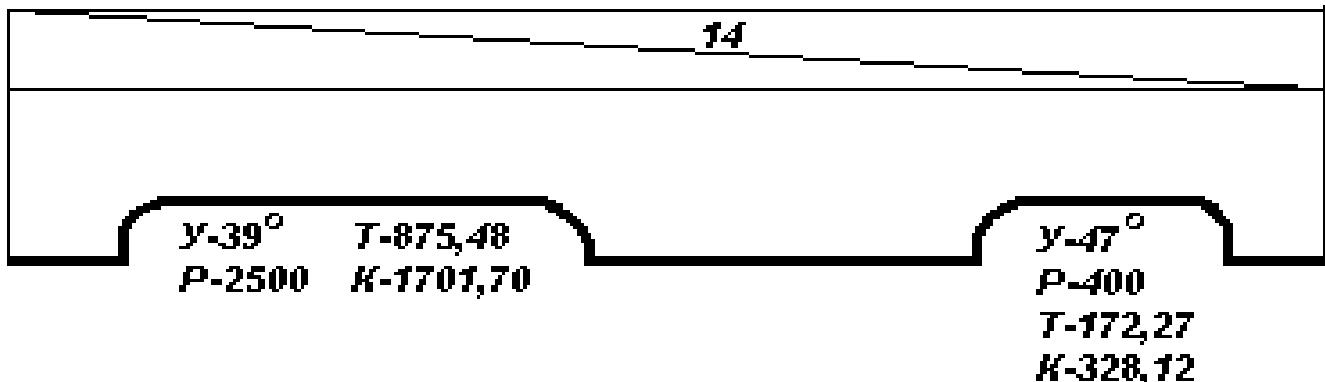
Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850$ м; $i_p = 10\%$

10

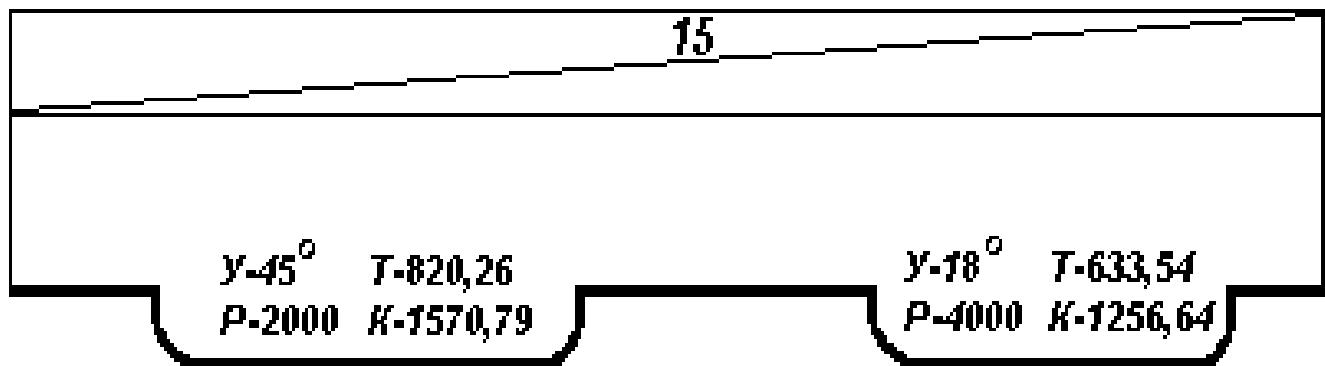
$y-32^o$
 $P-1000$
 $T-286,75$
 $K-558,51$

$y-15^o$ $T-384,31$
 $P-3000$ $K-785,40$

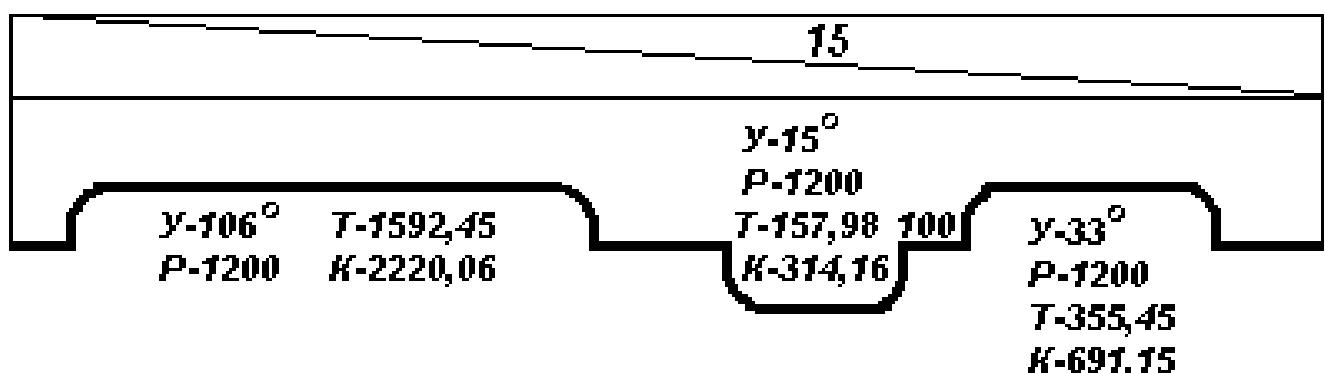
Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850 \text{ м}$; $i_p = 14 \%$



Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850 \text{ м}$; $i_p = 15 \%$



Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850 \text{ м}$; $i_p = 15 \%$



Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850 \text{ м}$; $i_p = 12 \%$

12

$y \cdot 41^{\circ}$ $P \cdot 1500$
 $T \cdot 560,83$
 $K \cdot 1073,38$

$y \cdot 80^{\circ}$ $T \cdot 839,10$
 $P \cdot 1000$ $K \cdot 1396,26$

Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850 \text{ м}$; $i_p = 13 \%$

