

ОГБОУ СПО Ульяновский техникум железнодорожного транспорта

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

ПО МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОМУ КУРСУ

МДК 01.01 Технология геодезических работ

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

*основной профессиональной образовательной программы
по специальности*

08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство

ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ОЧНОЙ И ЗАОЧНОЙ ФОРМ ОБУЧЕНИЯ

Ульяновск, 2020 год

Составитель: Зарецкова Н.А., преподаватель ОГБОУ СПО Ульяновского техникума железнодорожного транспорта

Учебно-методический комплекс по дисциплине МДК 01.01 Технология геодезических работ составлен в соответствии с требованиями к минимуму результатов освоения дисциплины, изложенными в Федеральном государственном стандарте среднего профессионального образования по специальности 08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство, утвержденном приказом Министерства образования и науки РФ от 13 августа 2014 г. №1002.

Учебно-методический комплекс по дисциплине (далее УМКД) МДК 01.01 Технология геодезических работ и эксплуатации железных дорог входит в профессиональный учебный цикл и является частью основной профессиональной образовательной программы ОГБОУ СПО Ульяновского техникума железнодорожного транспорта по специальности 08.02.10 Строительство железных дорог путь и путевое хозяйство, разработанной в соответствии с примерной программой и/или ФГОС СПО третьего поколения). Учебно-методический комплекс по дисциплине МДК 01.01 Технология геодезических работ адресован обучающимся очной и заочной форм обучения .

УМКД включает теоретический блок, перечень практических занятий и лабораторных работ, задания по самостоятельному изучению тем дисциплины, вопросы для самоконтроля, перечень точек рубежного контроля, а также вопросы и задания по промежуточной аттестации (при наличии).

СОДЕРЖАНИЕ

Наименование разделов	стр.
1. Введение.....	4
2. Образовательный маршрут.....	7
3. Содержание дисциплины	
3.1. Тема 1.1. Способы и производство геодезических разбивочных работ	8
3.2. Тема 1.2. Геодезические работы при изысканиях, строительстве и эксплуатации железных дорог	22
4. Контроль и оценка результатов освоения учебной дисциплины	32
5. Глоссарий	36
6. Информационное обеспечение дисциплины	37

УВАЖАЕМЫЙ СТУДЕНТ!

Учебно-методический комплекс по дисциплине МДК 01.01 Технология геодезических работ создан Вам в помощь для работы на занятиях, при выполнении домашнего задания, самостоятельной работы и подготовки к различным видам контроля по дисциплине, а также при самостоятельном изучении дисциплины.

УМК по дисциплине включает теоретический блок, перечень практических занятий и лабораторных работ, задания для самостоятельного изучения тем дисциплины, вопросы для самоконтроля, перечень точек рубежного контроля, а также вопросы и задания по промежуточной аттестации (дифференцированного зачета).

Приступая к изучению новой учебной дисциплины, Вы должны внимательно изучить список рекомендованной основной и вспомогательной литературы. Из всего массива рекомендованной литературы следует опираться на литературу, указанную как основную.

По каждой теме в УМК перечислены основные понятия и термины, вопросы, необходимые для изучения (план изучения темы), а также краткая информация по каждому вопросу из подлежащих изучению. Наличие тезисной информации по теме позволит Вам вспомнить ключевые моменты, рассмотренные преподавателем на занятии.

Основные понятия, используемые при изучении содержания дисциплины, приведены в глоссарии.

После изучения теоретического блока приведен перечень практических работ, выполнение которых обязательно. Наличие положительной оценки по практическим и/или лабораторным работам необходимо для получения зачета по дисциплине и допуска к дифференцированному зачету, поэтому в случае отсутствия на уроке по уважительной или неуважительной причине Вам потребуется найти время и выполнить пропущенную работу.

В процессе изучения дисциплины предусмотрена самостоятельная внеаудиторная работа, включающая практические работы, рефераты, конспекты.

Содержание рубежного контроля (точек рубежного контроля) разработано на основе вопросов самоконтроля, приведенных по каждой теме.

По итогам изучения дисциплины проводится дифференцированный зачет. Дифференцированный зачет сдается по билетам либо в тестовом варианте, вопросы к которому приведены в конце УМКД.

С целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями студент в ходе освоения профессионального модуля должен:

иметь практический опыт:

- разбивки трассы, закрепления точек на местности;
- обработки 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;

В результате освоения МДК у Вас должны формироваться общие компетенции (ОК):

Название ОК	Результат, который Вы должны получить после изучения содержания дисциплины/МДК
ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.	Демонстрировать интерес к будущей профессии
ОК 2 - Организовывать собственную деятельность, выбирать методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.	текущий контроль в форме защиты лабораторных и практических занятий; тестирование по разделам и темам
ОК 3 - Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.	разработка мероприятий по предупреждению причин нарушения безопасности движения
ОК 4 - Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.	использование информационно-коммуникационных технологий для решения профессиональных задач
ОК 5 - Использовать информационно-коммуникативные технологии для совершенствования профессиональной деятельности	Использование информационно-коммуникационных технологий для решения профессиональных задач
ОК 6 - Работать в коллективе и команде, эффективно общаться с коллегами, руководителями, потребителями.	взаимодействие со студентами и преподавателями в ходе обучения
ОК 7 - Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), результат выполнения заданий.	умение принимать совместные обоснованные решения, работать в команде
ОК 8 - Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразова-	организация самостоятельных занятий при изучении учебной дисциплины; планирование обучающимся повышения

нием, осознанно планировать повышение квалификации.	квалификационного уровня в области железнодорожного транспорта
ОК 9 - Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности	применение инновационных технологий в области организации перевозочного процесса

Содержание дисциплины поможет Вам подготовиться к последующему освоению профессиональных компетенций в рамках профессиональных модулей ПМ.2, СТРОИТЕЛЬСТВО ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ, РЕМОНТ И ТЕКУЩЕЕ СОДЕРЖАНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ, ПМ 03. УСТРОЙСТВО, НАДЗОР И ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ И ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

В таблице приведены профессиональные компетенции, к освоению которых готовит содержание дисциплины.

Код	Наименование результата обучения
ПК 1.1.	ПК 1.1. Выполнять различные виды геодезических съемок.
ПК 1.2.	ПК 1.2. Обрабатывать материалы геодезических съемок.
ПК 1.3.	ПК 1.3. Производить разбивку на местности элементов железнодорожного пути и искусственных сооружений для строительства железных дорог.
ОК 1.	Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес
ОК 2.	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.
ОК 3.	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.
ОК 4.	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.
ОК 5.	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.
ОК 6.	Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.
ОК 7.	Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.
ОК 8.	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.
ОК 9.	Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

Внимание! Если в ходе изучения дисциплины у Вас возникают трудности, то Вы всегда можете к преподавателю прийти на дополнительные занятия, которые проводятся согласно графику. Время проведения дополнительных занятий Вы сможете узнать у преподавателя, а также познакомившись с графиком их проведения, размещенном на двери кабинета преподавателя.

В случае, если Вы пропустили занятия, Вы также всегда можете прийти на консультацию к преподавателю в часы дополнительных занятий.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ МАРШРУТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Таблица 1

Формы отчетности, обязательные для сдачи	Количество
лабораторные занятия	12
практические занятия	Не предусмотрено
Точки рубежного контроля	
Самостоятельная (внеаудиторная) по теме 1.1.	20-21 неделя
ЛЗ № 1	22 неделя
ЛЗ № 2	23 неделя
Самостоятельная (внеаудиторная) по теме 1.2.	24-27 неделя
ЛЗ № 3	28 неделя
ЛЗ № 4	29 неделя
ЛЗ № 5	30 неделя
ЛЗ № 6	31 неделя
ЛЗ № 7	32 неделя
ЛЗ № 8	33 неделя
ЛЗ № 9	34 неделя
ЛЗ № 10	35 неделя
ЛЗ № 11	36 неделя
ЛЗ № 12	37 неделя
Итоговая аттестация (при наличии)	дифференцированный зачет

Желаем Вам удачи!

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Выполнение основных геодезических работ

Тема 1.1. Способы и производство геодезических разбивочных работ

Основные понятия и термины по теме: инженерно-геодезические опорные сети; проектный угол; проектное расстояние; вынос в натуру; проектные отметки; заданный уклон; разбивочные работы; проектный уклон; технология разбивочных работ

План изучения темы:

1. Инженерно-геодезические опорные сети

2. Виды геодезических разбивочных работ:

- построение проектного угла;
- построение проектного расстояния;
- вынос в натуру проектных отметок;
- вынос в натуру отрезка линии заданного уклона;
- разбивка плоскости заданного уклона.

Нормы и принципы расчета точности разбивочных работ. Вынос в натуру проектных углов и длины линий. Вынос в натуру проектных отметок, линий и плоскостей проектного уклона

3. Способы разбивочных работ:

- способ полярных координат;
- способ угловых засечек;
- способ линейных засечек;
- способ створной и створно-линейной засечек;
- способ прямоугольных координат;
- способ бокового нивелирования

4. Общая технология разбивочных работ:

- геодезическая подготовка проекта;
- вынос в натуру главных и основных осей зданий и линейных сооружений;
- закрепление осей сооружения

Краткое изложение теоретических вопросов:

1. Инженерно-геодезические опорные сети.

