

РОСЖЕЛДОР
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ростовский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО РГУПС)
Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта
(ТТЖТ – филиал РГУПС)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

ПО МОДУЛЮ

ПМ.01.01 Проведение геодезических работ при изысканиях по
реконструкции,
проектированию, строительству и эксплуатации железных дорог
МДК- 2 ИЗЫСКАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

для специальности

08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство

Тихорецк
2016 г



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по
учебной работе

Н.Ю.Шитикова

2016 г.

Методические указания по выполнению практических занятий по модулю **ПМ.01.01 Проведение геодезических работ при изысканиях по реконструкции, проектированию, строительству и эксплуатации железных дорог МДК- 2 ИЗЫСКАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ** разработаны на основе федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования по специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 13 августа 2014 г. № 1002.

Организация-разработчик: Тихорецкий техникум железнодорожного транспорта – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ТТЖТ – филиал РГУПС)

Разработчик:

Малыхина С. В, преподаватель ТТЖТ - филиала РГУПС

Рецензенты:

Ляшенко Т. А. – преподаватель ТТЖТ – филиала РГУПС

Батраченко В.И., директор МУП ТГП ТР « Управление капитального строительства» г.Тихорецк

Рекомендована цикловой комиссией № 10 Специальности 08.02.01,08.02.10
Протокол заседания № 01 от 01.09.2016 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
1 ПАСПОРТ МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	6
2 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	8
3 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	9
4 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	40
5 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	42

1. ПАСПОРТ МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

по модулю ПМ.01.01 Проведение геодезических работ при изысканиях по реконструкции, проектированию, строительству и эксплуатации железных дорог МДК- 2 ИЗЫСКАНИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

1.1 Область применения методических указаний по выполнению практических работ

Методические указания по выполнению практических работ (далее методические указания) – является частью программы подготовки специалистов среднего звена в соответствии с ФГОС по специальности 08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство, утвержденным приказом Министерства образования и науки РФ от 13 августа 2014 г. № 1002.

Методические указания по выполнению практических работ могут быть использованы для изучения изысканий и проектирования железных дорог в учреждениях начального и среднего профессионального образования, реализующих образовательную программу среднего (полного) общего образования, при подготовке квалифицированных рабочих и специалистов среднего звена.

1.2 Цели и задачи методических указаний – требования к результатам освоения практических занятий:

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями обучающийся в ходе освоения практических работ должен:

иметь практический опыт:

- по разбивке трассы, закрепление точек на местности;
- по обработке технической документации

уметь;

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

- вести геодезический контроль на изысканиях и различных этапах строительства железных дорог

знать:

- устройство и применение геодезических приборов;
- способы и правила геодезических измерений;
- правила трассирования и проектирования железных дорог, требования, предъявляемые к ним

1.3 Рекомендуемое количество часов на освоение практических занятий – 32 часа

2 КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Контроль и оценка результатов освоения дисциплины осуществляется преподавателем в процессе проведения практических занятий и лабораторных работ.

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	Формы и методы контроля и оценки результатов обучения
В результате выполнения практических и лабораторных работ обучающийся должен уметь: производить геодезические измерения при строительстве и эксплуатации железнодорожного пути, зданий и сооружений; разбивку и закрепление трассы железной; разбивку и закрепление на местности искусственных сооружений знать: основные геодезические определения, методы и принципы выполнения топографо-геодезических работ; устройства геодезических приборов.	Выполнение практических работ, обработка результатов съемок компьютерной программой зачет по практическим и лабораторным работам

Практическая работа № 1

Определение удельных сил сопротивления движению поезда

Цель работы: научиться определять все необходимые данные для расчета массы поезда.

Оборудование и раздаточный материал: методические указания к работе, табличные данные, схемы тяговых характеристик

Краткие теоретические сведения

1. Тяговые расчеты — область применения прикладной механики.

С их помощью решаются основные задачи:
 определение сил, действующих на поезд;
 установление взаимодействия сил, действующих на поезд;
 определение: массы, скорости движения поезда, времени его Хода,
 тормозных сил, расхода воды, энергии, топлива и смазки.

2. На поезд действуют силы:

- тяги (F);
- сопротивления движению поезда (W);
- тормозная (B).

Сила, действующая на поезд и отнесенная к его весу, называется удельной. Формула вывода средневзвешенного удельного сопротивления выводится в том случае, когда в составе имеются вагоны разных типов

Порядок выполнения работы

Исходные данные:

1. Вид тяги.
2. Серия локомотива.
3. Грузоподъемность
4. Соотношение 4- и 6-осных вагонов в составе.
5. Коэффициент использования грузоподъемности вагонов.
6. Технические характеристики подвижного состава.

Вариант определяется порядковым номером студента в журнале (приложение 1)

Исходные данные: серия локомотива 2ТЭ10Л; грузоподъемность вагонов 4-х осных с подшипниками скольжения - 58 тс, 8-ми осные с роликовыми подшипниками - 100 тс; тара вагонов- 8-ми осных - 44,5 т, 4-х осных - 20 т; процентное соотношение вагонов в составе по количеству: 8-ми осных - 25%, 4-х осных - 75%, коэффициент полногрузности 8-ми осных- 0,9, 4-х осных- 0,8.

Требуется вывести формулу средневзвешенного основного удельного сопротивления и построить график зависимости $\omega_0'' = f(v)$

Для вывода необходимо рассмотреть основное удельное сопротивление для каждой из групп вагонов

а) для 8-ми осных вагонов

$$\omega_0'' = 0,7 + \frac{6 + 0,038v + 0,0021v^2}{q_0};$$

где:

$$q_0 = \frac{q_m + \alpha q_{zp}}{n_{oc}} = \frac{44,5 + 0,9 \cdot 100}{8} = 16,8 \text{ тс/ось};$$

тогда: $\omega_{0(8)}'' = 1,057 + 0,0022v + 0,00012v^2$;

б) для 4-х осных вагонов

$$\omega_{0(4)}'' = 0,7 + \frac{8 + 0,1v}{q_0} + 0,0025v^2;$$

$$q_0 = \frac{q_m + \alpha q_{cp}}{n_{oc}} = \frac{20 + 0,8 \cdot 58}{4} = 16,6 \text{ тс/ось};$$

$$\omega_0'' = \omega_{0(8)}'' \beta_8 + \omega_{0(4)}'' \beta_4, \text{ кгс/тс},$$

$$\text{где: } \beta_4 = \frac{r_4 q_4}{r_8 q_8 + r_4 q_4}; \quad \beta_8 = \frac{r_8 q_8}{r_8 q_8 + r_4 q_4}; \quad r_4 = 0,75; \quad r_8 = 0,25.$$

$$q_{4(оп)} = q_m + \alpha q_{cp} = 66,4 \text{ т}; \quad q_{8(оп)} = q_m + \alpha q_{cp} = 134,5 \text{ т};$$

$$\beta_4 = \frac{0,75 \cdot 66,4}{0,25 \cdot 134,5 + 0,75 \cdot 66,4} = 0,597;$$

$$\beta_8 = \frac{0,25 \cdot 134,5}{0,25 \cdot 134,5 + 0,75 \cdot 66,4} = 0,403;$$

$$\beta_4 + \beta_8 = 0,597 + 0,403 = 1$$

тогда:

$$\omega_0'' = 0,403(1,057 + 0,0022v + 0,00012v^2) + 0,597(1,181 + 0,006v + 0,00015v^2) = 1,131 + 0,00446v + 0,00013v^2$$

Для построения графика зависимости $\omega_0'' = f(v)$ определяем основное удельное сопротивление для скоростей, начиная с $v = 10 \text{ км/ч}$, с интервалами 10 км/ч , а также для скоростей, при которых резко изменяется очертание кривой $\omega_0'' = f(v)$.