13

$y \cdot 45^{\circ}$
 $P \cdot 450$
 $T \cdot 184,56$
 $K \cdot 353,43$

$y \cdot 59^{\circ}$ $T \cdot 565,77$
 $P \cdot 1000$ $K \cdot 1029,74$

Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850 \text{ м}$; $i_p = 14 \%$

14

$y \cdot 15^{\circ}$ $P \cdot 1200$
 $T \cdot 157,98$
 $K \cdot 314,16$

105

$y \cdot 33^{\circ}$ $P \cdot 1200$
 $T \cdot 355,45$ $K \cdot 691,15$

Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850 \text{ м}$; $i_p = 12 \%$

12

$y \cdot 15^{\circ}$ $P \cdot 1200$

$T \cdot 157,98$

$K \cdot 314,16$

$y \cdot 33^{\circ}$ $P \cdot 1200$

$T \cdot 355,45$ $K \cdot 691,15$

Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850$ м; $i_p = 13\%$

13

$y \cdot 15^{\circ}$

$P \cdot 1000$

$T \cdot 128,10$

$K \cdot 261,80$

75

$y \cdot 106^{\circ}$ $P \cdot 1500$

$T \cdot 1990,56$ $K \cdot 2775,07$

$y \cdot 38^{\circ}$ $P \cdot 1000$

$T \cdot 344,33$

$K \cdot 663,22$

Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850$ м; $i_p = 10\%$

10

0

$y \cdot 34^{\circ}$ $P \cdot 1800$

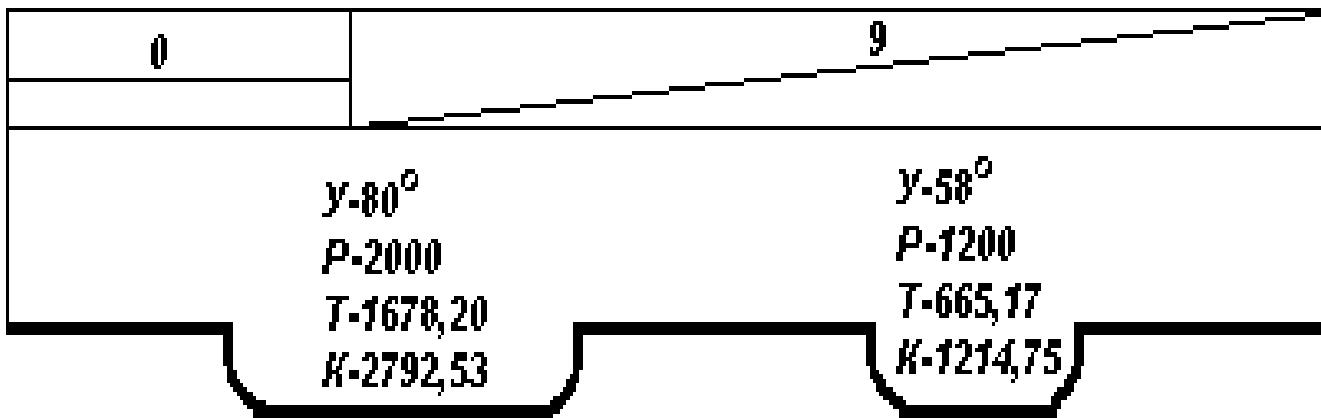
$T \cdot 550,32$

$K \cdot 1068,14$

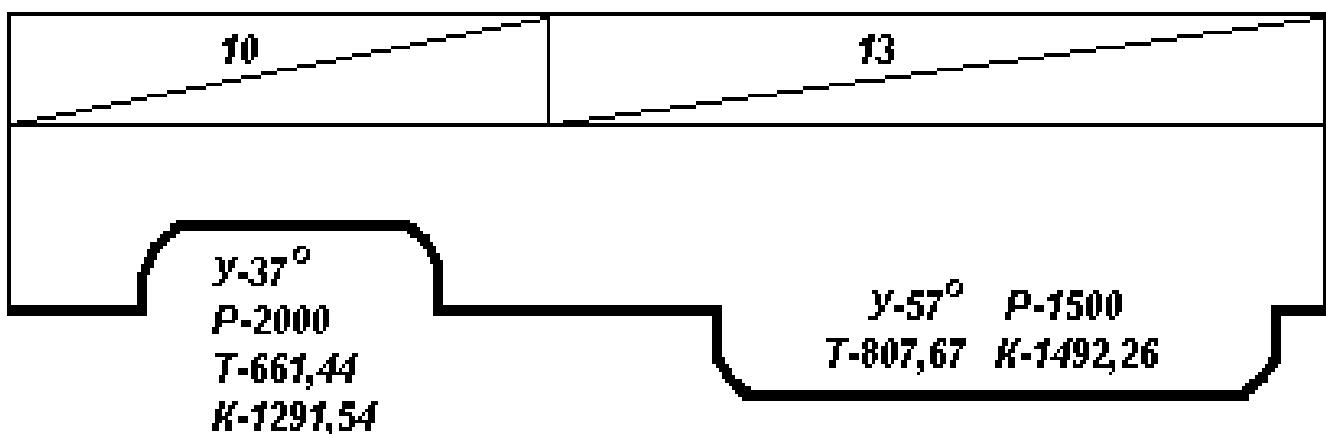
$y \cdot 62^{\circ}$ $P \cdot 1200$ $T \cdot 721,03$

$K \cdot 1298,52$

Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850$ м; $i_p = 9\%$



Категория железнодорожной линии - III; $l_{no} = 850 \text{ м}$; $i_p = 13 \%$



Практическая работа. Выбор направления трассы, определение среднего естественного уклона и руководящего уклона по принятому направлению

Цели: Приобрести практический навык по анализу топографических условий района проектирования по карте в горизонталях.