Опорная геодезическая сеть – система, определённым образом выбранных, определенных и закрепленных на местности точек, служащих геодезическими пунктами при геодезических измерениях.

Геодезическая сеть – это группа закрепленных на местности точек, для которых определены координаты, высоты.

Для обеспечения практически всех видов инженерно-геодезических работ создаются опорные сети, пункты которых хранят на территории работ плановые и высотные координаты. Эти сети служат основой:

- для производства топографических съемок при изысканиях;
- для выполнения различных работ на территории городов;
- при составлении исполнительной документации;
- для выполнения разбивочных работ при строительстве здания и сооружений;
- для наблюдений за осадками и деформациями оснований сооружений и самих сооружений.

Такое широкое использование опорных геодезических сетей определяет различные схемы и методы их построения.

Инженерно-геодезические плановые и высотные опорные сети представляют собой систему геометрических фигур, вершины которых закреплены на местности специальными знаками. Плановые и высотные опорные сети создают в соответствии с заранее разработанным проектом производства геодезических работ (ППГР).

2. Виды геодезических разбивочных работ:

- построение проектного угла;
- построение проектного расстояния;
- вынос в натуру проектных отметок;
- вынос в натуру отрезка линии заданного уклона;
- разбивка плоскости заданного уклона.

Нормы и принципы расчета точности разбивочных работ. Вынос в натуру проектных углов и длины линий. Вынос в натуру проектных отметок, линий и плоскостей проектного уклона

Разбивочные работы делятся на несколько основных **видов**:

- разбивка** осей здания, фундамента;
- передача основных осей и отметок на монтажный горизонт;
- детальная **разбивка** конструктивных элементов на монтажных горизонтах;
- разбивка** трасс, линейных сооружений;
- вынос в натуру границ земельного участка (относится к межеванию земельного участка);
- разбивка** контуров (котлованы, пешеходные дорожки, бассейны и т.п.).
- В горизонтальной плоскости **проектный (расчетный) угол P** можно построить двумя способами.

Способ первый. Теодолит устанавливают в точке В исходного направления (АВ), визируют на точку А и берут отсчет a по горизонтальному кругу. Вычисляют отсчет $c = a + p$. Устанавливают отсчет c на горизонтальном круге и по сетке нитей трубы фиксируют точку С1. Аналогично строят угол p при другом положении вертикального круга и фиксируют точку С2. Отрезок С1С2 делят пополам и фиксируют точку С, полученный $\sphericalangle ABC$ принимают за проектный (рис. 15). Предельная погрешность $\sphericalangle ABC$ при таком построении близка к удвоенной

точности отсчетного приспособления теодолита, т. е. $\Delta\beta \approx \pm 2t$. Для контроля $\angle ABC$ измеряют и сличают с проектным.

Способ второй (точный). В точке В при одном положении вертикального круга откладывают проектный угол и фиксируют точку СЗ. Предварительно отложенный угол $\angle ABCЗ$ измеряют с погрешностью, вдвое меньшей расчетной погрешности построения проектного угла

– построение проектного расстояния;

Задачу выполняют в следующем порядке:

Р От исходной точки О по направлению к точке В откладывают проектное расстояние (горизонтальное) и закрепляют колышками конечную и начальную точки отрезка;

Р Измеряют длину отрезка несколько раз (не менее трех) и вычисляют среднее значение $D_{\text{ср}}$;

Р Измеряют угол наклона с точки О на точку В или определяют превышение между этими точками;

Р Вычисляют среднюю длину и поправки: за наклон, компарирование, температуру. Поправку за компарирование $\Delta D_{\text{к}}$ берут из технического паспорта мерного прибора.

Поправка за наклон вычисляется по формулам:

$$\Delta L_1 = -L \sin^2 \frac{V}{2};$$

$$\Delta L_2 = -\frac{h^2}{2L};$$

где h –превышение конечных точек измеряемой стороны, V – угол наклона, L – измеренная длина.

Поправку за температуру мерного прибора вычисляют по формуле:

$$\Delta L_3 = \alpha \cdot L \cdot (t - t_0),$$

где α – коэффициент линейного расширения материала, из которого изготовлен мерный прибор (для стали $\alpha = 0,000012$); L – длина линий; t – температура воздуха во время производства измерений; t_0 – температура воздуха при компарировании мерного прибора.

Р Подсчитывают суммарную поправку по следующим формулам:

$$\Delta L = (L - L_{\text{пр}}) - \Delta L_1 - \Delta L_2 - \Delta L_3;$$

$$\Delta L = (L - L_{\text{пр}}) - \Delta L_1 - \Delta L_2 - \Delta L_3;$$

Задачу выполняют в следующем порядке:

Р От исходной точки О по направлению к точке В откладывают проектное расстояние (горизонтальное) и закрепляют колышками конечную и начальную точки отрезка;

Р Измеряют длину отрезка несколько раз (не менее трех) и вычисляют среднее значение $D_{\text{ср}}$;

Р Измеряют угол наклона с точки О на точку В или определяют превышение между этими точками;

Р Вычисляют среднюю длину и поправки: за наклон, компарирование, температуру. Поправку за компарирование ΔD_k . Берут из технического паспорта мерного прибора.

Поправка за наклон вычисляется по формулам:

$$\Delta I_v = -2I \cdot \sin^2 \frac{v}{2};$$

$$\Delta I_s = -\frac{h^2}{2I};$$

где h –превышение конечных точек измеряемой стороны, v - угол наклона, D – измеренная длина.

Поправку за температуру мерного прибора вычисляют по формуле:

$$\Delta I_t = \alpha \cdot I \cdot (t - t_0),$$

где α - коэффициент линейного расширения материала, из которого изготовлен мерный прибор (для стали $\alpha = 0,000012$); D – длина линий; t – температура воздуха во время производства измерений; t_0 –температура воздуха при компарировании мерного прибора.

Р Подсчитывают суммарную поправку по следующим формулам:

$$\Delta I = (I - I_{\text{ср}}) - \Delta I_v - \Delta I_s - \Delta I_t;$$

$$\Delta I = (I - I_{\text{ср}}) - \Delta I_s - \Delta I_t - \Delta I_t;$$

-вынос в натуру проектных отметок

Для **выноса в натуру точки с проектной отметкой** Нпр устанавливают нивелир примерно посередине между репером с известной **отметкой** НРп и выносимой точкой (рис. 1). На исходном репере и выносимой точке устанавливают рейки, взяв отсчет a по рейке на исходном репере, определяют горизонт прибора.

$$H_{\text{ГП}} = H_{\text{РП}} + a$$

Для контроля желательно аналогичным образом проверить значение $H_{\text{ГП}}$ по другому исходному реперу.

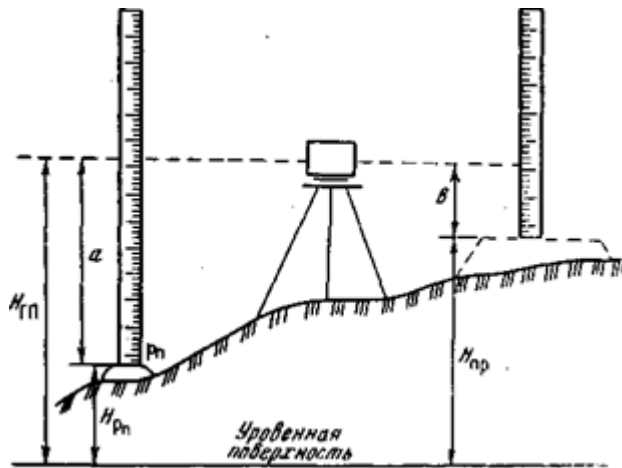


Рис. 1. Схема выноса в натуру проектной отметки

Чтобы установить точку на проектную отметку $H_{ГП}$, необходимо знать величину отсчета впо рейке на определяемой точке. Можно записать, что

$$b = H_{ГП} - H_{PП} = H_{PП} + a - H_{ПР}$$

Для выноса в натуру точки с проектной отметкой $H_{ПР}$ устанавливают нивелир примерно посередине между репером с известной отметкой $H_{Pн}$ и выносимой точкой (рис. 1). На исходном репере и выносимой точке устанавливают рейки, взяв отсчет a по рейке на исходном репере, определяют горизонт прибора

$$H_{ГП} = H_{PП} + a$$

Для контроля желательно аналогичным образом проверить значение $H_{ГП}$ по другому исходному реперу.