Результаты расчёта записывают в таблицу

v , км/ч	v^2 , км ² /ч	$\omega_{0(4)}''$, кгс/тс	$\omega_{0(8)}''$, кгс/тс	$\beta_4 \omega_{0(4)}''$, кгс/тс	$\beta_8 \omega_{0(8)}''$, кгс/тс	ω_0'' , кгс/тс
10	100	1,26	1,29	0,75	0,44	1,19
20	400	1,36	1,54	0,81	0,46	1,27
30	900	1,50	1,82	0,89	0,50	1,38
40	1600	1,66	2,13	0,99	0,54	1,52
50	2500	1,86	2,46	1,11	0,59	1,68
60	3600	2,08	2,81	1,24	0,65	1,87
70	4900	2,34	3,18	1,39	0,72	2,08
80	6400	2,62	3,58	1,56	0,81	2,32
90	8100	2,94	4,01	1,75	0,90	2,58
100	10000	3,28	4,46	1,96	1,00	2,87

Содержание отчета:

6. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Для чего определяется средневзвешенное сопротивление вагонов
2. В чем состоит назначение тяговых расчетов

3. Перечислите и охарактеризуйте силы , действующие на поезд
4. Назовите силы сопротивления движению поезда

Практическая работа № 2

Выбор направления трассы. Определение среднего естественного уклона и руководящего уклона по принятому направлению

Цель работы: научиться производить анализ топографических условий района проектирования по карте в горизонталях

Оборудование и раздаточный материал: методические указания к работе, карта района проектирования в горизонталях, масштаб 1; 250000

Краткие теоретические сведения

1. При выполнении работы студенту задаются начальный и конечный пункты трассы на карте с горизонталями с таким расчетом, что расстояние между пунктами, по прямому направлению было бы не менее 10 км. Имея начальный и конечный пункт, студент намечает направление будущей дороги, исходя из топографических условий местности и условий обхода плановых препятствий (два варианта).

2. Студенту необходимо изучить карту, чтобы ясно представить себе рельеф земной поверхности района трассирования линии. Для этого обработать карту путем нанесения отметок характерных горизонталей, как высших, так и низших отметок.

3. Установить наличие постоянных водотоков, направление стока воды, при этом - реки, ручьи обвести, синим карандашом. Линии основных водоразделов - коричневым цветом.

4. Кратчайшие расстояния между двумя точками есть прямая линия. Соединив прямой конечные заданные точки А и Б, на карте получим геодезическую линию кратчайшего расстояния, но запроектировать железную дорогу по геодезической линии мы не можем так как по трассе будут встречаться плановые и высотные препятствия. Поэтому при изучении карты устанавливаются фиксированные точки для каждого возможного направления трассы точки обхода контурных препятствий (озёры, излучины рек, населенные пункты), точки пересечения высотных препятствий (водоразделы, седла, косогоры).

В результате изучения топографии местности и обработки карты намечаем возможные воздушно ломаные направления фиксированными точками между заданными конечными пунктами проектируемой линии Принятое направление необходимо разбить на участки, отличающиеся один от другого характером рельефа, границы между участками: зафиксировать. На каждом участке определить перепад высот и длину участка в километрах для вычисления естественного уклона местности на участке по формуле

$$H_B - H_H = \Delta h,$$

где Δh — перепад высот на участке; H_B — наибольшая отметка на участке;
 H_H - наименьшая отметка на участке,

$$i = \Delta h / \ell$$

где ℓ - длина участка, км; i - естественный уклон местности на данном участке

средний естественный уклон местности определяется по формуле

$$i = \frac{i_1 + i_2 + i_3}{n}$$

где i_1, i_2, i_3 - естественный уклон местности на соответствующем участке определяется по формуле

n - количество участков на варианте.

Порядок выполнения работы

1. Наметить направление будущей железной дороги между заданными пунктами.
2. Рассчитать средний естественный уклон местности по принятому направлению.
3. Принятое направление линии разделить на участки с однородным характером рельефа (подъемы, спуски, спокойные участки местности).
4. Вычислить естественный уклон местности на каждом участке.
5. Определить средний естественный уклон по принятому направлению.
6. Установить руководящий уклон по принятому направлению, исходя из топографических условий местности.

Содержание отчета:

1. Два варианта трассы будущей железнодорожной линии, выполненной на карте с горизонталями
2. Построенные профили на миллиметровой бумаге, с определенным средним естественным уклоном местности.

6. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Дать определение трассы. Перечислить элементы трассы.
2. Дать определение плану трассы
3. Дать определение руководящего уклона
4. Дать определение геодезической линии
5. Дать определение трассирования

Практическая работа № 3

Камеральное трассирование варианта железнодорожной линии.

Цель работы: усвоить основные приемы и технологию трассирования участка железнодорожной линии.

Оборудование и раздаточный материал:

методические указания к работе, карта района проектирования в горизонталях, масштаб 1: 250000

Краткие теоретические сведения

Трассирование - это поиск рационального положения плана и продольного профиля трассы. Оно осуществляется путем проектирования плана линии по картам в горизонталях с одновременным составлением продольного профиля трассы.

Шаг трассирования—это расстояние, которое не должно быть менее перехода с одной горизонтали на другую, соседнюю, чтобы не превысить заданный уклон трассирования. Вычисленный в метрах шаг трассирования перевести в масштаб карты.

Детальное трассирование осуществляется вдоль намеченных конкурентоспособных кратчайших направлений, соединяющих опорные пункты и имеющиеся фиксированные точки.

На участках вольных ходов, где топографические условия легкие и средний естественный уклон местности по направлению трассирования меньше руководящего, трасса проектируется по прямой между опорными пунктами и фиксированными точками. Каждый угол поворот на участках вольных ходов должен быть обоснован. (Отклонение от прямой допускается только при обходе плановых препятствий (населенные пункты, озера, заповедники и др.).)

Трассирование на напряженных ходах. Если естественный уклон местности по заданному направлению больше руководящего уклона, трассирование ведут напряженным ходом, укладка линии проводится руководящим уклоном. Трассировать уклоном менее руководящего нецелесообразно, так как в этом случае потребуются избыточное искусственное удлинение линии, что приводит к удорожанию строительства. Трассировать уклоном более, чем руководящий, нельзя, так как в этом случае локомотив не сможет вести поезд расчетного веса.

Основным принципом трассирования на участках напряженных ходов где уклон местности по направлению трассирования больше руководящего, является наиболее полное использование заданного значения руководящего уклона. Именно в этом случае длина линии на участке преодоления значительного подъема или спуска будет кратчайшей. Для поиска положения трассы на участках напряженных ходов используется расчетное значение расстояния между горизонталями (заложение) d , см, которое соответствует заданной величине руководящего уклона и определяется по формуле

$$d = m \cdot h \cdot 10^5 / i_p - i_{cp.эк}$$

где: m - масштаб карты в горизонталях;

h - сечение горизонталей, м;

i_p - руководящий уклон, ‰;

$i_{cp.эк}$ - среднее значение уклона, эквивалентного дополнительному сопротивлению от кривых, ‰ (обычно принимается равным 0,5 ‰).

Пример :

Для карты масштаба 1:25000 с горизонталями $h = 5$ $i_p = 8\text{‰}$ $i_{ср.эк} = 0,5\text{‰}$

$$d = 5 \cdot 100 \cdot 1000 / (8 - 0,5) \cdot 25000 = 20 / 7,5 = 2,7 \text{ см.}$$

Взяв раствор циркуля, равный d , последовательно сверху вниз откладываем отрезки, равные d , получаем линию нулевых работ, проложенную заданным уклоном. Линия нулевых работ спрямляется, т.е. намечаются прямые участки дороги.

Порядок укладки трассы по седловинам, через водораздел, между горизонталями и других случаях приведен на рис. 1, *а*, *б*, *в*.

По линии нулевых работ. Линия нулевых работ — это линия заданного уклона. На участках напряженных ходов линия нулевых работ строится методом «под циркуль», т.е. раствором циркуля, равным шагу трассирования в масштабе карты, путем последовательных засечек на каждой соседней горизонтали. Засечки соединяются линией, полученная ломаная линия и есть линия нулевых работ.

В результате последовательного сопряжения участков вольных и напряженных ходов формируется схема варианта направления.