Оборудование и принадлежности: калькулятор, карта района проектирования в горизонталях, масштаб М1:50 000 (или М1:25 000), выдается преподавателем

Компетенции: ОК 1-5,8,9 ПК 1.2

Краткие теоретические сведения:

Одним из основных показателей различных вариантов трассы проектируемой железной дороги является ее длина в сравнении с кратчайшим расстоянием между установленными начальным и конечным пунктами, а в ряде случаев - и промежуточными пунктами захода.

На выбор направления дороги влияют транспортно-экономические, природные и технические факторы. К первым относят: назначение проектируемой железнодорожной линии; ко вторым - топографические, инженерно-геологические, сейсмические, гидрографические и другие природные условия; к третьим - технические параметры проектируемой железной дороги.

Порядок выполнения:

1. Наметить направление будущей железной дороги между заданными пунктами.
2. Рассчитать средний естественный уклон местности по принятому направлению.
- 2.1 Принятое направление линии разделить на участки с однотипным характером рельефа (подъемы, спуски, спокойные участки местности.)
- 2.2 Вычислить естественный уклон местности на каждом участке.
- 2.3 Определить средний естественный уклон по принятому направлению.
3. Установить руководящий уклон по принятому направлению исходя из топографических условий местности.
4. Имея начальный и конечный пункт намечаем направление будущей дороги исходя из топографических условий местности и условий обхода плановых препятствий (2 варианта).
5. Принятое направление необходимо разбить на участки отличающиеся один от другого характером рельефа, в границах между участками зафиксировать. На каждом участке определить перепад высот и длину участков в км для вычисления естественного уклона местности на участке по формуле, м:

$$H_b - H_n = Ah,$$

где Ah - перепад высот на участке

H_b - наибольшая отметка на участке H_n -

наименьшая отметка на участке

6. На каждом участке определяем естественный уклон по формуле, %

$$i_{yч} = \frac{\Delta h \cdot 1000}{l},$$

где l – длина участка, в км

i_{yч} - естественный уклон местности на данном участке

Средний естественный уклон местности по направлению определяем по формуле:

$$I_{ecm.cp} = \frac{i_1 + i_2 + \dots + i_n}{n}, \%$$

где i_{1,2,n} – естественный уклон местности на соответствующие участке,

n – количество участков на варианте

7. Решение вопроса о величине руководящего уклона возможно по двум направлениям

7.1 Руководящий уклон определяется из учета топографических условий местности по формуле:

$$i_p = i_{\text{ест.ср.}} - (1..-2)\%$$

где i_p - руководящий уклон

1.. .2 - смягчение среднего естественного уклона (принимаем в тысячных)

7.2 Руководящий уклон может быть определен из условия обеспечения требуемой весовой нормы поезда по формуле:

$$i_p = \frac{F_p - P \cdot w'_0 - Q \cdot w''_0}{P + Q}, \%$$

где F_p - расчетная сила тяги

P - вес локомотива

Q - вес вагона

w'_0 - удельное основное сопротивление от локомотива

w''_0 - удельное средневзвешенное сопротивление от вагона.

Содержание отчета

- 1 Выбрать направление трассы по карте в горизонталях
- 2 Рассчитать средний естественный уклон местности
- 3 Рассчитать руководящий уклон местности из условия весовой нормы подвижного состава.
- 4 Выводы

Контрольные вопросы и задания

1. Виды изысканий железных дорог?
2. Чему равна алгебраическая разность уклонов смежных, элементов: спуск 3%о и подъем 8%о?
3. Как определить уклон элемента профиля на подъеме при известном длине элемента и отметках начальной и конечной точек:?

Практическая работа. Камеральное трассирование варианта железнодорожной линии. Проектирование плана линии. Подбор радиусов курсовых кривых, разбивка пикетажа

Цели: Освоить основные приемы и технологию трассирования участка железнодорожной линии. Освоить методы проектирования плана линии

Оборудование и принадлежности: Карта района проектирования в масштабе, сечение рельефа горизонталями, h , м.; руководящий уклон i_p , %, калькулятор.

Компетенции: ОК 1-5,8,9 ПК 1.2

Краткие теоретические сведения:

Трассирование - это определение положения трассы дороги в пространстве.

Камеральное (кабинетное) трассирование - укладка плана трассы на топографической карте, топографическом плане в горизонталях, стереомодели или цифровой модели местности с одновременным проектированием продольного профиля.

Полевое трассирование - инструментальная укладка проекции трассы на поверхность земли.

Шаг трассирования - это расстояние, которое не должно быть менее перехода с одной горизонтали на другую соседнюю, чтобы не превышать заданный уклон трассирования, вычисленный в м, шаг трассирования перевести в масштаб карты.

Трассирование на вольных ходах - если естественный уклон местности менее руководящего, то на данном участке трассирования осуществляется вольным ходом - прокладка линии по кратчайшему расстоянию, по прямой. Отклонение от прямой допускается только при обходе плановых препятствий с населенными пунктами, заповедниками.

Трассирование на напряженных ходах - если естественный уклон по заданному направлению больше руководящего уклона, трассирование ведут напряженным ходом, укладка линии производится руководящим уклоном.

Линия нулевых работ - это линия заданного уклона на участках напряженного хода. Линия нулевых работ строится методом и под циркуль, т.е. раствором циркуля равным шагу трассирования в масштабе карты путем последовательных засечек на каждой соседней горизонтали. Засечки соединяются последовательно под линейку - получается ломанная линия. Это и есть линия нулевых работ. В результате последовательного сопряжения участков вольных и напряженных ходов формируется схема вариантов трассы.