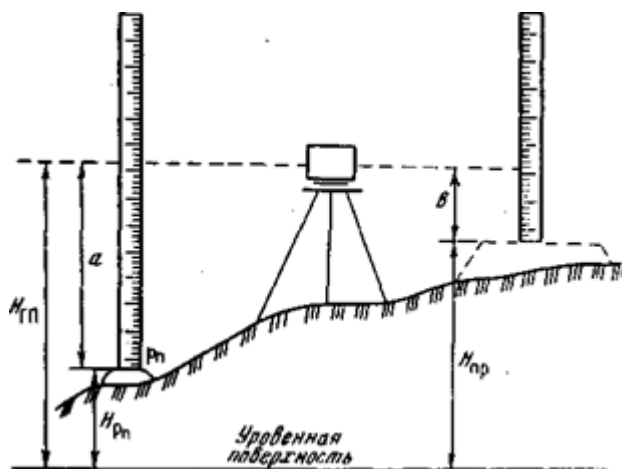


Рис. 1. Схема выноса в натуру проектной отметки

Чтобы установить точку на проектную отметку $H_{ГП}$, необходимо знать величину отсчета в по рейке на определяемой точке. Можно записать, что

$$v = H_{ГП} - H_{РП} = H_{РП} + a - H_{ПР}$$

– вынос в натуру отрезка линии заданного уклона

Для выноса в натуру точки с проектной отметкой $H_{пр}$ устанавливают нивелир примерно посередине между репером с известной отметкой $H_{Рп}$ и выносимой точкой (рис. 1). На исходном репере и выносимой точке устанавливают рейки, взяв отсчет a по рейке на исходном репере, определяют горизонт прибора

$$H_{ГП} = H_{РП} + a$$

Для контроля желательно аналогичным образом проверить значение $H_{ГП}$ по другому исходному реперу.

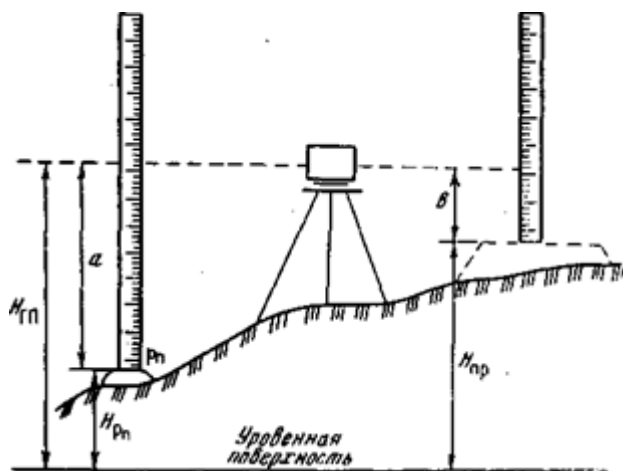


Рис. 1. Схема выноса в натуру проектной отметки

Чтобы установить точку на проектную отметку $H_{ГП}$, необходимо знать величину отсчета в по рейке на определяемой точке. Можно записать, что

$$v = H_{ГП} - H_{РП} = H_{РП} + a - H_{ПР}$$

Вычислив отсчет v , рейку в точке на проектной поверхности поднимают или опускают до тех пор, пока отсчет по среднему штриху зрительной трубы нивелира не будет равен вычисленному. В этот момент пятка рейки будет соответствовать проектной высоте. Ее фиксируют в натуре, забивая колышек, ввинчивая болт или проводя черту на строительной конструкции.

Для контроля, нивелируя обычным способом, определяют фактическую отметку вынесенной точки и сравнивают ее с проектной. В случае недопустимых расхождений работу выполняют заново.

– разбивка плоскости заданного уклона.

По такому же принципу переносят на местности и линию с проектным уклоном с помощью нивелира или теодолита. Для этого нивелир устанавливают над точкой A таким образом, чтобы один из подъемных винтов совпадал с направлением линии AB . Измеряют высоту прибора I над точкой A . Наводят прибор на точку B и наклоняют зрительную трубу прибора подъемным винтом до тех пор, пока отсчет по рейке, установленной в точке B , не окажется $b=i$. Затем рейку последовательно ставят на промежуточные точки 1 и 2 и забивают колья до тех пор, пока отсчет по рейке, поставленной на эти колья не будет равен высоте прибора i .

При больших уклонах вместо нивелира используют теодолит. Для выноса линии с проектным уклоном можно также использовать теодолит с лазерной насадкой, лазерный нивелир или лазерный визир.

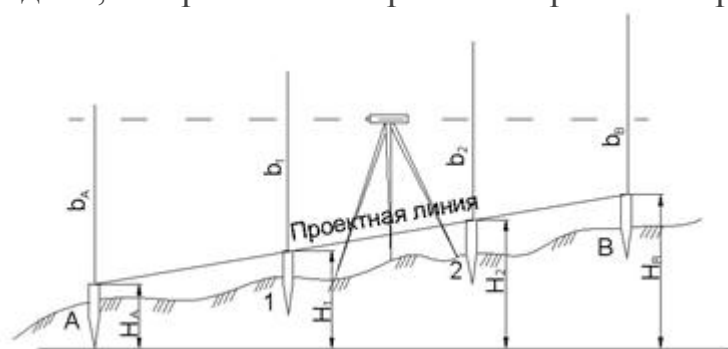


Рис. Вынос в натуру линии заданного уклона горизонтальным лучом нивелира

Способ горизонтального луча используют обычно при выносе на местность небольшого числа точек. Для этого нивелир устанавливают примерно посередине отрезка AB , приводят в рабочее положение и берут отсчет по рейке в точке A равный b_A . Затем рейку устанавливают в точке 1 и забивают колышек в этой точке так, чтобы отсчет по рейке

$$i_1 = b_A - i d_1,$$

где i – уклон линии.

Для точки 2 этот отсчет

$$b_2 = b_A - i d_2 \quad (3.6.2.)$$

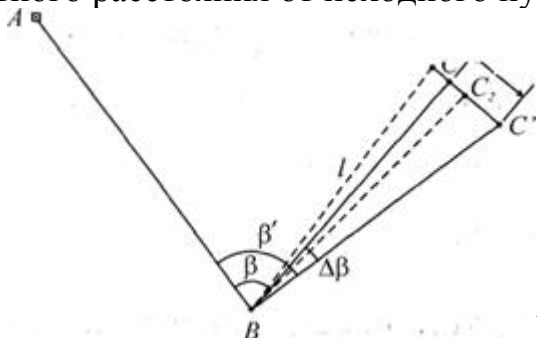
и т. д.

Нормы точности на разбивочные работы задаются в проекте или в нормативных документах: строительных **нормах и правилах** (СНиП), Государственном общесоюзном стандарте (ГОСТ), ведомственных инструкциях. Они могут быть указаны в явном виде, как это сделано в ГОСТ 21779-82 «Технологические допуски», или по видам измерений (угловые, линейные, высотные).

Вынос в натуру проектных углов и длины линий.

Разбивочные работы сводятся к фиксации на местности точек, определяющих проектную геометрию создаваемого объекта.

Плановое положение этих точек может быть определено с помощью построения на местности проектного угла от исходной стороны и отложения проектного расстояния от исходного пункта.



При построении проектного угла известны исходное направление BA и вершина проектируемого угла B (рис.).

Установив теодолит в точке B , наводят теодолит на точку A и берут отсчет по лимбу, прибавляя к нему величину проектного угла β . Открепив алидаду, вращением прибора, устанавливают вычисленный отсчет. Полученное направление на соответствующем проекту расстоянии фиксируют на местности в точке C_1 . Аналогичные действия выполняют при другом круге теодолита, отметив на местности вторую точку C_2 . Из положения двух полученных точек берут среднее, принимая угол ABC за проектный.

Если необходимо построить проектный угол с повышенной точностью, то построенный в натуре угол измеряют несколькими приемами и определяют его более точное значение β . Число приемов n измерения угла можно определить по приближенной формуле

$$n = \frac{(m'_\beta)^2}{m_\beta^2}$$

где m'_β - номинальная для данного теодолита СКО измеренного угла; m_β - требуемая СКО отложения угла.

Например, для того чтобы, отложить угол со средней квадратической ошибкой $2''$ теодолитом 2Т5, надо его измерить числом приемов, равным

$$n = \frac{(m'_\beta)^2}{m_\beta^2} = \frac{5^2}{2^2} = 6$$

Измерив построенный в натуре угол, вычисляют поправку которую необходимо ввести для уточнения построенного угла. Зная проектное расстояние $BC = l$, вычисляют линейную поправку $CC' = \Delta l$

$$\Delta l = l \frac{\Delta \beta}{\rho}$$

Отложив от точки C , перпендикулярно к линии BC величину вычисленной поправки закрепляют точку C' . Угол ABC' и будет равен проектному углу с заданной точностью.

Точность построения на местности проектного угла зависит от инструментальных ошибок, ошибок собственно измерения (визирования и отсчета по лимбу), а также ошибок из-за влияния внешних условий.

Необходимая точность отложения линейной поправки (редукции) может быть подсчитана по формуле

$$m_{\Delta} = l \frac{m_{\Delta\sigma}}{\rho}$$

Для построения проектной *длины линии* необходимо от исходной точки отложить в заданном направлении расстояние, горизонтальное проложение которого равно проектному значению. Надо помнить, что в проекте задается именно горизонтальное проложение. Поправки в линию за компарирование, температуру и наклон местности необходимо вводить непосредственно в процессе ее построения.