Примеры трассирования

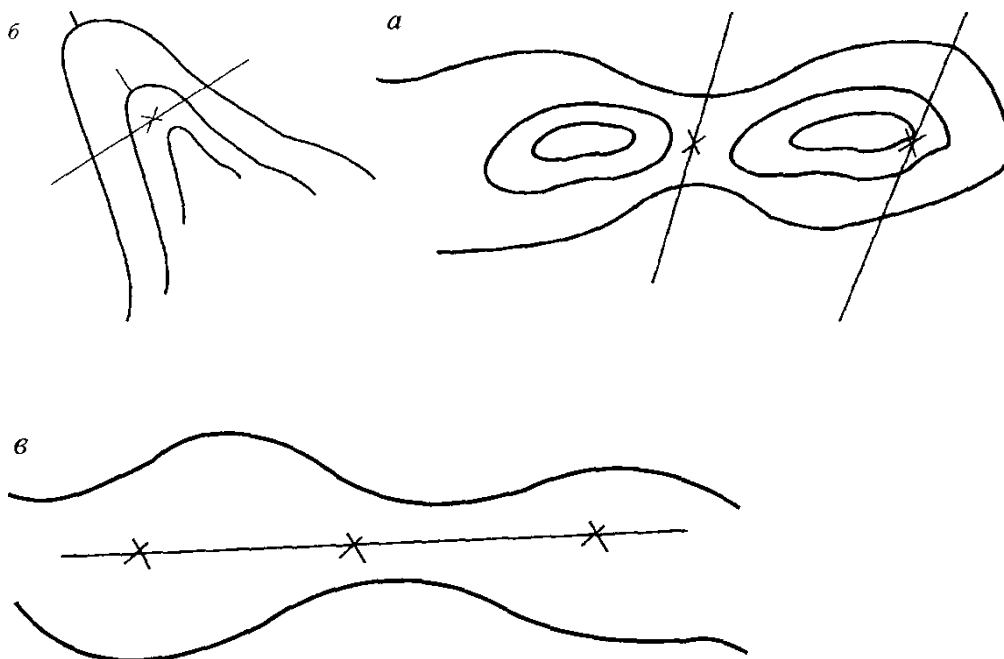


Рис. 1. Примеры укладки трассы: *а* — через седловину; *б* — через водораздел; *в* — между горизонталями

Прокладку линии нулевых работ, как правило, ведут от фиксированных точек, расположенных на более высоких отметках (например, седло на водоразделе), в направлении на спуск. При «наколке» линии нулевых работ на затяжном участке напряженного хода ориентировочно учитывают расположение отдельных пунктов. Хотя при

последующем трассировании положение их может несколько измениться (штриховая линия на рис.2) это не отразится существенно на длине и общем направлении трассы. Прокладку линии нулевых работ нужно вести с учетом положения трассы при соответствующих нормах проектирования плана линии.

Рис. 2. Примеры прокладки линии нулевых работ: а - правильно; б - неправильно

При наколке линии нулевых работ нельзя пропустить хотя бы одну горизонталь, так как это приведет к увеличению объема

Порядок выполнения работы

- 1.Изучить приемы и нормы трассирования
 - 2.Трассирование начинать с уточнения участков напряженного и вольного
 - 3.Определить шаг трассирования.
 - 4.Проложить линию нулевых работ помощью раствора измерителя(циркуля), взяв в раствор циркуля горизонтальное заложение при определенной величине руководящего уклона
 - 5.На участках вольного хода трассирования вести от одной фиксированной точки к другой
 - 6.При пересечении больших водотоков и водотоков средней величины пересекать их перпендикулярно к направлению течения и в узком устойчивом месте
 - 7.Окончательную укладку линии вести от начального пункта. Начальным пунктом считается ось промежуточной железнодорожной станции
 - 8.Первый угол поворота от железнодорожной станции намечается с таким расчетом, чтобы от конца станционной площадки до его вершины было расстояние, достаточное для размещения переходной кривой, а также учитывалось возможное удлинение станционных железнодорожных путей
- Трасса укладывается небольшими участками с одновременным составлением схематического профиля с нанесением на нем положения проектной линии

Содержание отчета:

- 1.Схема вариантов двух направлений на карте с горизонталями

6. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Назвать и охарактеризовать виды трассирования.
2. Дать характеристику ходов трасс в зависимости от топографических условий.
3. Дать характеристику ходов трасс в зависимости от условий использования руководящего уклона.
4. Каков порядок камерального трассирования.
5. Как определить шаг трассирования.
6. Каков принцип трассирования на вольных ходах.
7. Каков принцип трассирования на напряженных ходах.
8. Каковы правила прохождения трассы по седловинам, через водораздел, между горизонталями.
9. Дать понятие линии нулевых работ.
10. Какие элементы входят в схемы увязки перегонных и станционных устройств?

Практическая работа № 4

Проектирование плана линии. Подбор радиусов круговых кривых, разбивка пикетажа.

Цель работы: запроектировать план линии в соответствии с требованиями СТНЦ-01-95.

Оборудование и раздаточный материал:

Спрямолинейная линия на карте с нанесенным пикетажем и километрами, предыдущий материал работ 2,3, методические указания к работе

Краткие теоретические сведения

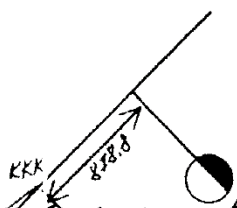
Проектирование плана железных дорог сводится к разбивке пикетажа, определению точной длины участка и пикетажного значения начала и конца круговых кривых.

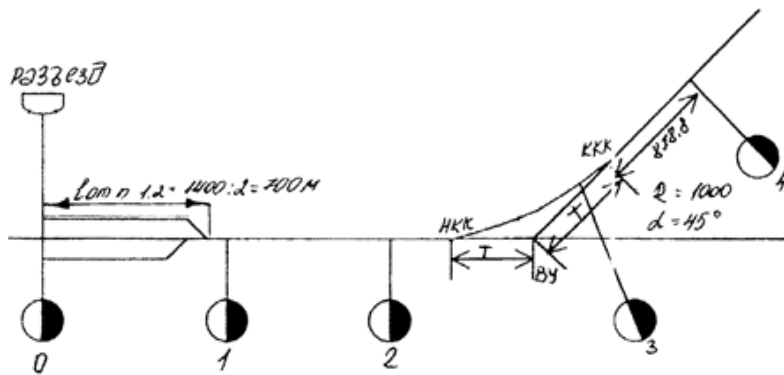
За начало разбивки пикетажа принимается ось заданного разъезда (ПХО). На прямом участке от оси разъезда до первой кривой в масштабе карты ($1:25000$ $1\text{ км}=4\text{ см}$) выставляются километры, которые в свою очередь разбиваются на пикеты ($1:25000$ $1\text{ ПК}=4\text{ см}$).

Затем нужно рассчитать план в кривой, определив пикетаж начала и конца круговой кривой и передать пикетажное значение на следующей прямой участок (не по пикетам, а по кривой).

Весь расчет плана свести в таблицу. Образец её и пример расчёта приводится ниже. Угол поворота измеряется транспортиром на карте, радиус подбирается. Тангенс $T(\text{м})$, длина проектируемой кривой $K(\text{м})$ определяется по формулам:

Разъезд





Пример: Для $R=1000\text{м}$. $\alpha = 45^{\circ}00$ $K=785,4\text{м}$ $T=414,2\text{м}$
 Замеряем пикетаж $ВУ=2000+750,0=2750\text{м}$ или
 $ВУ$ ПК27+50,0 домер до следующего 4-го км
 - T 4+14,2 ПК 40+00
 + K 7+85,4 - КKK 31+21,2
 КKKПК 31+21,2 8+78,8 или 878 м

Пример заполнения ведомости прямых и кривых

№	Данные по кривой				Расчёт плана линий						
	Угол поворота		R	K	T	пикетаж ВУ	НKK	KKK	домер до км на след. прямой	прямая вставка	длина переходной кривой
	право	лево									
1		45°	1000	785,4	414,2	27+50	23+35,8 45+76,3	31+21,2 51+71,6	878,8	1455,1	200
2											

Порядок выполнения работы

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. Заполнить ведомость плана линии.

Содержание отчета:

1. План в горизонталях с двумя вариантами железнодорожных линий и запроектированным планом линий.
6. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Дать определения угла поворота
2. Дать определения румба
3. Назвать главные точки кривой
4. Назвать главные элементы кривой

5. Как определить пикетажное значение вершины угла поворота
6. Как рассчитать пикетажное значение главных точек кривой

Практическая работа № 5

Проектирование плана линии. Подбор радиусов круговых кривых, разбивка пикетажа.

Цель работы: запроектировать план линии в соответствии с требованиями СТНЦ-01-95.

Оборудование и раздаточный материал: Спряmlенная линия на карте с нанесенным пикетажем и километрами. Ведомость углов поворота.