Порядок выполнения:

Определение шага трассирования

$$l_{tp} = \frac{h}{i_{tp}}$$

где l_{tp} – шаг трассирования в м;

h – сечение горизонталей;

i_{tp} – уклон трассирования, находим по формуле

$$i_{mp} = i_p - w_{ek}$$

где w_{ek} – эквивалентное сопротивление от кривой, для начала проектирования принимается (0,5..,1%).

Определяем раствор циркуля для проложения линии нулевых работ:

$$l_y = \frac{l_{mp}}{N}$$

где N - знаменатель масштаба карты.

Содержание отчета

1 Карта местности с двумя вариантами трассы.

2 Расчет раствора циркуля для проложения линии нулевых работ.

3 Выводы

Контрольные вопросы

1. Каких видов бывает трассирование?

2. _____ На участках напряженного хода проектную линию укладывают _____ уклоном.

3. Как определить уклон элемента профиля на подъеме при известным длине элемента и отметках начальной и конечной точек:

Проектирование плана линии. Подбор радиусов круговых кривых, разбивка пикетажа

Краткие теоретические сведения:

После определения рационального положения магистрального хода приступают к трассированию дороги. Оно выполняется от оси начальной станции небольшими участками, при этом одновременно с укладкой линии в плане составляют схематический продольный профиль трассы.

На карте, ориентируясь на линию нулевых работ, наносят участок плана трассы длиной не более 2-3 км. При этом линия нулевых работ спрямляется для рационального уменьшения числа углов поворота и обеспечения допустимых величин радиусов кривых и длин прямых вставок между ними. При нанесении трассы на карту используют прозрачные шаблоны круговых кривых в масштабе карты.

Порядок выполнения:

1. Подобрать радиусы круговых кривых.
2. Вписать кривые в углы поворота.
3. Рассчитать параметры круговых кривых.
4. Вычислить пикетажные значения главных точек кривых, выполнить контроль.
5. Составить ведомость плана линии.

Отдельные прямолинейные участки трассы в местах пересечения сопрягаются между собой круговыми кривыми. Сопряжение производится с помощью лекал, либо с помощью изготовленных из плотной бумаги шаблонов в масштабе карты.

Для того, чтобы уточнить положение кривых в плане линии, измеряют транспортиром углы поворота на трассе с точностью до $0,5^{\circ}$ и по таблицам круговых кривых определяют их длины K и тангенсы T с точностью до метров, а затем отмечают на плане штрихами в виде буквы Т точки начала и конца круговых кривых (НК и КК), откладывая их тангенсы от вершины угла поворота.

При отсутствии таблиц тангенс T и длину кривой K можно вычислить по формулам:

$$T = R \cdot \operatorname{tg}(\varphi/2);$$

$$K = \frac{\pi \cdot R \cdot \varphi}{180}$$

По запроектированному плану трассы составляется ведомость по форме таблицы

	Угол поворота _____ a° _____						
--	--	--	--	--	--	--	--

№ элемента плана	право	лево	Радиус кривой R	ПК вершины угла ВУ	Тангенс T, м	ПК начало кривой НК	Кривая, м	ПК конец кривой КК	Длина прямой, м
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.

Содержание отчета

- 1 Подобрать радиусы круговых кривых.
- 2 Вписать кривые в углы поворота.
- 3 Рассчитать параметры круговых кривых.
- 4 Вычислить пикетажные значения главных точек кривых, выполнить контроль.
- 5 Составить ведомость плана линии.
- 6 Выводы

Контрольные вопросы^

1. Как вычислить пикетажное значение конца круговой кривой, если известны длина ее K, пикетажное значение вершины угла поворота ВУ ПК, тангенс T &
2. Экономические центры района, через которые должна пройти проектируемая дорога называют _____
3. Чему равна алгебраическая разность уклонов смежных, элементов: спуск 3%о и подъем 8%о

Практическая работа. Построение схематических продольных профилей

Цели: приобрести практический опыт по построению схематического продольного профиля.

Оборудование и принадлежности: Исходные данные - результаты практических работ №5,6,7. Приложение В.

Компетенции: ОК 1-5,8,9 ПК 1.2

Краткие теоретические сведения:

Для уложенного участка трассы составляют схематический продольный профиль, горизонтальный масштаб которого соответствует масштабу карты (1:50000 или 1:5000), а вертикальный - (1:1000). Отметки земли берут с карты не только на пересечении трассой горизонталей, но и в характерных промежуточных точках между ними. Обязательно должны быть взяты отметки самых высоких и самых низких точек рельефа на пересечении логов и мысов (отметки последних устанавливают по интерполяции с точностью 0,5м.)

После того как на схематическом продольном профиле проставлены отметки земли, наносят проектную линию с учетом технических требований безопасности, плавности и бесперебойности движения поездов.

Экономичность профиля характеризуется объемами земляных работ, суммой преодолеваемых высот, протяжением вредных спусков.

На участках напряженного хода проектную линию укладывают руководящим уклоном. При совпадении с кривыми уклон i_p уменьшают на величину дополнительного сопротивления от кривой i_{3m} .

На участках вольного хода величина проектного уклона и длина элемента назначаются в зависимости от уклона местности (по отметкам земли).

Порядок выполнения:

1. Нанесение проектной линии на профиле начинают с установления проектной отметки оси начального раздельного пункта с учетом того, что пункт должен располагаться на насыпи высотой 1... 1,5м. Последующие отметки вычисляются прежде всего в точках перелома проектной линии по проектным уклонам и длине элементов профиля с точностью до 0,01м.

2. После того, как установлено положение проектной линии, по проектным уклонам и расстояниям подсчитывают проектные отметки по формуле

$$H_n = H_{n-1} + i * d,$$

где H_n - проектная отметка;

H_{n-1} - предыдущая проектная отметка; i -

проектный уклон; d - расстояние.

3. Затем с точностью до 0,01м определяют рабочие отметки, как разность проектных отметок и отметок земли. Рабочие отметки записываются на продольном профиле. Глубину выемок надписывают ниже, а высоту насыпей - выше проектной линии.