Вынос в натуру проектных отметок, линий и плоскостей проектного уклона

Для **выноса в натуру проектной линии** (отрезка) $l_{пр}$. Необходимо от исходной точки в заданном направлении отложить расстояние, горизонтальное проложение которого равно **проектной** величине. При этом поправки наклон **линии**, компарирование, температуру вводят непосредственно в процессе построения отрезка, что затрудняет работу, особенно при ее высокой при построении угла способом редукции, от исходной точки А откладывают приближенное расстояние и закрепляют точку В'.

3. Способы разбивочных работ:

- способ полярных координат;
- способ угловых засечек;
- способ линейных засечек;
- способ створной и створно-линейной засечек;
- способ прямоугольных координат;
- способ бокового нивелирования

Основные методы и способы разбивочных работ. Разбивка отдельных элементов сооружения ведется с хорошо закрепленных на местности точек и линий опорной сети или с точек главных **разбивочных осей** сооружения. В **разбивке** могут быть использованы **способы** прямоугольных координат (перпендикуляров), полярных координат, биполярных координат (угловых, линейных, комбинированных и створных засечек), створов и промеров.

Выбор способа выполнения разбивочных работ определяют исходя из условий местности, типа сооружения, его размеров, требуемой точности. Главнейшими из этих способов и наиболее часто применяемыми являются способы полярных и прямоугольных координат, угловой и линейной засечек, створных засечек.

Способ полярных координат. Является одним из основных способов выноса в натуру точек главных и основных осей сооружения. Этот способ широко применяется при разбивке зданий, сооружений и конструкций с пунктов полигонометрических или теодолитных ходов при малом расстоянии от этих пунктов до выносимых в натуру точек. При этом способе положение точки сооружения на местности получают построением двух разбивочных элементов: заданного проектного угла β от стороны AB разбивочной сети и расстояния d (рисунок 7.7). Значения полярного угла β и расстояния d получаем из решения обратной геодезической задачи по координатам пунктов геодезической разбивочной основы и проектной точки сооружения.

Для построения проектной точки C устанавливаем теодолит в точке A разбивочной сети. Затем наводим зрительную трубу теодолита на точку B и устанавливаем отсчет по лимбу $0^{\circ}00'$. Вращаем алидаду до тех пор, пока отсчет по лимбу не станет равным проектному углу β , и по полученному направлению, задаваемому визирной осью трубы теодолита, откладываем мерным прибором проектное расстояние d . Точность построения проектной точки будет зависеть от точности построения теодолитом угла β и точности отложения проектного расстояния d . Таким образом, средняя квадратическая погрешность разбивки этим способом

$$m_c = \sqrt{m_\beta^2 \cdot d^2 + m_d^2}$$

где m_β – погрешность построения проектного угла теодолитом;

m_d – погрешность построения линии мерным прибором;

ρ – переводной коэффициент из градусной меры в радианную.

Способ прямоугольных координат. Этот способ наиболее целесообразно использовать в том случае, когда на строительной площадке имеется строительная сетка. А если это городское строительство, – наличие закрепленных на местности красных линий застройки.

Разбивку проектной точки C выполняют по вычисленным значениям ее координат x и y от ближайшего пункта строительной сетки или красной линии (рисунок 7.8). Устанавливают теодолит в рабочее положение в точке A , визируют на точку B и в полученном створе откладывают проектное расстояние y . В полученной точке D устанавливают теодолит и строят прямой угол к направлению AB . По перпендикуляру откладывают проектное расстояние x и закрепляют полученную точку. Для контроля положение точки C можно получить, выполнив разбивку от другого пункта разбивочной основы.

На погрешность положения проектной точки будут влиять погрешности m_x и m_y откладывания расстояний x и y , а также погрешность построения прямого угла m_β . Следовательно, точность построения точки этим способом определяется величиной средней квадратической погрешности

$$m_c = \sqrt{m_x^2 + m_y^2 + m_\beta^2 \cdot \rho^2}$$

Способ прямой угловой засечки. Очень часто условия строительной площадки осложняют выполнение линейных измерений, и

если при этом определяемая точка находится на значительном удалении от пунктов разбивочной основы, то целесообразно положение точки получать с помощью построения двух углов засечки β_1 и β_2 (рисунок 7.9).

Определяется положение искомой точки C при помощи двух вычисленных горизонтальных углов β_1 и β_2 , получаемых при решении обратной геодезической задачи.

Проектное положение точки C находят, откладывая на исходных пунктах A и B углы β_1 и β_2 . Точка C будет располагаться на пересечении двух створов AC и BC .

Точность построения проектной точки C в способе прямой угловой засечки можно определить по формуле



$$m_C = m_\beta / (\rho \sin \gamma) \sqrt{d_1^2 + d_2^2},$$

где m_β – точность построения угла теодолитом;

γ – угол засечки;

d_1 и d_2 – расстояния от пунктов опорной сети до проектной точки.

Способ линейной засечки. Данный способ для выноса точек сооружения в натуру применяют в том случае, когда они расположены от пунктов строительной сетки или геодезической опорной сети на расстоянии, не превышающем длину мерного прибора. Искомая точка C на местности получается пересечением двух дуг, проведенных радиусами AC и BC (рисунок 7.10). Наиболее удобно выполнять разбивку при помощи двух рулеток. От точки A по рулетке откладывают расстояние d_1 , а от точки B по второй рулетке – расстояние d_2 . Перемещая обе рулетки при нулях совмещенными с центрами пунктов A и B на пересечении концов отрезков d_1 и d_2 , получаем положение определяемой точки.

На положение точки C окажут влияние погрешности откладывания расстояний d_1 и d_2 . Точность положения точки на местности способом линейных засечек определяют по формуле

$$m_C = \frac{1}{\sin \gamma} \sqrt{m_{d_1}^2 + m_{d_2}^2}.$$

Способ створной засечки. Способ створной засечки очень часто применяют для выноса в натуру разбивочных осей зданий и сооружений, монтажных осей конструкций, технологического оборудования. Положение проектной точки C в способе створной засечки определяются пересечением двух створов, задаваемых между исходными точками (рисунок 7.11). Наилучшая засечка получается, когда створы пересекаются под прямым углом.

Створы желательно строить двумя теодолитами. В створном способе важное значение имеет центрировка теодолитов, особенно в направлениях, перпендикулярных к заданному створу.

Основными погрешностями при построении створов являются погрешности положения исходных точек, погрешности центрирования теодолита и визирных целей,

Способ прямоугольных координат применяют при наличии на строительной площадке строительной сетки или ранее возведённых зданий и сооружений. При этом необходимо, чтобы оси разбиваемого здания или сооружения были параллельны сторонам строительной сетки. Суть способа заключается в том [10], что на местности положение проектной точки C может быть определено от исходной линии, например $1-2$ (рис. 6.4), с помощью двух отрезков $S_1 = x$ и $S_2 = y$, один из которых откладывают по направлению линии $1-2$, а другой S_2 – по перпендикуляру к ней. , $10 \cdot 5000 \text{ м} = 50000 \text{ м}$, $100 \text{ м} = 100000 \text{ мм}$. $20 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 10 \cdot 25 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \text{ м} = 200000 \text{ мм}$.

Способ бокового нивелирования широко применяют для выноса осей при детальной разбивке и для установки строительных конструкций в проектное положение.

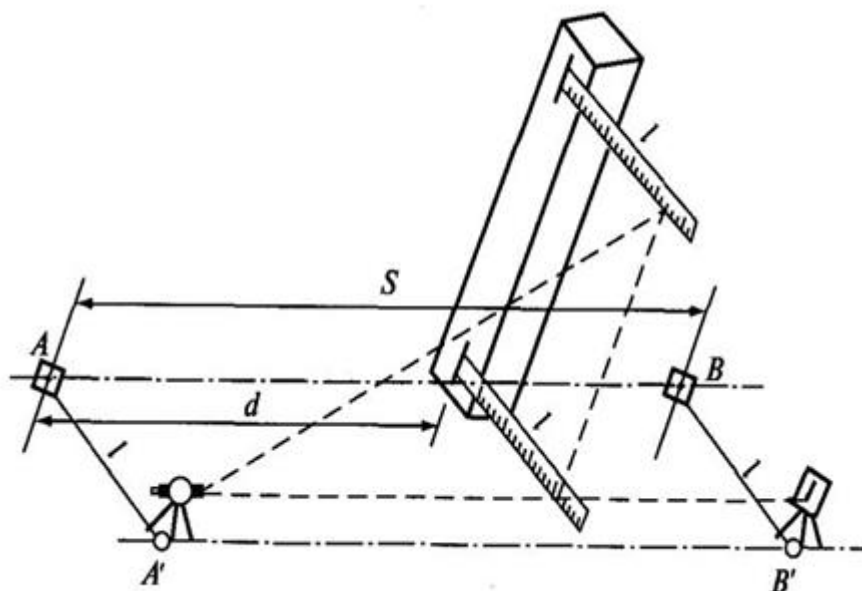


Схема разбивки способом бокового нивелирования

Сущность способа состоит в том, что по линии, параллельной основной оси AB (рис. 7), оптическим визированием, например теодолитом, задается створ $A'B'$. Точки A' и B' находят путем отложения некоторого расстояния l от точек A и B перпендикулярно линии AB . Расстояние l выбирают в пределах 1... 2 м, исходя из удобства производства разбивочных работ. Положение оси конструкции определяют при помощи горизонтально устанавливаемой нивелирной рейки. При отсчете по рейке l , равному расстоянию параллельного створа $A'B'$ от оси AB , пятка рейки определяет положение этой оси в данном месте.