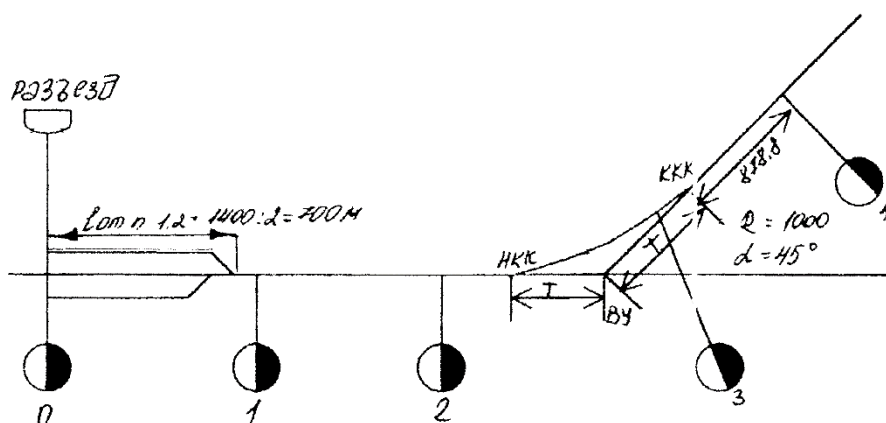
Краткие теоретические сведения

Проектирование плана железных дорог сводится к разбивке пикетажа, определению точной длины участка и пикетажного значения начала и конца круговых кривых.

За начало разбивки пикетажа принимается ось заданного разъезда (ПХО). На прямом участке от оси разъезда до первой кривой в масштабе карты (125000 1км=4см) выставляются километры, которые в свою очередь разбиваются на пикеты (1:25000 1ПК=4см).

Затем нужно рассчитать план в кривой, определив пикетаж начала и конца круговой кривой и передать пикетажное значение на следующей прямой участок (не по пикетам, а по кривой).

Весь расчет плана свести в таблицу. Образец её и пример расчёта приводится ниже. Угол поворота измеряется транспортиром на карте, радиус подбирается. Тангенс Т(м), длина проектируемой кривой К(м) определяется по формулам:



Пример: Для $R=1000\text{м}$, $\alpha = 45^{\circ}00'$ $K=785,4\text{м}$ $T=414,2\text{м}$
 Замеряем пикетаж $ВУ=2000+750,0=2750\text{м}$ или
 ВУ ПК27+50,0 домер до следующего 4-го км
 - Т 4+14,2 ПК 40+00
 + К 7+85,4 - ККК 31+21,2
 КККПК 31+21,2 8+78,8 или 878 м

Пример заполнения ведомости прямых и кривых

№	Данные по кривой				Расчёт плана линий						
	Угол поворота		R	K	T	пикетаж ВУ	НКК	ККК	домер до км на след. прямой	прямая вставка	длина переходной кривой
	право	лево									
1		45°	1000	785,4	414,2	27+50	23+35,8 45+76,3	31+21,2 51+71,6	878,8	1455,1	200
2											

Таблица

Рекомендуемые и допускаемые радиусы круговых кривых в плане

Категория железнодорожной линии	Радиусы кривых в плане, м			
	рекомендуемые	Допускаемые		
		В трудных условиях	В особо трудных условиях	По согласованию с заказчиком
Скоростные	4000—3000	2500	1200	800
Особогрузонапряженные	4000—2000	1500	1000	600
1	4000—2500	2000	1000	600
2	4000—2000	1500	800	400
3	4000—1200	800	600	350
4	2000—1000	600	350	200
подъездные пути	2000—600	500	200	200
соединительные пути	2000—350	250	200	200

Таблица

Определение длины прямолинейной вставки

Категория железной дороги	Длина прямолинейной вставки, м			
	В нормальных условиях между кривыми, направлениями		В трудных условиях между кривыми, направлениями	
	В разные стороны	в одну сторону	в разные стороны	в одну сторону
Скоростные	150	150	100	100
Особогрузонапряженные	75	100	50	50
I и II	150	150	50	75
III	75	100	50	50
IV	50	50	30	30

Порядок выполнения работы

- 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.Заполнить ведомость плана линии.

Содержание отчета:

- 1.План в горизонталях с двумя вариантами железнодорожных линий и запроектированным планом линий.

Выводы

Контрольные вопросы:

- 1.Дать определения угла поворота
- 2.Дать определения румба
- 3.Назвать главные точки кривой
- 4.Назвать главные элементы кривой
- 5.Как определить пикетажное значение вершины угла поворота
- 6.Как рассчитать пикетажное значение главных точек кривой

Практическая работа № 6

Построение схематических продольных профилей.

Цель работы: научиться строить схематические продольные профили по трассе.

Оборудование и раздаточный материал:

карта района проектирования со схематическим расположением вариантов линии, методические указания к работе, чертежные принадлежности, данные из отчетов предыдущих работ

Краткие теоретические сведения

- 1.Горизонтальный масштаб схематического продольного профиля вычерчивается в масштабе 1: 25 000 (в масштабе карты). Вертикальный масштаб схематического профиля 1:1000;
- 2.Сетка схематического продольного профиля несет следующую информацию (снизу вверх):

километраж: ножка километрового знака 15 мм; 0 знака 5 мм;
план линии: от строки «расстояние» — 20 мм;
пикетаж: высота букв и цифр 3 мм;
расстояние: ширина строки 10 мм;
отметки земли: ширина строки 15 мм;
проектные уклоны: ширина строки 10 мм;
проектные отметки: ширина строки 15 мм;
ширина строки сетки стандартная.

3. Построение схематических профилей (наколка) должно проводиться одновременно с проектированием плана во избежание больших объемов «бросовых» работ. При неудачном проложении профиля трасса должна быть перепроектирована. Построение профиля начинается от оси отдельного пункта, положение которой соответствует ПК0; км 0. Высота начальной точки на миллиметровке выбирается с таким расчетом, чтобы на протяжении всего профиля линия земли не опускалась над сеткой ниже 5 см и не выходила вверх за пределы листа по вертикали.

В случае большого диапазона колебания отметок земли, превышающего предел свободного пространства листа миллиметровки, делается «сброс», т.е. смещение шкалы отсчета высот. Утолщенные линии миллиметровки должны соответствовать отметкам, кратным 10 м. Перенос отметок земли с карты на профиль делается не только в местах пересечения трассы с горизонталями, но и во всех характерных точках переломов линии земли: на водоразделах, в логах, местах отклонения горизонталей от линии трассы.

4. Проектная линия.

На продольный профиль земли наносится проектная линия. Проектная линия на прямолинейных участках—это фронтальная проекция бровки основной площадки земляного полотна. Проектная линия наносится так, чтобы были выполнены основные требования СТНЦ-01-95 по обеспечению безопасности, бесперебойности, плавности движения поездов, по созданию условий благоприятной работы водопропускных сооружений, предотвращалась возможность размыва и затопления земляного полотна, а также соблюдались экономические условия. Экономичность определяется объемами земляных работ, суммой преодолеваемых высот, и протяженностью вредных уклонов. Минимум земляных работ должен сочетаться с незаносимостью линии снегом.

Продольный профиль следует проектировать элементами возможно большей длины.

Минимальная длина профиля в благоприятных топографических условиях должна быть равна расчетной длине поезда: ($\ell_{р.п}$)

$$\ell_{\min} = \ell_{р.п}$$

В трудных топографических условиях длину элемента принимают равной половине расчетной длины поезда:

$$\ell_{\min} = 1/2 \ell_{р.п}$$

В особо трудных условиях ℓ_{\min} не должна быть менее 200 м.

При сопряжении элементов с алгебраической разностью уклонов более установленных нормами необходимо проектировать разделительные площадки

или вертикальные кривые. Радиусы вертикальных кривых для дорог I категории — 15 000 м, II категории — 10 000 м, III категории — 5000 м.

Таблица

Нормы разностей сопрягаемых уклонов элементов профиля

Категория линий	Полезная длина приемо-отправочных путей		
	1250	1050	850
	Рекомендуемые нормы, ‰		
I-II	5	6 8	8
III	6	10	10
IV	8		12
	Допускаемые нормы, ‰		
III	8	12	13
III	10	15	20
IV	12	16	20

Продольный профиль (проектная линия) проектируется уклонами, округленными до целых ‰. Переломы профиля сносятся в строку «проектные уклоны», показывается направление уклона (спуск, подъем, площадка), над линией пишется величина уклона, под линией — длина элемента.