4. При значительных отклонениях проектной линии от ранее намеченного - ее положение восстанавливается путем изменения уклонов.

В процессе проектирования профиля выявляется, в какой мере удачно про- трассирована линия.

Содержание отчета:

1 Схематические продольные профили двух вариантов трассы

2 Выводы

Контрольные вопросы:

Как называют границу смежных элементов профиля?

Как вычисляют проектные отметки продольного профиля?

Как вычисляют рабочие отметки?

Практическая работа. Определение расчетного и действительного времени хода пары поездов на участке проектируемой линии

Цели: Приобретение навыков определения времени хода поезда по направлениям, определение наибольшего времени хода поезда.

Оборудование и принадлежности: Калькулятор, данные практических работ

Краткие теоретические сведения:

На расчетном перегоне должна быть обеспечена заданная пропускная способность. Время хода («туда» и «обратно») поезда подсчитывается по всем элементам проектируемого профиля с накоплением суммарного времени хода

С целью регулирования графика движения поездов и обеспечения его большей надежности перегоны, примыкающие к участковым станциям, должны иметь резервы времени (4 мин – по сравнению с другими перегонами).

Порядок выполнения:

Наибольшее время хода поезда при парном графике движения определяется по формуле

$$t_p = t' + t'' = 1440 / N_p - (\tau_1 + \tau_2 + \tau_{p,3}),$$

где t' - время движения поезда в направлении «туда» (без учета времени на разгон и замедление), мин;

t'' - то же в направлении «обратно», мин;

N_p - расчетная пропускная способность, пар поездов в сутки;

$\tau_1 + \tau_2$ - время стационарных интервалов, т.е. время на стационарные операции на ограничивающих перегон раздельных пунктах, мин (при автоблокировке сумма принимается равной 4 мин.);

$\tau_{p,3}$ - время на разгон и замедление поезда (принимается равным 3 мин).

Полученное расчетное время t_p сравнивается с позлементным временем хода поезда $\Sigma (t' + t'')$. На месте, где позлементное время хода поезда будет равным расчетному, устраивается разъезд. На перегонах прилегающих к участковым станциям, расчетное время необходимо уменьшить на 4 мин.

Значение покилометрового времени хода t_i , соответствующее заданному локомотиву и принятой величине уклона.

Подсчет времени хода выполняется в табличной форме.

Таблица – Определение времени хода поезда

№ элем- ента	Уклоны, %				Длина эле- мен- та 1, км	Время хода, мин				Суммар- ное время хода на- растаю- щим ито- гом, мин,					
	действи- тельные i_d		экви- ва- лентн- ый $+i_{\text{ЭКВ}}$	приведённый $i_{\text{пр}} = i_d + i_{\text{ЭКВ}}$		туда		обратно							
	туда	об- ратно				туда	обратно	на 1 км	на эле- мент						
Для первого варианта трассы:															
Для второго варианта трассы:															

Содержание отчета

1 Заполненная таблица времени хода поезда

2 Выводы

Контрольные вопросы и задания

Задание 1

Мощность железной дороги определяется:

Варианты ответов:

1 пропускной и провозной способностью

2 увеличением массы и количества поездов

3 уплотнением графика движения поездов

Задание 2

_____ - подъем, сопротивление от которого равно дополнительному сопротивлению от кривой.

Задание 3

Протяженность участка смягчения 2300м. Руководящий уклон $i_p=10\%$. Под поездом располагаются кривые со следующими параметрами: $R_1=1000\text{м}$, $\phi_1=40^\circ$, $R_2=1200\text{м}$, $\phi_2=70^\circ$.

Необходимо произвести смягчение руководящего уклона:

$$i_{\text{ЭКВ}} =$$

$$i_c =$$

Практическая работа. Размещение по трассе малых водопропускных искусственных сооружений

Цели: Приобрести навыки для определения места расположения водопропускных сооружений на проектируемой железнодорожной линии.

Оборудование и принадлежности: материалы практических работ № 6,7,8.

Компетенции: ОК 1-5,8,9 ПК 1.2

Краткие теоретические сведения:

Территория, с которой атмосферные осадки стекают к водопропускному сооружению, называется *водосбором* или *бассейном* сооружения.

Водосбор расположен с верховой стороны от трассы и ограничен по периметру линиями водоразделов и полотном дороги. Линия, соединяющая наиболее пониженные точки водосбора, называется *логом* или *руслом*.

Боковые поверхности, ограниченные водоразделом и руслом, называются *склонами* водосбора.

Порядок выполнения:

1. На продольном профиле трассы выделить пониженные точки.
2. Между соседними пониженными точками выделить водораздельные точки.
3. От каждой водораздельной точки по трассе по нормалям к горизонталям (по гребням возвышенностей) провести линии местных или поперечных водоразделов до пересечения с главным продольным водоразделом. Каждый водоток, как правило, должен быть пропущен через отдельное сооружение. При камеральном трассировании места размещения водопропускных сооружений устанавливаются при сопоставлении подробного профиля с подробным планом трассы. Пропуск вод близко расположенных один от другого водотоков через одно сооружение должен быть обоснован соответствующими расчетами, учитывающими затраты на сооружение и содержание водоотводной канавы.

Содержание отчета

- 1 Продольные профили с выделенными пониженными точками.
- 2 Выводы

Контрольные вопросы:

Водосбором называют?

За проектную линию принимают:

Варианты ответов:

- 1 проектную головку рельса (ПГР)
- 2 расчетную головку рельса (РГР)
- 3 существующую головку рельса (СГР)

Линия, имеющая уклон трассирования называется_____.

Практическая работа. Выбор типов и определение размеров малых водопропускных искусственных сооружений

Цели: Приобрести навыки подбора типа искусственного сооружения и определять их размер.