4. Общая технология разбивочных работ:

– геодезическая подготовка проекта;

- вынос в натуру главных и основных осей зданий и линейных сооружений;
- закрепление осей сооружения

Технология разбивочных работ. Под **разбивкой** понимают геодезические построения на местности, связанные с определением, обозначением и закреплением положения **основных** осей и габаритов производственных зданий и сооружений в соответствии с проектом. Геометрической основой проекта для перенесения промышленных зданий в натуру являются **разбивочные** оси, относительно которых в рабочих чертежах даются размеры всех деталей зданий.

Геодезическая подготовка проекта. Строительство инженерных сооружений осуществляется по рабочим чертежам **проекта**, которые разрабатываются на основании всесторонних комплексных изысканий. Основными документами **проекта** для вынесения его в натуру являются следующие: - генеральный план сооружения в масштабе 1:500 - 1:2 000, в котором по топографической подоснове нанесены все проектируемые строения, указаны **проектные** координаты главных точек и отметки характерных плоскостей. Вынос в натуру осей производят от ближайших пунктов геодезической основы способом прямоугольных или полярных координат, угловых или линейных засечек.

Способ прямоугольных координат применяется при наличии на площадке строительной сетки или ранее возведенных зданий и сооружений. Исходными документами для перенесения в натуру осей зданий и сооружений являются:

- утвержденный к производству работ генеральный план строительного участка с привязкой осей проектируемого сооружения к красным линиям;
- разбивочный план осей;
- план первого этажа.

Вынос в натуру осей зданий осуществляется с целью посадки его на местность и производства строительно-монтажных работ. В первом случае решается задача определения положения здания относительно близлежащих контуров и сторон света, во втором — определяется взаимное положение строительных конструкций. Исходя из этого и принятой поэтапной технологии строительства, разбивка осей здания производится в два этапа: вначале выносят на местность основные оси, определяющие контур (габарит) здания, затем от них производят детальную разбивку. Когда здание имеет сложную конфигурацию, то выносят в натуру оси симметрии (главные оси) здания или отдельных его частей. В этом случае, последующую детальную разбивку осуществляют от вынесенных главных осей.

Для закрепления, а также для удобства использования в процессе строительства оси выносят на обноску. Обноска представляет собой доску, закрепленную горизонтально на полбах на высоте 400 - 600 мм от земли. Применяют также инвентарную металлическую обноску. Оси на деревянной обноске фиксируют гвоздем, на металлической - специальным передвижным, хомутом с прорезью. Известны два вида обноски: сплошная и створная.

Сплошную обноску устанавливают строго параллельно основным осям, образующим внешний контур здания, на расстоянии обеспечивающем неизменность ее положения в процессе строительства. Сплошная обноска должна быть прямолинейной, чтобы можно было откладывать по створу проектные расстояния для разбивки промежуточных осей, и горизонтальной, чтобы откладывать эти расстояния без введения поправок за наклон. Сплошную обноску применяют довольно редко из-за громоздкости и сложности ее построения. Кроме того, она мешает нормальной организации работ на строительной площадке, особенно при применении землеройных машин.

+При современной организации строительной площадки более рациональной является створная обноска. Она устанавливается лишь в местах закрепления осей (рис. 20) на произвольном расстоянии от контура здания.

Волков В.Н., Гучков С.Ф. Геодезия. М.: УМК МПС России, 2000.

Практические занятия

№ 1. Построение схем выноса в натуру проектных углов и длины линий

№ 2. Построение схем выноса в натуру проектных отметок, линий и плоскостей проектного уклона

Задания для самостоятельного выполнения

1. Подготовка к практическим занятиям.

Форма контроля самостоятельной работы:

1. Устный опрос

1.1. Инженерно-геодезические опорные сети

1.2. Виды геодезических разбивочных работ

1.3. Нормы и принципы расчета точности разбивочных работ.

1.4. Вынос в натуру проектных углов и длины линий.

1.5. Вынос в натуру проектных отметок, линий и плоскостей проектного уклона

1.6. Способы разбивочных работ

1.7. Общая технология разбивочных работ

2. Проверка рабочих тетрадей

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Инженерно-геодезические опорные сети

2. Вид геодезических разбивочных работ построения проектного угла; построение проектного расстояния.

3. Вид геодезических разбивочных работ: вынос в натуру проектных отметок; вынос в натуру отрезка линии заданного уклона.

4. Вид геодезических разбивочных работ: разбивка плоскости заданного уклона

5. Нормы и принципы расчета разбивочных работ

6. Вынос в натуру проектных углов и длины линий; проектных отметок; линий и плоскостей проектного угла
7. Способ разбивочных работ полярных координат: угловых засечек.
8. Способ разбивочных работ линейных засечек; створной и створно-линейных засечек.
9. Способ разбивочных работ прямоугольных координат бокового нивелирования.
10. Общая технология разбивочных работ геодезической подготовки проекта
11. Общая технология разбивочных работ: вынос в натуру главных и основных осей зданий и линейных сооружений.
12. Общая технология разбивочных работ закрепление осей сооружения

Тема 1.2. Геодезические работы при изысканиях, строительстве и эксплуатации железных дорог

Основные понятия и термины по теме: полевые изыскательские работы; детальная разбивка кривых; продольного профиля трассы; круговые и переходные кривые; поперечники; малые искусственные сооружения; путевого развития станции; текущее содержание, капитальный и средний ремонт пути

План изучения темы

1. Полевые изыскательские работы:
 - прокладка теодолитно-нивелирного хода трассы;
 - разбивка пикетажа и съемка полосы местности вдоль трассы;
 - круговые и переходные кривые;
 - нивелирование трассы и поперечников;
 - построение продольного профиля трассы и поперечников
2. Восстановление дорожной трассы и детальная разбивка кривых
3. Разбивка земляного полотна дороги и геодезический контроль при его сооружении
4. Разбивка и закрепление на местности малых искусственных сооружений
5. Геодезические работы при укладке верхнего строения пути
6. Нивелирование поверхности и вертикальная планировка площадки
7. Разбивка путевого развития станции
8. Геодезические работы при текущем содержании, капитальном и среднем ремонте пути
9. Охрана труда при производстве геодезических работ на железнодорожном транспорте

Краткое изложение теоретических вопросов:

1. Полевые изыскательские работы

Изыскательские работы – это комплексные исследования геологических, экологических, гидрометеорологических и геодезических характеристик территории предполагаемого строительства.

Съемка производится на основе **теодолитно-нивелирных**, теодолитно-высотных или теодолитно-тахеометрических **ходов**, прокладываемых между пунктами существующей геодезической сети или создающих самостоятельную съемочную сеть. При **прокладке теодолитно-нивелирных ходов** углы измеряют теодолитом, а длины сторон линий - лентой или дальномером соответствующей точности.

Съемку трассы местности при разбивке пикетажа производят способом прямоугольных координат (перпендикуляров) в обе стороны от оси **трассы** на 20–50 м. **Снимают** контуры угодий, пересекающие **трассу** дороги, **линии** связи, электропередач и т. п.

При полевом трассировании разбивают пикетаж трассы. Начальная точка трассы служит нулевым пикетом. Ее фиксируют, как все пикеты и полюсовые точки, с помощью кола диаметром 30 мм, длиной 150 мм, который забивают почти вровень с землей. Рядом с колом на расстоянии 200 мм по направлению хода забивают сторожок - кол длиной 300...500 мм. На сторожке пишут номер пикета, так чтобы надпись была обращена назад по ходу к точке пикета. Пикет окапывают канавкой

Для разбивки пикетажа каждую линию трассы провешивают с помощью теодолита.

Разбивку пикетажа ведут с применением стальной ленты или рулетки. Пикеты разбивают через 100 м. Для более детального отражения профиля местности дополнительно фиксируют плюсовые точки.

Для того чтобы избежать измерения углов наклона и введения поправок из-за наклона,

Круговые кривые. Железнодорожные линии в плане состоят из прямолинейных участков, сопряженных между собой кривыми. Наиболее простой и распространенной формой кривой является дуга окружности. Такие кривые носят название круговых кривых. На железных дорогах применяют круговые кривые со следующими радиусами: 4000, 3000, 2000, 1800, 1500, 1200, 1000, 800, 700, 600, 500, 400 и 300 м. Радиус кривой выбирают при проектировании дороги, руководствуясь конкретными техническими условиями.