5. Проектные отметки.

Начальная проектная отметка принимается графически, с чертежа, все последующие вычисляются с точностью до 1 см по формуле:

$$H_{n+1} = H_n + i\ell$$

где H_{n+1} — проектная отметка последующей точки, м; H_n — проектная отметка предыдущей точки, м; i — уклон элемента, ‰; ℓ — расстояние между точками, км.

Первым этапом является вычисление отметок точек перелома проектной линии. Вычисленные отметки проверяются по чертежу. В случае расхождения вычисленных отметок и определенных графически более чем на 0,5 см необходимо проверить правильность их определения.

6. Рабочие отметки.

Рабочей отметкой называется высота насыпи или глубина выемки в данной точке. Рабочие отметки определяются по формуле:

$$h = H_{пр} - H_з$$

Если $H_{пр}$ больше $H_з$ имеет место насыпь, в этом случае рабочая отметка пишется над проектной линией, на расстоянии 15 мм от нее красным цветом, если меньше имеет место выемка. а рабочая отметка пишется под проектной линией на расстоянии 15мм черным цветом.

По результатам практической работы № 7 «Проектирование плана линии» на схематическом продольном профиле нанести план линии, в соответствии с принятыми условными обозначениями

Порядок выполнения работы

1. Вычертить сетку схематического продольного профиля.
2. Построить схематический продольный профиль, придерживаясь порядка построения.
3. Нанести на него проектную линию. Проектная линия наносится так, что бы были выполнены основные требования СГНЦ-01 -95 по обеспечению безопасности, бесперебойности, плавности движения поездов, по созданию условий благоприятной работы водопропускных сооружений, предотвращения возможности размыва и затопления земляного полотна, а также соблюдены экономические условия
4. Вычислить величину проектных уклонов
5. Вычислить проектные отметки
6. Вычислить рабочие отметки
7. Нанести оси искусственных сооружений
8. Заполнить все графы профиля
9. Оформить профиль в соответствии с требованиями

Содержание отчета:

1. Схематические продольные профили двух вариантов с вычисленными проектными и рабочими отметками и нанесенным планом линии.

6. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Что называют продольным профилем? Каковы основные элементы продольного профиля?
2. Как выбирается масштабы для построения схематического продольного профиля?
3. Как рассчитывается величина проектного уклона?
4. Как рассчитываются проектные отметки?
5. Как рассчитываются рабочие отметки
6. Дать определение трассы. Какие основные элементы трассы?
7. Каковы основные требования при проектировании продольного профиля и плана железных дорог?

Практическая работа № 7

Построение схематических продольных профилей.

Цель работы: научиться строить схематические продольные профили по трассе.

Оборудование и раздаточный материал:

карта района проектирования со схематическим расположением вариантов линии, методические указания к работе, чертежные принадлежности, данные из отчетов предыдущих работ

Краткие теоретические сведения

1. Горизонтальный масштаб схематического продольного профиля вычерчивается в масштабе 1: 25 000 (в масштабе карты). Вертикальный масштаб схематического профиля 1:1000;

2. Сетка схематического продольного профиля несет следующую информацию (снизу вверх):

километраж: ножка километрового знака 15 мм; 0 знака 5 мм;

план линии: от строки «расстояние» — 20 мм;

пикетаж: высота букв и цифр 3 мм;

расстояние: ширина строки 10 мм;

отметки земли: ширина строки 15 мм;

проектные уклоны: ширина строки 10 мм;

проектные отметки: ширина строки 15 мм;

ширина строки сетки стандартная.

3. Построение схематических профилей (наколка) должно проводиться одновременно с проектированием плана во избежание больших объемов «бросовых» работ. При неудачном проложении профиля трасса должна быть перепроектирована. Построение профиля начинается от оси отдельного пункта, положение которой соответствует ПК0; км 0. Высота начальной точки на миллиметровке выбирается с таким расчетом, чтобы на протяжении всего профиля линия земли не опускалась над сеткой ниже 5 см и не выходила вверх за пределы листа по вертикали.

В случае большого диапазона колебания отметок земли, превышающего предел свободного пространства листа миллиметровки, делается «сброс», т.е. смещение шкалы отсчета высот. Утолщенные линии миллиметровки должны соответствовать отметкам, кратным 10 м. Перенос отметок земли с карты на профиль делается не только в местах пересечения трассы с горизонталями, но и во всех характерных точках переломов линии земли: на водоразделах, в логах, местах отклонения горизонталей от линии трассы.

4. Проектная линия.

На продольный профиль земли наносится проектная линия. Проектная линия на прямолинейных участках—это фронтальная проекция бровки основной площадки земляного полотна. Проектная линия наносится так, чтобы были выполнены основные требования СТНЦ-01-95 по обеспечению безопасности, бесперебойности, плавности движения поездов, по созданию условий благоприятной работы водопропускных сооружений, предотвращалась возможность размыва и затопления земляного полотна, а также соблюдались экономические условия. Экономичность определяется объемами земляных работ,

суммой преодолеваемых высот, и протяженностью вредных уклонов. Минимум земляных работ должен сочетаться с незаносимостью линии снегом.

Продольный профиль следует проектировать элементами возможно большей длины.

Минимальная длина профиля в благоприятных топографических условиях должна быть равна расчетной длине поезда: ($\ell_{p,п}$)

$$\ell_{\min} = \ell_{p,п}$$

В трудных топографических условиях длину элемента принимают равной половине расчетной длины поезда:

$$\ell_{\min} = 1/2 \ell_{p,п}$$

В особо трудных условиях ℓ_{\min} не должна быть менее 200 м.

При сопряжении элементов с алгебраической разностью уклонов более установленных нормами необходимо проектировать разделительные площадки или вертикальные кривые. Радиусы вертикальных кривых для дорог I категории — 15 000 м, II категории — 10 000 м, III категории — 5000 м.

Таблица

Нормы разностей сопрягаемых уклонов элементов профиля

Категория линий	Полезная длина приемо-отправочных путей		
	1250	1050	850
	Рекомендуемые нормы, ‰		
I-II	5	6 8	8
III	6	10	10
IV	8		12
	Допускаемые нормы, ‰		
III	8	12	13
III	10	15	20
IV	12	16	20

Продольный профиль (проектная линия) проектируется уклонами, округленными до целых ‰. Переломы профиля сносятся в строку «проектные уклоны», показывается направление уклона (спуск, подъем, площадка), над линией пишется величина уклона, под линией — длина элемента.

5. Проектные отметки.

Начальная проектная отметка принимается графически, с чертежа, все последующие вычисляются с точностью до 1 см по формуле:

$$H_{n+1} = H_n + i\ell$$

где H_{n+1} — проектная отметка последующей точки, м; H_n — проектная отметка предыдущей точки, м; i — уклон элемента, ‰; ℓ — расстояние между точками, км.

Первым этапом является вычисление отметок точек перелома проектной линии. Вычисленные отметки проверяются по чертежу. В случае расхождения вычисленных отметок и определенных графически более чем на 0,5 см

необходимо проверить правильность их определения.

6. Рабочие отметки.

Рабочей отметкой называется высота насыпи или глубина выемки в данной точке. Рабочие отметки определяются по формуле:

$$h = H_{\text{пр}} - H_3$$

Если $H_{\text{пр}}$ больше H_3 имеет место насыпь, в этом случае рабочая отметка пишется над проектной линией, на расстоянии 15 мм от нее красным цветом, если меньше имеет место выемка, а рабочая отметка пишется под проектной линией на расстоянии 15 мм черным цветом.

По результатам практической работы № 7 «Проектирование плана линии» на схематическом продольном профиле нанести план линии, в соответствии с принятыми условными обозначениями

Порядок выполнения работы

1. Вычертить сетку схематического продольного профиля.
2. Построить схематический продольный профиль, придерживаясь порядка построения.
3. Нанести на него проектную линию. Проектная линия наносится так, что бы были выполнены основные требования СГНЦ-01 -95 по обеспечению безопасности, бесперебойности, плавности движения поездов, по созданию условий благоприятной работы водопропускных сооружений, предотвращения возможности размыва и затопления земляного полотна, а также соблюдены экономические условия
4. Вычислить величину проектных уклонов
5. Вычислить проектные отметки
6. Вычислить рабочие отметки
7. Нанести оси искусственных сооружений
8. Заполнить все графы профиля
9. Оформить профиль в соответствии с требованиями

Содержание отчета:

1. Схематические продольные профили двух вариантов с вычисленными проектными и рабочими отметками и нанесенным планом линии.

6. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Что называют продольным профилем? Каковы основные элементы продольного профиля?
2. Как выбирается масштабы для построения схематического продольного профиля?
3. Как рассчитывается величина проектного уклона?
4. Как рассчитываются проектные отметки?

5. Как рассчитываются рабочие отметки
6. Дать определение трассы. Какие основные элементы трассы?
7. Каковы основные требования при проектировании продольного профиля и плана железных дорог?

Практическая работа № 8

Размещение по трассе малых водопропускных искусственных сооружений.

Цель работы: научиться по плану местности и продольному профилю трассы определять местоположение малых водопропускных искусственных сооружений, исследовать принципы построения и алгоритмы работы

Оборудование и раздаточный материал: карта района проектирования со схематическим расположением вариантов линии, методические указания к работе, чертежные принадлежности, схематические продольные профили, данные из отчетов предыдущих работ

Краткие теоретические сведения

К малым водопропускным искусственным сооружениям (ИССО) относятся все без исключения трубы и мосты с отверстием до 20 м. Малые ИССО устраивают для того, чтобы поверхностную воду или воду небольших постоянных водотоков (ручьи), пропустить через земляное полотно с верховой стороны в низовую.

Малые ИССО размещаются в местах пересечения трассы с постоянными или периодическими водотоками. Периодические (временные) водотоки несут поверхностную воду, т.е. воду, выпавшую в виде атмосферных осадков. Месторасположение искусственного сооружения наиболее удобно определять с помощью одновременного анализа плана и продольного профиля трассы. Выбор искусственных сооружений зависит от количества воды, притекающей к искусственному сооружению. Оно зависит от многих факторов, главные из которых: климатические условия района проектирования, геометрические характеристики водосбора (бассейна) искусственного сооружения.

Определение границ водосбора. Водосбором или бассейном ИССО называется территория, которой вода стекает к данному ИССО. Водосбор располагается с верховой стороны трассы и его территория ограничивается по периметру линиями водоразделов и земляным полотном дороги. Границы и основные характеристики водосборов определяются по картам в горизонталях. Проведение границ водосборов следует начинать от наивысших точек, через седловину и далее по водораздельным линиям до трассы.

Искусственные сооружения (И.С.) следует намечать во всех пониженных местах профиля. Для них необходимо произвести расчет стока поверхностных вод и подобрать типы. Выбор типа (И.С.) зависит от величины стока поверхностных вод, которая пропорциональна площади водосбора данного сооружения. Водосбор расположен с верховой стороны от трассы и ограничен по периметру линиями водоразделов и земляным полотном дороги. Границы и площади водосборов определяются по картам в горизонталях.

Пример 1. Площадь бассейна F км². На карте по водоразделам пунктирной линией наносятся границы бассейнов водосбора и нумеруются по ходу пикетажа. Затем площадь бассейна определяется так: снимается на кальку, затем накладывается на миллиметровку и подсчитывается количество целых квадратов (см×см), площадь неполных квадратов оценивается на глаз. Зная цену деления 1см² при масштабе 1:25000 $1\text{см}^2 = 0,25\text{км}^2 = 0,06\text{км}^2$. легко определить общую площадь F
 Длина бассейна по главному логу L в км измеряется по карте.

Уклон главного лога I_L ‰ - как средний уклон лога по карте.

Весь расчет сводится в таблицу 1

№ бассейна	Кол-во квадратов в см×см	Площадь бассейна $F=n \times 0,06$	Длина лога, км, L	Отметки в м		Средний уклон по логу в ‰ $I = \frac{H_B - H_L}{L}$
				Водораздела H_B	Лога по трассе H_L	

Расходы (Q в м³/сек) для намеченных И.С. должны быть произведены с определенной вероятностью превышения. Гидравлические расчеты мостов и труб производятся по расчетному расходу Q_p с вероятностью превышения для дорог 1-2 категории – 1:100(1%) , 3 категории – 1:50, а также по максимальному расходу Q_{max} с вероятностью превышения 1:300(0,33 %) По Q_p определяется отверстия водопропускного И.С. ,а по Q_{max} выполняется проверка на сохранность (незатопляемость) пролетных строений и насыпей на подходах .

Расчет выполняется в таблице №2

Ливневый район			Расходы в м ³ сек для грунтов		
Климатический район			Песчаных и супесчаных	Заданных	
№ водосбора	Площадь водосбора $F, \text{км}^2$,	Уклон лога в ‰	При вероятности превышения		
			1‰	1‰ $K_L =$	0,33 $K_L =$
			Q_{max}	$Q_p = K_L Q_{ном}$	$Q_{max} = K_L Q_{ном}$
1	2	3	4	5	6

--	--	--	--	--	--

Ливневый район определяется по карте-схеме(Кантор И.И.стр.188)

Климатический район по таблице (Кантор И.И., стр.187)

Графы 1,2,3 - выписываются из таблицы 1

Графа 4- по номограмме (Кантор И.И. стр. 187) с вероятностью превышения 1%₀ Графы 5,6 - Q_p и Q_{max} по формулам, которые приводятся в таблице.

Поправочные коэффициенты K_n – по таблице (Кантор И.И.)

Подбор и необходимые проверки выполняются в ведомости искусственных сооружений.

Ведомость искусственных сооружений таблица №3

Местоположение И.С. на трассе		Тип водостока	Ожидаемый расход, м ³ /сек		Высота насыпи на профиле м	Выбранный тип И.С.	Отверстие, м	Глубина подпертой воды	Потребная высота насыпи, м	Минимальная высота насыпи для трубы, м
КМ	ПК		Q_p	Q_{max}						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Графы 4,5 - Q_p , Q_{max} выписывают из таблицы 2

Графа 6 – высота насыпи в месте постановки И.С.определяется на схематическом профиле с точностью до 1м.

Графа 9 – глубина подпертой воды перед искусственным сооружением при Q_{max} по графикам водопропускной способности мостов и труб

Графа 10 – в соответствии с требованиями СНиП, из условия незатопляемости насыпи бровка земляного полотна должна быть выше уровня подпертой воды при пропуске Q_{max} не менее чем на 0,5 м. Необходимо определить минимально допустимую высоту насыпи из этого условия $h_d = h_n + 0,5(м)$

h_d – минимально- допустимая высота насыпи

h_n – глубина подпертой воды при максимальном расходе

Графа 11 – только для труб. Минимальная высота насыпи из конструктивных особенностей определяется по таблице (Кантор И.И.. стр.203) в зависимости от типа принятой трубы и ее отверстия

После подбора И.С.они, стандартными условными обозначениями со всеми необходимыми надписями наносятся на продольный профиль и план трассы

Порядок выполнения работы

1. На основании профиля и карты разместить малые ИССО в местах пересечения трассы с постоянными или периодическими водотоками. Во всех пониженных местах
2. Определить границы водосбора. Границы и основные характеристики водосборов определяются по картам в горизонталях. Проведение границ водосборов следует начинать от наивысших точек, через седловину и далее по водораздельным линиям до трассы.
3. Определить площадь бассейна
4. определить длины лога
5. Определить средний уклон по логу

Весь расчет сводится в таблицу 1

Таблица 1

№ бассейна	Кол-во квадратов в см×см	Площадь бассейна $F=n \times 0,06$	Длина лога, км, L	Отметки в м		Средний уклон по логу в ‰ $I = (H_B - H_L) / L$
				Водораздела H_B	Лога по трассе H_L	

6. Вычислить расход (Q в м³/сек) для намеченных с определенной вероятностью превышения. Гидравлические расчеты мостов и труб производятся по расчетному расходу Q_p с вероятностью превышения для дорог 1-2 категории – 1:100(1%), 3 категории – 1:50, а также по максимальному расходу Q_{max} с вероятностью превышения 1:300(0,33%) По Q_p определяется отверстия водопропускного И.С., а по Q_{max} выполняется проверка на сохранность (незатопляемость) пролетных строений и насыпей на подходах.