Оборудование и принадлежности: Данными являются расчеты практической работы №10.

Компетенции: ОК 1-5,8,9 ПК 1.2

Краткие теоретические сведения:

На выбор типа и размера водопропускного сооружения влияют следующие факторы:

- расход притока воды с водосбора;
- высота насыпи в месте размещения водопропускного сооружения;
- инженерно-геологические условия;
- возможность применения индустриальных методов возведения сооружений;
- целесообразность уменьшения числа типов и размеров сооружений на проектируемой дороге.

Порядок выполнения

1. Определить отверстия малых водопропускных сооружений по графикам их водопропускной способности (из условия, что принятое отверстие должно обеспечивать сохранность водопропускных сооружений и подходных насыпей при расчетном и наибольшем расходах воды).

2. Подбор водопропускного сооружения начинают с круглых железобетонных труб малого диаметра. Для этого отверстие трубы подбирают по графикам таким образом, чтобы точка пересечения кривой водопропускной способности данной трубы и абсциссы, соответствующей значению расчетного расхода, находилась в зоне расчетных расходов, ограниченной на графиках линией со штриховкой вниз.

3. Составить ведомость водопропускных сооружений.

Место расположения, ПК	Площадь бассейна, км ²	Уклон лога, %	Набольший расход воды 0,33% м ³ /с	Расчетный расход воды, 0,1% м ³ /с	Высота насыпи, м	Тип сооружения	Отверстие сооружения	Мин. потребность высоты насыпи	Возможный расход чётный	Стоимость, тыс. руб ⁶ .

для первого варианта трассы:

для второго варианта трассы:

Содержание отчета

1 Ведомость водопропускных сооружений

2 Выводы

Контрольные вопросы

Водосбором называют:

За проектную линию принимают:

Для предохранения насыпи на подходах к искусственному сооружению от затопления земляного полотна должна возвышаться над уровнем подпертой воды при пропуске наибольшего расхода не менее чем на _____ м

Практическая работа. Проверка достаточности высоты насыпи у водопропускного искусственного сооружения

Тема: Проверка достаточности высоты насыпи у искусственного сооружения

Цели: Приобрести навыки для определения высоты насыпи на подходах к искусственному сооружению с целью выполнения условия незатопления земляного полотна и сохранности искусственного сооружения.

Оборудование и принадлежности: Данные принимаются из практической работы №11.

Краткие теоретические сведения:

Отверстия малых водопропускных сооружений подбирают по графикам их водопропускной способности. Принятое отверстие должно обеспечивать сохранность водопропускных сооружений и подходных насыпей при расчетном и наибольшем расходах воды.

Для сохранности трубы необходимо при расчетном расходе воды обеспечить указанное в Строительно-технических нормах наименьшее возвышение высшей точки внутренней поверхности трубы над уровнем потока на входе в трубу.

Необходимо также обеспечить минимальную толщину засыпки над трубой (от поверхности трубы до подошвы рельса), которая для бетонных и железобетонных труб составляет 1 м, а для металлических - 1,2 м.

Для предохранения насыпи на подходах к водопропускному сооружению от затопления бровка земляного полотна должна возвышаться над уровнем подпертой воды при пропуске наибольшего расхода не менее чем на 0,5 м.

Порядок выполнения

Для предохранения насыпи на подходах к водопропускному сооружению от затопления бровка земляного полотна должна возвышаться над уровнем подпертой воды при пропуске наибольшего расхода не менее чем на 0,5 м, т.е. проектная отметка насыпи H_{sp} в пределах разлива воды должна удовлетворять условию

$$H_{sp} \geq H_a + H' + 0,5,$$

где H' – напор при пропуске наибольшего расхода.

Мероприятия при недостаточной высоте насыпи:

Определенная требуемая наименьшая высота насыпи сравнивается с запроектированной высотой насыпи. Если запроектированная высота насыпи менее требуемой минимальной высоты, проектируются следующие мероприятия:

- проводится планировка dna водотока;
- можно заменить одноочковую трубу больших размеров на 2- или 3-очковую меньших размеров или поднять проектную линию на недостающую высоту.

Содержание отчета

1 Определить высоту насыпи с целью незатопления земляного полотна.

2 Выводы.

Контрольные вопросы и задания

Задание 1

Для предохранения насыпи на подходах к искусственному сооружению от затопления _____ земляного полотна должна возвышаться над уровнем подпертой воды при пропуске наибольшего расхода не менее чем на ____ м.

Задание 2

Линия, соединяющая наиболее пониженные точки водосбора называют _____ или _____.

Задание 13

Какие водопропускные сооружения могут работать в полунаизпорном и напорном режиме:

Варианты ответов:

- 1 малые мосты.
- 2 средние мосты.
- 3 трубы.

Практическая работа. Определение строительной стоимости проектируемого участка новой железной дороги

Цели: Приобрести навыки определение строительных показателей и стоимости вариантов проектируемых линий.

Оборудование и принадлежности: Данные практических работ №№1-12. Пропускная способность проектируемой железной дороги на 10-ый год эксплуатации. Характеристика принятых раздельных пунктов. Приложение З, К.

Краткие теоретические сведения:

При сравнении вариантов проектируемых железных дорог учитывают слагаемые стоимости строительства, которые распределяются по следующим главам сметного расчета:

1 Объекты производственного назначения

2 Объекты военно-гражданского строительства.

В качестве критерия для оценки вариантов используют суммарные затраты (капитальные вложения и эксплуатационные расходы).

Для этого определяют приведенные расходы Эпр.

Приведенные расходы без учёта капитальных вложений в подвижной состав определяются в тыс. руб. по формуле:

$$\text{Эпр} = \text{Ен} \cdot \text{К} + \text{Э},$$

где Ен - нормативный коэффициент сравнительной эффективности, принимаемый равным;

К - размер капитальных затрат, тыс. руб.;

Э - размеры эксплуатационных расходов, тыс. руб.