Главными точками кривой, определяющими её положение на местности, являются вершина угла ВУ, начало кривой НК, середина кривой СК и конец кривой КК.

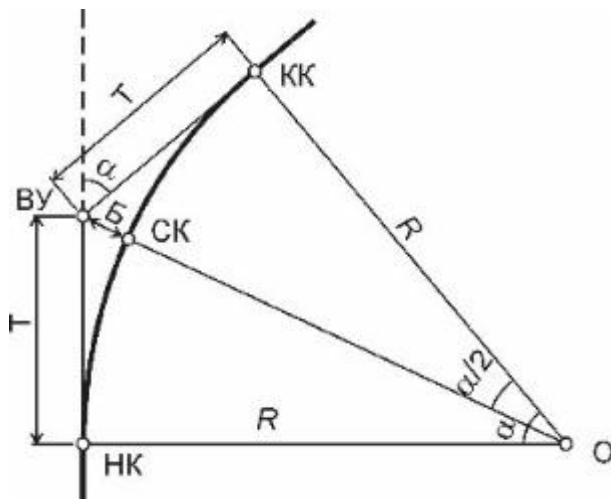


Схема круговой кривой

Переходная кривая — кривая переменной кривизны, сопрягающая **круговую кривую** с прямым участком железнодорожного пути. **Переходная кривая** обеспечивает постепенное изменение центробежной силы при входе поезда в криволинейный участок пути

Целью **нивелирования трассы** является получение отметок пикетов, плюсовых и точек **поперечников** для построения продольного и поперечного профилей **трассы**. Его выполняют вслед за разбивкой пикетажа и установкой реперов. **Нивелирование** ведут из середины с расстоянием от нивелира до реек 50 – 100 м.

Продольное нивелирование трассы - определение отметок точек, расположенных на оси трассы, - пикетов и плюсовых точек. Для этого применяют техническое нивелирование. Техническое нивелирование производится, как правило, способом «из середины» при нормальной длине визирных лучей, равной 100 м; при благоприятных условиях работы: увеличении зрительной трубы не менее 25^x, цене деления цилиндрического уровня не более 15" на 2 мм и хорошей погоде возможно увеличить длину визирных лучей до 150 м. Расстояния до реек измеряются шагами, допустимое неравенство визирных лучей на станции - 10 м.

При продольном нивелировании трассы закрепленные на местности пикеты являются связующими точками, а плюсовые- промежуточными.

Поперечное нивелирование - нивелирование характерных точек на поперечниках, построенных на перпендикулярах к оси трассы и необходимых для построения поперечных профилей и последующих вычислений объемов земляных работ.

При спокойном рельефе с незначительными уклонами точки на поперечниках нивелируют со станции продольного нивелирования как промежуточные. Расстояния от пикета до точки поперечника промеряют стальной рулеткой.

Если условия местности не позволяют совмещение продольного и поперечного нивелирования, то точки на поперечниках нивелируются с нескольких станций.

Составление **продольного профиля**. **Профиль** составляется по данным журнала нивелирования от ПК0 до ПК4 на миллиметровой бумаге в масштабах: горизонтальный 1:2000 и вертикальный 1:200.. 1. Выбирают условный горизонт (УГ) с таким расчетом, чтобы **профиль трассы** в самой низкой своей точке располагался на 5—7 см выше линии условного горизонта; при этом отметка УГ должна быть кратной 10 м.

2. Восстановление дорожной трассы и детальная разбивка кривых

Восстановление и детальную разбивку кривых участков трассы в нормальных условиях выполняют, как правило, способом прямоугольных координат от тангенсов, а в стесненных условиях - способом прямоугольных координат от хорд или другими способами. Разбивка прямых способом прямоугольных координат от тангенсов является наиболее точной, но требует много места. Восстановление начинают с отыскания на местности вершин углов поворота трассы. Отдельные вершины, на которых не сохранились знаки крепления, находят промерами от постоянных местных предметов согласно абрисам их привязки или прямой засечкой по проектным углам из двух соседних вершин трассы. Если знаки крепления не сохранились на нескольких расположенных рядом углах поворота и их невозможно восстановить от местных предметов, то вновь выполняют трассирование этого участка, придерживаясь взятых с проекта углов поворота и расстояний.

Одновременно с восстановлением вершин измеряют углы поворота трассы и сравнивают полученные значения с проектными. При обнаружении значительных расхождений направление трассы на местности не изменяют, а исправляют значение проектного угла поворота и пересчитывают по исправленному углу все элементы кривой.

Затем приступают к контрольному измерению линий с разбивкой пикетажа. Пикеты и точки пересечения трассы с водотоками и магистралями устанавливают в створе по теодолиту. При этом стараются не допускать сплошной передвижки существующего пикетажа.

3. Разбивка земляного полотна дороги и геодезический контроль при его сооружении

Разбивка земляного полотна сводится к закреплению на местности основных точек **его** поперечного профиля. **Разбивку** выполняют на основе проектных материалов: плана **дороги**, продольного, поперечного профилей насыпей и выемок.

Разбивка земляного полотна заключается в закреплении на местности разбивочными знаками характерных точек земляного полотна (дна и бровок выемок,

бровок и основания откосов насыпей), резервов, берм, боковых капаев и т. и. Устанавливаемые разбивочные знаки должны обеспечить соответствие земляных работ проектным данным. Перед разбивкой необходимо, пользуясь проектом, составить разбивочную ведомость, в которой указывают ширину земляного полотна, расстояние всех точек разбивки поперечного профиля до оси дороги, глубину срезки и подсыпки земляного полотна в каждой точке.

Разбивка невысоких насыпей на ровной местности начинается с установки высотных кольев по оси дороги во всех закрепленных точках будущей насыпи. Высота кольев должна соответствовать проектной высоте насыпи по оси с учетом толщины дорожной одежды и поправок на осадку (если в процессе отсыпки насыпи не обеспечивается должное ее уплотнение).

Для разбивки резервов колья забивают вдоль бровок через 10—20 м. На отесанной стороне кола надписывают глубину резерва в данной точке.

Так как при сооружении земляного полотна разбивочные колья часто сбиваются, основные разбивочные знаки, закрепляющие ось дороги, необходимо выносить в сторону за пределы производства работ. При использовании машин, движущихся вдоль насыпи (скреперов, грейдеров), устанавливать разбивочные знаки у подошвы откосов насыпи нецелесообразно, так как они нарушаются. В этом случае вдоль линии пересечения откосов насыпи с поверхностью земли плугом пропахивают борозды, а крутизну откосов контролируют переносным шаблоном.

При разбивке высоких насыпей на неровной местности по оси дороги в закрепленных точках устанавливают вехи с прибитыми вверху планками. После установки осевой вехи на перпендикулярах к оси трассы при помощи рейки с уровнем отмечают точки *a* и *b*, представляющие проекции бровок земляного полотна. В этих точках также устанавливают вехи с планками. От точек *a* и *b* при помощи рейки с уровнем откладывают расстояния, вычисляемые по высоте насыпи и крутизне откосов, и в найденных точках *c* и *d* забивают колья. Расстояния, которые необходимо отложить от этих кольев до точек *M* и *N* (пересечения откосов с поверхностью земли), определяют непосредственно при помощи откосного треугольника, прикладываемого гипотенузой к кольям *c* и *d*, а уровня.

4. Разбивка и закрепление на местности малых искусственных сооружений

При разбивке земляных сооружений и закреплении их на местности исходят из генерального плана строительной площадки, архитектурно-строительных рабочих чертежей и разбивочных чертежей. В населенных пунктах проектируемые здания и сооружения привязывают к красным линиям.

Геодезическая разбивка при устройстве котлованов и траншей до начала работ на стройплощадке производится построением в натуре основных осей зданий или сооружения и закрепления реперов вне зоны земляных работ.

При устройстве котлованов разбивку начинают с выноса и закрепления на местности створными знаками основных разбивочных осей; в качестве основ-

ных разбивочных осей согласно разбивочным чертежам принимают взаимно перпендикулярные или центральные оси здания. Затем вокруг будущего котлована на расстоянии 2-3 м от его бровки параллельно основным разбивочным осям устанавливают обноску из забитых в грунт деревянных или металлических стоек и прикрепленных к ним досок. Верхнюю грань досок устанавливают по нивелиру, по возможности на уровне нулевой отметки, после чего на обноску наносят оси и нумеруют их. Размеры котлована поверху, понизу и другие характерные его точки отмечают колышками или вехами.

При устройстве котлованов производится проверка геодезических данных по рабочим чертежам проекта, разбивка и закрепление в натуре контуров котлована, нивелирование дневной поверхности в пределах контура котлована, передача разбивочных осей и отметок на дно котлована, периодические исполнительные съемки для подсчета объемов земляных масс, окончательная плановая и высотная исполнительные съемки открытого котлована.