Расчет выполняется в таблице №2

Таблица 2

Ливневый район			Расходы в м ³ сек для грунтов		
Климатический район			Песчаных и супесчаных		Заданных
№ водосбора	Площадь водосбора	Уклон лога	При вероятности превышения		
			1‰	1‰ $K_L =$	0,33 $K_L =$

	F, км ² ,	B ‰	Q _{max}	Q _p = K _л Q _{ном}	Q _{max} = K _л Q _{ном}
1	2	3	4	5	6

Ливневый район определяется по карте-схеме (Кантор И.И. стр.188)

Климатический район по таблице (Кантор И.И., стр.187)

Графы 1,2,3 - выписываются из таблицы 1

Графа 4- по номограмме (Кантор И.И. стр. 187) с вероятностью превышения 1‰ Графы 5,6 - Q_p и Q_{max} по формулам, которые приводятся в таблице.

Поправочные коэффициенты K_л – по таблице (Кантор И.И.)

Подбор и необходимые проверки выполняются в ведомости искусственных сооружений.

Содержание отчета:

1. Заполненные ведомости искусственных сооружений

6. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Как размещаются водопропускные сооружения по трассе
2. Как определить площадь водосборного бассейна
3. как определить уклон лога?
4. Как определить расход воды, притекающей к искусственному сооружению

Практическая работа № 9

Определение основных геометрических характеристик бассейна водосбора искусственного сооружения.

Цель работы: научиться по плану местности и продольному профилю трассы определять местоположение малых водопропускных искусственных сооружений, исследовать принципы построения и алгоритмы работы

Оборудование и раздаточный материал: карта района проектирования со схематическим расположением вариантов линии, методические указания к работе, чертежные принадлежности, схематические продольные профили, данные из отчетов предыдущих работ

Краткие теоретические сведения

К малым водопропускным искусственным сооружениям (ИССО) относятся все без исключения трубы и мосты с отверстием до 20 м. Малые ИССО устраивают для того, чтобы поверхностную воду или воду небольших постоянных водотоков (ручьи), пропустить через земляное полотно с верховой стороны в низовую.

Малые ИССО размещаются в местах пересечения трассы с постоянными или периодическими водотоками. Периодические (временные) водотоки несут поверхностную воду, т.е. воду, выпавшую в виде атмосферных осадков. Месторасположение искусственного сооружения наиболее удобно определять с помощью одновременного анализа плана и продольного профиля трассы. Выбор искусственных сооружений зависит от количества воды, притекающей к искусственному сооружению. Оно зависит от многих факторов, главные из которых: климатические условия района проектирования, геометрические характеристики водосбора (бассейна) искусственного сооружения.

Определение границ водосбора. Водосбором или бассейном ИССО называется территория, которой вода стекает к данному ИССО. Водосбор располагается с верховой стороны трассы и его территория ограничивается по периметру линиями водоразделов и земляным полотном дороги. Границы и основные характеристики водосборов определяются по картам в горизонталях. Проведение границ водосборов следует начинать от наивысших точек, через седловину и далее по водораздельным линиям до трассы.

Искусственные сооружения (И.С.) следует намечать во всех пониженных местах профиля. Для них необходимо произвести расчет стока поверхностных вод и подобрать типы. Выбор типа (И.С.) зависит от величины стока поверхностных вод, которая пропорциональна площади водосбора данного сооружения. Водосбор расположен с верховой стороны от трассы и ограничен по периметру линиями водоразделов и земляным полотном дороги. Границы и площади водосборов определяются по картам в горизонталях.

Пример 1. Площадь бассейна F км². На карте по водоразделам пунктирной линией наносятся границы бассейнов водосбора и нумеруются по ходу пикетажа. Затем площадь бассейна определяется так: снимается на кальку, затем накладывается на миллиметровку и подсчитывается количество целых квадратов (см×см), площадь неполных квадратов оценивается на глаз. Зная цену деления 1см² при масштабе 1:25000 $1\text{см}^2 = 0,25\text{км}^2 = 0,06\text{км}^2$. легко определить общую площадь F
Длина бассейна по главному логу L в км измеряется по карте.

Уклон главного лога I_L ‰ - как средний уклон лога по карте.

Ливневый район определяется по карте- схеме(Кантор И.И.стр.188)

Климатический район по таблице (Кантор И.И., стр.187)

Графы 1,2,3 - выписываются из таблицы 1

Графа 4- по номограмме (Кантор И.И. стр. 187) с вероятностью превышения 1‰ Графы 5,6 - Q_p и Q_{\max} по формулам, которые приводятся в таблице.

Поправочные коэффициенты K_d – по таблице (Кантор И.И.)

Подбор и необходимые проверки выполняются в ведомости искусственных сооружений.

Ведомость искусственных сооружений

Местоположение И.С. на трассе		Тип водостока	Ожидаемый расход, м ³ /сек		Высота насыпи на профиле м	Выбранный тип И.С.	Отверстие, м	Глубина подпертой воды	Потребная высота насыпи, м	Минимальная высота насыпи для трубы, м
			Q _p	Q _{max}						
КМ	ПК		4	5	6	7	8	9	10	11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Графы 4,5 - Q_p, Q_{max} выписывают из таблицы 2

Графа 6 – высота насыпи в месте постановки И.С.определяется на схематическом профиле с точностью до 1м.

Графа 9 – глубина подпертой воды перед искусственным сооружением при Q_{max} по графикам водопропускной способности мостов и труб

Графа 10 – в соответствии с требованиями СНиП, из условия незатопляемости насыпи бровка земляного полотна должна быть выше уровня подпертой воды при пропуске Q_{max} не менее чем на 0,5 м. Необходимо определить минимально допустимую высоту насыпи из этого условия $h_d = h_{п} + 0,5(м)$

h_d – минимально- допустимая высота насыпи

h_п – глубина подпертой воды при максимальном расходе

Графа 11 – только для труб. Минимальная высота насыпи из конструктивных особенностей определяется по таблице (Кантор И.И.. стр.203) в зависимости от типа принятой трубы и ее отверстия

После подбора И.С.они, стандартными условными обозначениями со всеми необходимыми надписями наносятся на продольный профиль и план трассы

Порядок выполнения работы

1. На основании профиля и карты разместить малые ИССО в местах пересечения трассы с постоянными или периодическими водотоками. Во всех пониженных местах

2. Определить границы водосбора. Границы и основные характеристики водосборов определяются по картам в горизонталях. Проведение границ водосборов следует начинать от наивысших точек, через седловину и далее по водораздельным линиям до трассы.

3. Определить площадь бассейна

4.определить длины лога

5.Определить средний уклон по логу

Весь расчет сводится в таблицу 1

Таблица 1

№ бассейна	Кол-во квадратов в см×см	Площадь бассейна $F=n \times 0,06$	Длина лога, км, L	Отметки в м		Средний уклон по логу в % $I = \frac{H_B - H_L}{L}$
				Водораздела H_B	Лога по трассе H_L	

6. Вычислить расход (Q в м³/сек) для намеченных с определенной вероятностью превышения. Гидравлические расчеты мостов и труб производятся по расчетному расходу Q_p с вероятностью превышения для дорог 1-2 категории – 1:100(1%), 3 категории – 1:50, а также по максимальному расходу Q_{max} с вероятностью превышения 1:300(0,33%). По Q_p определяется отверстия водопропускного И.С., а по Q_{max} выполняется проверка на сохранность (незатопляемость) пролетных строений и насыпей на подходах.

Расчет выполняется в таблице №2

Таблица 2

Ливневый район			Расходы в м ³ сек для грунтов		
Климатический район			Песчаных и супесчаных	Заданных	
№ водосбора	Площадь водосбора $F, \text{км}^2$,	Уклон лога в %	При вероятности превышения		
			1‰	1‰ $K_L =$	0,33 $K_L =$
			Q_{max}	$Q_p = K_L Q_{ном}$	$Q_{max} = K_L Q_{ном}$
1	2	3	4	5	6

Ливневый район определяется по карте-схеме (Кантор И.И. стр.188)

Климатический район по таблице (Кантор И.И., стр.187)

Графы 1,2,3 - выписываются из таблицы 1

Графа 4- по номограмме (Кантор И.И. стр. 187) с вероятностью превышения 1‰ Графы 5,6 - Q_p и Q_{max} по формулам, которые приводятся в таблице.

Поправочные коэффициенты K_L – по таблице (Кантор И.И.)

Подбор и необходимые проверки выполняются в ведомости искусственных сооружений.