Порядок выполнения:

1 Определим и подсчитаем приведенные расходы.

2 Капитальные вложения вычисляются по формуле:

$$K = K_{\text{зр}} + K_{\text{ас}} + a \cdot L + \Sigma b \cdot p + K_{\text{пр}},$$

где $K_{\text{зр}}$ - стоимость земляных работ по варианту, тыс. руб.;

$K_{\text{ас}}$ - стоимость искусственных сооружений, тыс. руб.;

a - покилометровая стоимость устройств, пропорциональная длине линии, тыс. руб.;

L - строительная длина варианта, км.;

b - стоимость одного разъезда, тыс. руб.;

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

p - число разъездов, 1.

3 Стоимость земляных работ $K_{\text{зр}}$ определяется по формуле:

$$K_{\text{зр}} = S(11 \cdot Q_{\text{ГЛ}} + Q_{\text{ст.л}}),$$

где S - средневзвешенная стоимость производства одного кубометра земляных работ профильного объёма, руб/куб. м.;

$Q_{\text{ГЛ}}$ - профильный объём земляных работ по главному пути, куб. м.;

$Q_{\text{ст.л}}$ - профильный объём земляных работ по путям станции и разъездов

(кроме главного пути), куб. м.;

1,1 - коэффициент, учитывающий дополнительные земляные работы.

4 Профильный объем земляных работ по путям станций и разъездов

$$Q_{\text{стп}} = 5,3 \cdot (n-1) \cdot h_{\text{ср}} \cdot L_{\text{ст}}$$

где n - количество приёмоотправочных путей; ;

$L_{\text{ст}}$ - длина станции, м;

$h_{\text{ср}}$ - средняя рабочая отметка данного массива.

Объём земляных работ $Q_{\text{стп}}$ определяют по массивам (выемка, насыпь), по средним рабочим отметкам выемки или насыпи, используя данные о покилометровых объёмах работ, м³.

5 Средние рабочие отметки массивов (насыпь, выемка) можно считать по формуле приближённо:

$$h_{\text{ср}} = \frac{\sum h}{n},$$

6 Стоимость строительства малых искусственных сооружений в зависимости от их типа, отверстия и высоты насыпи может быть принята по данным ПЗ № 10-11.

Стоимость устройств, пропорциональных длине a , в основном будет слагаться из стоимости верхнего строения пути a_1 , устройств СЦБ и связи a_2 , путевых зданий, устройства снеговой защиты и др. при электрической тяге к этому следует добавить стоимость контактной сети a_3 :

$$a = a_1 + a_2 + a_3$$

Считаем стоимость устройств

$$a = (a_1 + a_2 + a_3) \cdot L$$

Стоимость одного погонного метра однопутного моста: железобетонного 1,6...3,41 тыс. руб. при высоте насыпи больше 8 м. металлического 2,6...3,3 тыс. руб. Стоимость одного погонного метра однопутного тоннеля – 9,2...13,3 тыс. руб.

Стоимость 1 км верхнего строения пути может быть принята:

при рельсах Р75 - 80,4 тыс. руб.;

при рельсах Р65 - 73,4 тыс. руб.;

при рельсах Р50 - 62,1 тыс. руб.

стоимость 1 км контактной сети равна 75...80 тыс. руб.

стоимость строительства разъездов может быть принята по данным таблицы.

Стоимость устройств СЦБ и связи при автоблокировке – 84,6 тыс. руб./км.

Содержание отчета

1 Расчет строительных показателей и стоимости вариантов.

2 Выводы

Контрольные вопросы и задания

Задание 1

Грузонапряженность I категории железных дорог равна:

Варианты ответов:

1 выше 50 млн.т^{*}км/км

2 выше 30 до 50 млн.т^{*}км/км

3 до 8 млн.т^{*}км/км

Задание 2

В пассажирских перевозках, кроме транзитных и местных, выделяют _____, протяженностью до _____ км.

Задание 3

Сроком окупаемости называют:

Варианты ответов:

- 1 доходы от перевозок
- 2 расходы на содержание дороги
- 3 период, за который доходы покрывают расходы

Практическая работа. Определение эксплуатационных расходов проектируемого участка новой железной дороги

Цели: Приобрести навыки определение эксплуатационных показателей и расходов проектируемых линий.

Оборудование и принадлежности: Данные практических работ №№1-13. Пропускная способность проектируемой железной дороги на 10-ый год эксплуатации. Характеристика принятых раздельных пунктов. Приложение Л. М.

Краткие теоретические сведения:

При определении эксплуатационных расходов необходимо определить расходы пропорциональные размерам движения и расходы по содержанию постоянных устройств

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{дв}} + \mathcal{E}_{\text{пс}}$$

В первую группу включают расходы по следующим хозяйствам железных дорог:

- локомотивному и вагонному хозяйствам;
- хозяйству пути;
- пассажирскому хозяйству.

Эксплуатационные расходы по содержанию постоянных устройств включают в себя расходы по содержанию линейных устройств и отдельных сооружений различных хозяйств железных дорог.

Порядок выполнения:

Соотношение между затратами механической работы (ткм) и потреблением электрической энергии (кВт·ч) или топлива (кг) локомотивами определяется: при электрической тяге $R_{\text{ш}} = 0,323 \times E_{\text{э}} \text{ ткм}$, при тепловозной тяге $R_{\text{ш}} = 1,177 \times B \text{ ткм}$.