5. Геодезические работы при укладке верхнего строения пути

Геодезические работы при укладке верхнего строения пути. Перед укладкой верхнего строения пути (балласта, шпал, рельсов) проверяют точность закрепления оси пути на земляном полотне. Ось должна быть закреплена через 100 м на прямых, через 20 м на кривых и в точках начала и конца кривых. При укладке верхнего строения ось пути приходится неоднократно восстанавливать, поэтому обычно разбивают параллельную (дублёрную) ось, для чего осевые кольца выносят в сторону бровки на расстояние 2 м от оси и закрепляют их с помощью колева-высотников, от которых впоследствии ведется монтаж верхнего строения пути.

Перед укладкой рельсовых звеньев на земляном полотне разбивают их проектное положение. В ходе укладки контролируют совпадение осей звеньев с осью земляного полотна.

После подъёмки пути на балластный слой и установки рельсовой колеи в проектное положение выполняют исполнительную съёмку, в результате которой проверяется плавность пути в кривых и соответствие высотных отметок их проектным значениям. Плавность пути в кривых проверяют измерением стрел изгиба через 10 м при хорде длиной 20 м. Нивелирование выполняют по головке левого рельса на прямых участках пути и по головке рельса внутренней нити на кривых участках.

6. Нивелирование поверхности и вертикальная планировка площадки

Нивелирование поверхности производят для получения топографического плана местности в крупных масштабах, а также для выполнения вертикальной планировки площадок. В зависимости от характера рельефа местности нивелирование поверхности может быть выполнено или путем нивелирования вершин построенной на местности сетки квадратов, или

проложением теодолитных и нивелирных магистральных ходов с поперечниками.

Нивелирование поверхности - один из видов топографической съемки, по результатам которой получают крупномасштабные планы участков местности с изображением рельефа.

Вертикальная планировка - изменение существующего рельефа участка местности и приспособление его к проектируемой застройке, инженерно-транспортным нуждам и т.п.

+Исходным материалом для разработки проекта вертикальной планировки служат крупномасштабные топографические планы с изображением рельефа горизонталями через 1,0; 0,5; 0,25 м. Наиболее распространенным способом построения такого топографического плана местности со слабовыраженным рельефом является геометрическое нивелирование поверхности по квадратам.

7. Разбивка путевого развития станции

В путевом развитии станции выделяют главные пути и боковые. Главными путями, как правило, называются пути, являющиеся продолжением перегона и движение по которым осуществляется без отклонения по стрелочным переводам. Главных путей на станции столько, сколько подходов к станции со стороны перегонов. Обозначаются главные пути римскими цифрами. Нечетными номерами обозначаются пути, на которые принимаются поезда нечетного направления. Пути, на которые принимаются поезда четного направления, обозначаются четными цифрами.

Остальные пути называются боковыми и нумеруются арабскими цифрами, начиная от главного. Пути, на которые принимаются поезда нечетного направления без пересечения главных путей, обозначаются нечетными цифрами, а пути для приема поездов четного направления – четными.

Если на станции несколько парков, то нумерация путей каждого парка начинается с нового десятка.

Пути, оборудованные рельсовыми цепями, кроме цифры обозначаются буквой П.

Тупики на станции нумеруются в нечетной горловине нечетными номерами, а в четной горловине – четными. К номеру добавляется буква Т, а если тупик оборудован рельсовой цепью, то еще и буква П.

По своему назначению пути делятся на несколько типов: безостановочного пропуска, пассажирские приемоотправочные, грузовые приемоотправочные, погрузоразгрузочные и т.д.

Пути, на которые принимаются поезда обоих направлений, называются обезличенными, а пути, на которые принимаются поезда только одного направления, называются специализированными. Так как в настоящее время должно предусматриваться двустороннее движение по каждому из путей двухпутного перегона не только на период капитального ремонта одного из путей, но и для регулирования движения, то обезличиваются все пути или почти все, в том

числе и главные. Специализация путей обозначается стрелкой на пути, а сверху проставляется номер пути.

Для контроля свободности или занятости путей и стрелок путевое развитие станции делится изолирующими стыками на отдельные участки, которые оборудуются электрическими рельсовыми цепями.

При разбивке путевого развития станции на изолированные участки необходимо обеспечить максимальное количество параллельных передвижений, исключить перепробеги подвижного состава при маневровых передвижениях, особенно на станциях с большой маневровой работой, обеспечить нормальный прием кодов на кодируемых путях.

8. Геодезические работы при текущем содержании, капитальном и среднем ремонте пути

Геодезические работы при содержании железнодорожного пути. При очередных проверках, **капитальном и среднем ремонте пути**, при лечении земляного полотна выполняют съемку плана и профиля **пути**. По результатам съемки составляют планы, продольные и поперечные профили, выполняют расчет кривых для постановки их в проектное положение.

9. Охрана труда при производстве геодезических работ на железнодорожном транспорте

1. Топографо-геодезические работы, выполняемые в пределах полосы отвода, должны

2. Все виды *геодезических работ*, выполняемые на пути, должны производиться под наблюдением руководителя работ, который несет ответственность за их безопасность.

Руководитель работ должен *хорошо знать и выдержать испытания* по ПТЭ, Инструкции по сигнализации, Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ и Правилам техники безопасности.

3. Рабочие, принятые на полевые топографические работы, должны получить вводный инструктаж по *безопасным* приемам труда от своего непосредственного руководителя. Вводный инструктаж регистрируется в специальном журнале. В последующем проводится обучение правилам техники безопасности. Проверка знаний проводится комиссионно и оформляется актами.

4. К производству геодезических работ на пути *не должны* допускаться лица с физическими недостатками, препятствующими выполнению порученных работ, а также подростки моложе 16 лет.

5. При съемках пути *руководитель работ* лично или через особо выделенного человека — сигналиста — должен непрерывно следить за поездами, подходящими к месту работы с обеих сторон. По сигналу сигналиста руководитель работ заблаговременно (когда расстояние до приближающегося поезда не менее 400 м) дает распоряжение рабочим об уходе с пути на обочину земляного полотна, где они могут стоять не ближе 2 м от крайнего рельса.

6. С получением сигнала о подходе поезда по любому пути многопутного участка все работники должны сойти с пути на ближайшую обочину земляного полотна на расстояние не менее 2 м от крайнего рельса и убрать с колеи инструмент. Возвращаться рабочим на место для продолжения работы разрешается руководителем работ только после того, как он убедится, что вслед за поездом нет подталкивающего локомотива или дрезины и что по пути, на котором производятся работы, не проходит поезд, отдельно следующий локомотив или дрезина как в правильном, так и в неправильном направлении.

7. Перед началом работ в стесненных местах, когда по обеим сторонам пути расположены высокие платформы, здания, заборы и крутые откосы выемок, а также на мостах и в тоннелях для безопасности рабочих должны быть приняты следующие меры:

руководитель работ должен *ясно указать* всем рабочим, куда они должны уходить с пути при приближении поезда; кроме того, на станциях место и время работ должны быть своевременно согласованы с дежурным по станции с соответствующей записью в журнале осмотра путей, стрелочных переводов, устройств СЦБ и связи;

если высокие платформы, здания, заборы, крутые откосы выемок, траншей и т.п. протяжением более 100 м не позволяют рабочим разместиться сбоку от пути, то работы в этом случае должны ограждаться сигналами остановки установленным порядком;

во время производства работ на мостах руководитель работ обязан выделить сигналиста для наблюдения за приближением поездов к месту работ и для своевременного оповещения рабочих.

8. Перед началом работ в тоннелях должно быть выставлено необходимое количество сигналистов (в тоннеле и за порталами с обеих сторон) для предупреждения рабочих о подходе поездов не менее чем за 1 км от места работ. Руководитель обязан указать каждому рабочему нишу, куда он должен отойти при пропуске поезда, и обеспечить освещение ниш. Машинистам поездов должны выдаваться предупреждения о более частой подаче оповестительных сигналов.

9. При всяком вынужденном перерыве в работе *реечники или пикетажисты* должны сойти с пути на обочину земляного полотна. Садиться отдыхать на рельсы, концы шпал, внутри рельсовой колеи и на междупутьях категорически запрещается.

10. При работе на электрифицированных участках запрещается приближаться самому или подносить какие-либо предметы на расстояние менее 2 м к находящимся под напряжением и не огражденным проводам или частям контактной сети.

Работники, обнаружившие обрыв провода контактной сети, обязаны сообщить об этом на ближайший дежурный пункт контактной сети, дежурному по станции, поезвному диспетчеру или энергодиспетчеру и до прибытия бригады контактной сети следить за тем, чтобы никто не касался оборванных проводов и не подходил к ним ближе 10 м. В случае, если оборванные провода захо-

дят внутрь габарита приближения строений и могут быть задеты при проходе поезда, место обрыва необходимо оградить сигналами остановки.

11. При ведении геодезических работ в зимнее время руководитель работ должен предусматривать время на обогрев рабочих и возможность прекращения работ при низких температурах.