Содержание отчета:

1. Заполненные ведомости искусственных сооружений

6. Выводы

Контрольные вопросы:

1. Как размещаются водопропускные сооружения по трассе
2. Как определить площадь водосборного бассейна
3. как определить уклон лога?
4. Как определить расход воды, притекающей к искусственному сооружению

Практическая работа № 10

Выбор типов и определение размеров малых водопропускных искусственных сооружений.

Цель работы: исследовать принципы построения и алгоритмы работы

Оборудование и раздаточный материал:

1. Лабораторный стенд (макет, модель или программный симулятор) исследования работы схемы увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами.
2. Схема увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами

Краткие теоретические сведения

Порядок выполнения работы

1. Перечислить элементы цепей схемы увязки двухпутной автоблокировки.
2. Проанализировать работу схемы увязки двухпутной трехзначной автоблокировки постоянного тока со станционными устройствами в различных поездных ситуациях.

Содержание отчета:

1. Основные элементы схем увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами

6. Выводы

Контрольные вопросы:

11. Какие элементы входят в схемы увязки перегонных и станционных устройств?

Практическая работа № 11

Проверка достаточности высоты насыпи у водопропускного искусственного сооружения.

Цель работы: исследовать принципы построения и алгоритмы работы

Оборудование и раздаточный материал:

3. Лабораторный стенд (макет, модель или программный симулятор) исследования работы схемы увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами.
4. Схема увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами

Краткие теоретические сведения

Порядок выполнения работы

1. Перечислить элементы цепей схемы увязки двухпутной автоблокировки.
2. Проанализировать работу схемы увязки двухпутной трехзначной автоблокировки постоянного тока со станционными устройствами в различных поездных ситуациях.

Содержание отчета:

2. Основные элементы схем увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами
6. Выводы

Контрольные вопросы:

12. Какие элементы входят в схемы увязки перегонных и станционных устройств?

Практическая работа № 12

Определение строительной стоимости проектируемого участка новой железной дороги

Цель работы: исследовать принципы построения и алгоритмы работы

Оборудование и раздаточный материал:

5. Лабораторный стенд (макет, модель или программный симулятор) исследования работы схемы увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами.
6. Схема увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами

Краткие теоретические сведения

Порядок выполнения работы

1. Перечислить элементы цепей схемы увязки двухпутной автоблокировки.

2. Проанализировать работу схемы увязки двухпутной трехзначной автоблокировки постоянного тока со станционными устройствами в различных поездных ситуациях.

Содержание отчета:

3. Основные элементы схем увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами

6. Выводы

Контрольные вопросы:

13. Какие элементы входят в схемы увязки перегонных и станционных устройств?

Практическая работа № 13

Определение эксплуатационных расходов проектируемого участка новой железной дороги.

Цель работы: исследовать принципы построения и алгоритмы работы

Оборудование и раздаточный материал:

7. Лабораторный стенд (макет, модель или программный симулятор) исследования работы схемы увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами.
8. Схема увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами

Краткие теоретические сведения

Порядок выполнения работы

1. Перечислить элементы цепей схемы увязки двухпутной автоблокировки.
2. Проанализировать работу схемы увязки двухпутной трехзначной автоблокировки постоянного тока со станционными устройствами в различных поездных ситуациях.

Содержание отчета:

4. Основные элементы схем увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами

6. Выводы

Контрольные вопросы:

14. Какие элементы входят в схемы увязки перегонных и станционных устройств?

Практическая работа № 14

Сравнение вариантов и выбор оптимального варианта трассы.

Цель работы: исследовать принципы построения и алгоритмы работы

Оборудование и раздаточный материал:

9. Лабораторный стенд (макет, модель или программный симулятор) исследования работы схемы увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами.
10. Схема увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами

Краткие теоретические сведения

Порядок выполнения работы

1. Перечислить элементы цепей схемы увязки двухпутной автоблокировки.
2. Проанализировать работу схемы увязки двухпутной трехзначной автоблокировки постоянного тока со станционными устройствами в различных поездных ситуациях.

Содержание отчета:

5. Основные элементы схем увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами

6. Выводы

Контрольные вопросы:

15. Какие элементы входят в схемы увязки перегонных и станционных устройств?

Практическая работа № 15

Построение подробного профиля по выбранному варианту.

Цель работы: исследовать принципы построения и алгоритмы работы

Оборудование и раздаточный материал:

11. Лабораторный стенд (макет, модель или программный симулятор) исследования работы схемы увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами.
12. Схема увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами

Краткие теоретические сведения

Порядок выполнения работы

1. Перечислить элементы цепей схемы увязки двухпутной автоблокировки.
2. Проанализировать работу схемы увязки двухпутной трехзначной автоблокировки постоянного тока со станционными устройствами в различных поездных ситуациях.

Содержание отчета:

6. Основные элементы схем увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами

6. Выводы

Контрольные вопросы:

16. Какие элементы входят в схемы увязки перегонных и станционных устройств?

Практическая работа № 16

Построение подробного профиля по выбранному варианту.

Цель работы: исследовать принципы построения и алгоритмы работы

Оборудование и раздаточный материал:

13. Лабораторный стенд (макет, модель или программный симулятор) исследования работы схемы увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами.
14. Схема увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами

Краткие теоретические сведения

Порядок выполнения работы

1. Перечислить элементы цепей схемы увязки двухпутной автоблокировки.
2. Проанализировать работу схемы увязки двухпутной трехзначной автоблокировки постоянного тока со станционными устройствами в различных поездных ситуациях.

Содержание отчета:

7. Основные элементы схем увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами

6. Выводы

Контрольные вопросы:

17. Какие элементы входят в схемы увязки перегонных и станционных устройств?

Практическая работа № 17

Проектирование реконструкции продольного профиля существующей железной дороги методом утрированного профиля.

Цель работы: исследовать принципы построения и алгоритмы работы

Оборудование и раздаточный материал:

15. Лабораторный стенд (макет, модель или программный симулятор) исследования работы схемы увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами.
16. Схема увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами

Краткие теоретические сведения

Порядок выполнения работы

1. Перечислить элементы цепей схемы увязки двухпутной автоблокировки.
2. Проанализировать работу схемы увязки двухпутной трехзначной автоблокировки постоянного тока со станционными устройствами в различных поездных ситуациях.

Содержание отчета:

8. Основные элементы схем увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами

6. Выводы

Контрольные вопросы:

18. Какие элементы входят в схемы увязки перегонных и станционных устройств?

Практическая работа № 18

Проектирование реконструкции продольного профиля существующей железной дороги методом утрированного профиля.

Цель работы: исследовать принципы построения и алгоритмы работы

Оборудование и раздаточный материал:

17. Лабораторный стенд (макет, модель или программный симулятор) исследования работы схемы увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами.
18. Схема увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами

Краткие теоретические сведения

Порядок выполнения работы

1. Перечислить элементы цепей схемы увязки двухпутной автоблокировки.

2. Проанализировать работу схемы увязки двухпутной трехзначной автоблокировки постоянного тока со стационарными устройствами в различных поездных ситуациях.

Содержание отчета:

9. Основные элементы схем увязки двухпутной автоблокировки со стационарными устройствами

6. Выводы

Контрольные вопросы:

19. Какие элементы входят в схемы увязки перегонных и станционных устройств?

Практическая работа № 19

Построение поперечного профиля земляного полотна при проектировании второго пути.

Цель работы: исследовать принципы построения и алгоритмы работы

Оборудование и раздаточный материал:

19. Лабораторный стенд (макет, модель или программный симулятор) исследования работы схемы увязки двухпутной автоблокировки со стационарными устройствами.
20. Схема увязки двухпутной автоблокировки со стационарными устройствами

Краткие теоретические сведения

Порядок выполнения работы

1. Перечислить элементы цепей схемы увязки двухпутной автоблокировки.

2. Проанализировать работу схемы увязки двухпутной трехзначной автоблокировки постоянного тока со станционными устройствами в различных поездных ситуациях.

Содержание отчета:

10. Основные элементы схем увязки двухпутной автоблокировки со станционными устройствами

6. Выводы

Контрольные вопросы:

20. Какие элементы входят в схемы увязки перегонных и станционных устройств?