1 Принимая число поездов и одинаковым в направлении туда и обратно, $\mathcal{E}_{\text{дв}}$, руб./год, определим по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{дв}} = \left(R_m \cdot p + \frac{q}{\beta} \cdot t_s \right) \cdot 365 \cdot n_{\text{пр}},$$

где R_m - механическая работа локомотива на 1 пару поездов, ткм.;

t_s - время хода поезда туда и обратно по участку, ч.;

p и q - принимаются по таблице приложения ;

β - коэффициент участковой скорости ;

$n_{\text{пр}}$ - приведённое число пар грузовых поездов в сутки.

2 Коэффициент участковой скорости β при оборудовании линии автоблокировкой можно определить по формуле :

$$\beta = 1 - 0,009 \cdot (n_p + 2 \cdot n_{\text{пасс}}),$$

где $n_{\text{пр}}$ - число пар грузовых поездов в сутки в грузовом направлении на расчётный год;

$n_{\text{пасс}}$ - число пассажирских поездов в сутки в том же направлении на расчётный год,

3 Общее приведённое число пар грузовых поездов определяется по формуле:

$$n_{\text{пр}} = n_p + \eta \cdot n_{\text{пасс}},$$

где η – соотношение масс пассажирского и грузового поездов.

4 Число грузовых поездов (в грузовом направлении по грузообороту на заданный год эксплуатации) определяется по формуле:

$$n_{tr} = \frac{\Gamma \cdot \gamma}{365 \cdot Q_n},$$

где Γ - грузовой грузопоток (на расчётный 10-й год эксплуатации);

γ - коэффициент внутригодичной неравномерности перевозок, принимается равным;

Q_n - полезная масса поезда нетто.

5 Полезная масса поезда находится по формуле :

$$Q_n = Q_b \cdot \alpha$$

где α - соотношение массы поезда нетто и брутто;

Q_b - масса состава (брутто), тыс. тонн.

6 Расходы по содержанию постоянных устройств, руб./год, определяются по формуле

$$\mathcal{E}_{av} = a \cdot L + b \cdot n_r,$$

где L - длина проектируемого участка линии, км;

n_r - число раздельных пунктов, приемем 1.

Значение a и b принимаются по таблице, соответственно при электрической тяге при переменном токе.

Определим срок окупаемости железной дороги

$$T = K : \mathcal{E}_{max}$$

Содержание отчета

1 Определение эксплуатационных показателей и расходов

2 Выводы

Контрольные вопросы и задания

Задание 1

Виды изысканий железных дорог:

Варианты ответов:

1 экономические и технологические

2 экономические и инженерные

3 инженерные и технологические

Задание 2

Экономические изыскания включают в себя:

Варианты ответов:

1 обоснованность и целесообразность строительства

2 экономичность и равномерность перевозок

3 примыкаемость к сети дорог

Задание 3

Экономические центры района, через которые должна пройти проектируемая дорога называют _____.

Практическая работа. Проектирование реконструкции продольного профиля существующей железной дороги методом утранированного профиля

Цели: Устранение недостатков существующего профиля. Приобретение графических и расчетных навыков при расчете СГР

Оборудование и принадлежности: Исходные данные (приложение): отметки на каждом пикете существующей головки рельса (СГР) и ниже балластного слоя (НБС), искусственные сооружения и план существующей железной дороги. Приложение А.

Краткие теоретические сведения:

Запроектировать реконструкцию продольного профиля существующей железной дороги, применив метод утранированного продольного профиля, при условии, что проектное верхнее строение пути характеризуется следующими данными:

- песчаная подушка - 0,20 м.,
- щебеночный слой - 0,25 м.,
- шпала - 0,15 м.,
- высота рельса Р-65 с подкладкой - 0,20 м.

Примечание. Графа утранированного профиля "Отметки земли" не заполняется.

мм100 – металлический мост пролетом 100м., П/ПР – путепровод.

Исходные данные для проектирования реконструкции продольного профиля существующей линии получают при полевых измерениях, в результате которых определяют:

- отметки существующей головки рельса (СГР) на каждом пикете;
- толщину балласта под шпалой (НБС);
- отметки земли.

Проектирование осуществляют по утранированному продольному профилю, вертикальный масштаб которого увеличен до 1:100 (горизонтальный – 1: 10000).

Порядок выполнения:

1 На миллиметровой бумаге вычерчивается сетка утранированного продольного профиля.

2 На основе исходных данных производится разметка пикетажа, километража, а также разбиваются ординаты в графике "Расстояния"; заполняются графы "Отметки СГР" и "Отметки НБС".

3 Далее заполняется графа "Отметки РГР". Значения отметок определяются,

исходя из заданных значений высоты проектного верхнего строения пути, по формуле:

$$РГР = НБС + h_{пр},$$

где НБС - отметки ниже балластного слоя, м;

$h_{пр}$ - проектная высота верхнего строения пути, м.

Значения отметок вычисляются с точностью 0,01 м и заносятся в графу "Отметки РГР".

Содержание отчета

1 Сетка утвированного продольного профиля.

2 Расчет СГР.

3 Выводы

Контрольные вопросы и задания

Задание 1

Проектные отметки продольного профиля вычисляют:

Варианты ответов:

1 по проектным уклонам и расстояниям

2 по отметкам земли и расстояниям

3 по проектным уклонам и отметкам земли

Задание 2

Рабочие отметки определяют:

Варианты ответов:

1 как разность проектных отметок и отметок земли

2 как сумма проектных отметок и отметок земли

3 как разность проектных уклонов и существующих

Задание 3

Грузонапряженность I категории железных дорог разна:

Варианты ответов:

1 свыше 50 млн.т²км/км

2 свыше 30 до 50 млн.т²км/км

3 до 8 млн.т²км/км

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Копыленко В.А., Косьмин В.В. Изыскания и проектирование железных дорог: учебник ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2017.-573с.

Дополнительная литература:

1. Кантор И. И. Изыскания и проектирование железных дорог: для студентов колледжей железнодорожного транспорта. – УМЦ ЖДТ. 2017