Время на обогрев рабочих должно включаться в общее рабочее время. Длительность перерывов для обогрева и условия полного прекращения работы регламентируются соответствующими постановлениями.

Волков В.Н., Гучков С.Ф. Геодезия. М.: УМК МПС России, 2000.

Практические занятия:

№ 3. Определение элементов кривых и пикетажных значений их главных точек

№ 4. Детальная разбивка кривых с построением плана разбивки

№ 5. Обработка журнала нивелирования трассы

№ 6. Построение продольного профиля трассы

№ 7. Проектирование по продольному профилю трассы

№ 8. Обработка журнала нивелирования поверхности. Составление плана земляных масс

№ 9. Составление схем закрепления трассы, разбивки и закрепления на местности малых искусственных сооружений

№ 10. Построение поперечных профилей насыпей и выемок согласно рабочим отметкам и уклону местности

№ 11. Построение продольного профиля существующего железнодорожного пути

№ 12. Построение поперечных профилей существующего железнодорожного пути

Задания для самостоятельного выполнения

1. Подготовка к практическим занятиям

Форма контроля самостоятельной работы:

1. Устный опрос

1.1. Полевые изыскательские работы

1.2. Восстановление дорожной трассы и детальная разбивка кривых

1.3. Разбивка земляного полотна дороги и геодезический контроль при его сооружении

1.4. Разбивка и закрепление на местности малых искусственных сооружений

1.5. Геодезические работы при укладке верхнего строения пути

1.6. Нивелирование поверхности и вертикальная планировка площадки

1.7. Разбивка путевого развития станции

1.8. Геодезические работы при текущем содержании, капитальном и среднем ремонте пути

1.9. Охрана труда при производстве геодезических работ на железнодорожном транспорте

2. Проверка рабочих тетрадей

Вопросы для самоконтроля по теме:

1. Полевые изыскательные работы: прокладка теодолитно-нивелирного хода трассы.
2. Полевые изыскательные работы: разбивка пикетажа и съемка полосы местности вдоль трассы.
3. Полевые изыскательные работы: круговые и переходные кривые
4. Полевые изыскательные работы: нивелирование трассы и поперечников.
5. Полевые изыскательные работы: построение продольного профиля трассы и поперечников.
6. Восстановление дорожной трассы и детальная разбивка кривых.
7. Разбивка земляного полотна дороги и геодезический контроль при его сооружении.
8. Разбивка и закрепление на местности малых искусственных сооружений.
9. Геодезические работы при укладке верхнего строения пути.
10. Нивелирование поверхности и вертикальная планировка площадки.
11. Разбивка путевого развития станции.
12. Геодезические работы при текущем содержании, капитальном и среднем ремонте пути.
13. Охрана труда при производстве геодезических работ на железнодорожном транспорте.

КОНТРОЛЬ И ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Текущий контроль

Перечень то-чек рубежного контроля	Охват тем <i>(указать номера тем, подлежащих контролю)</i>	Форма контроля
20 неделя	Инженерно-геодезические опорные сети	Подготовка презентации
20 неделя	Виды геодезических разбивочных работ	Самостоятельная работа
21 неделя	Нормы и принципы расчета точности разбивочных работ.	Самостоятельная работа
21 неделя	Общая технология разбивочных работ	Самостоятельная

		работа
22 неделя	Построение схем выноса в натуру проектных углов и длины линий	Практическое занятие № 1
23 неделя	Построение схем выноса в натуру проектных отметок, линий и плоскостей проектного уклона	Практическое занятие № 2
23 неделя	Полевые изыскательские работы	Самостоятельная работа
24 неделя	Восстановление дорожной трассы и детальная разбивка кривых	Самостоятельная работа
24 неделя	Разбивка и закрепление на местности малых искусственных сооружений	Самостоятельная работа
25 неделя	Геодезические работы при укладке верхнего строения пути	Самостоятельная работа
26 неделя	Нивелирование поверхности и вертикальная планировка площадки	Самостоятельная работа
26 неделя	Разбивка путевого развития станции	Самостоятельная работа
27 неделя	Геодезические работы при текущем содержании, капитальном и среднем ремонте пути	Самостоятельная работа
28 неделя	Охрана труда при производстве геодезических работ на железнодорожном транспорте	Самостоятельная работа
29 неделя	Определение элементов кривых и пикетажных значений их главных точек	Практическое занятие № 3
30 неделя	Детальная разбивка кривых с построением плана разбивки	Практическое занятие № 4
31 неделя	Обработка журнала нивелирования трассы	Практическое занятие № 5
32 неделя	Построение продольного профиля трассы	Практическое занятие № 6
33 неделя	Проектирование по продольному профилю трассы	Практическое занятие № 7
34 неделя	Обработка журнала нивелирования поверхности. Составление плана земляных масс	Практическое занятие № 8
35 неделя	Составление схем закрепления трассы, разбивки и закрепления на местности малых искусственных сооружений	Практическое занятие № 9
36 неделя	Построение поперечных профилей насыпей и выемок согласно рабочим отметкам и уклону местности	Практическое занятие № 10
37 неделя	Построение продольного профиля суще-	Практическое за-

	ствующего железнодорожного пути	нятие № 11
38 неделя	Построение поперечных профилей существующего железнодорожного пути	Практическое занятие № 12

Промежуточный контроль по дисциплине

Вопросы к экзамену (дифференцированному зачету)

1. Инженерно-геодезические опорные сети
2. Вид геодезических разбивочных работ построения проектного угла; построение проектного расстояния.
3. Вид геодезических разбивочных работ: вынос в натуру проектных отметок; вынос в натуру отрезка линии заданного уклона.
4. Вид геодезических разбивочных работ: разбивка плоскости заданного уклона
5. Нормы и принципы расчета разбивочных работ
6. Вынос в натуру проектных углов и длины линий; проектных отметок; линий и плоскостей проектного угла
7. Способ разбивочных работ полярных координат: угловых засечек.
8. Способ разбивочных работ линейных засечек; створной и створно-линейных засечек.
9. Способ разбивочных работ прямоугольных координат бокового нивелирования.
10. Общую технологию разбивочных работ геодезическую подготовку проекта
11. Общую технологию разбивочных работ: вынос в натуру главных и основных осей зданий и линейных сооружений.
12. Общую технологию разбивочных работ закрепление осей сооружения
13. Полевые изыскательные работы: прокладка теодолитно-нивелирного хода трассы.
14. Полевые изыскательные работы: разбивка пикетажа и съемка полосы местности вдоль трассы.
15. Полевые изыскательные работы: круговые и переходные кривые
16. Полевые изыскательные работы: нивелирование трассы и поперечников.
17. Полевые изыскательные работы: построение продольного профиля трассы и поперечников.
18. Восстановление дорожной трассы и детальная разбивка кривых.
19. Разбивка земляного полотна дороги и геодезический контроль при его сооружении.
20. Разбивка и закрепление на местности малых искусственных сооружений.
21. Геодезические работы при укладке верхнего строения пути.
22. Нивелирование поверхности и вертикальная планировка площадки.
23. Разбивка путевого развития станции.
24. Геодезические работы при текущем содержании, капитальном и среднем ремонте пути.

25. Охрана труда при производстве геодезических работ на железнодорожном транспорте.

26. Понятие о железнодорожных изысканиях.

ГЛОССАРИЙ

Инженерно-геодезические опорные сети
Проектный угол
Проектное расстояние
Вынос в натуру
Проектные отметки
Заданный уклон
Руководящий уклон
Разбивочные работы
Проектный уклон
Технология разбивочных работ
Полевые изыскательские работы
Детальная разбивка кривых
Продольный профиль трассы
Круговые кривые
Переходные кривые
Поперечники
Малые искусственные сооружения;
Путевое развитие станции
Текущее содержание пути
Капитальный ремонт пути
Средний ремонт пути

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ/МДК

Основные источники (для обучающихся)

1. *Волков В.Н., Гучков С.Ф.* Геодезия. М.: УМК МПС России, 2000.
2. Инженерная геодезия (с основами геоинформатики). / Под ред. проф. С.И. Матвеева. М.: ГОУ «УМЦ ЖДТ», 2007.

Дополнительные источники (для обучающихся)

1. Приказ Министерства транспорта РФ от 21.12.2010 г. № 286 «Об утверждении Правил технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации».
2. Приказ Министерства транспорта РФ от 08.02.2011 г. № 43 «Об утверждении Требований по обеспечению транспортной безопасности, учитывающих уровни безопасности для различных категорий объектов транспортной инфраструктуры и транспортных средств железнодорожного транспорта».
3. Железные дороги колеи 1520 мм. СниП 32-01-95. М.: Минстрой РФ, 1995.
4. Железные дороги колеи 1520 мм. СТН Ц-01-95. МПС России. М.: 1995.
5. Методические указания по составлению продольных профилей станционных путей и перегонов. М.: ОАО «РЖД», 2008.

Интернет-ресурсы

1. Сайт Министерства транспорта РФ: www.mintrans.ru/
2. Сайт ОАО «РЖД»: www.rzd.ru/