

ОРГАНИЗАЦИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ (ОСЖД)

1 издание

Разработано совещанием экспертов V Комиссии
25-27 сентября мая 2001 г. в г. Будапешт, Венгрия

Утверждено совещанием V Комиссии 12-16 ноября 2001г.

Дата вступления в силу: *16. ноября 2001 г.*

Примечание:

**Р
786/5**

**РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ РЕПЕРНОЙ СИСТЕМЕ
КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ
В ПЛАНЕ И ПРОФИЛЕ**

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ.....	3
2. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	3
3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ.....	3
4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛЬНОЙ РЕПЕРНОЙ СИСТЕМЕ.....	4
4.1. Структура специальной реперной системы.....	4
4.2. Расположение пунктов.....	4
4.3. Требования к точности специальной реперной системы.....	4
5. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ И УСЛОВИЯ ИХ ПРОИЗВОДСТВА.....	5
6. СРЕДСТВА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ.....	7

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

В настоящей памятке изложены рекомендации по устройству специальной планово-высотной геодезической сети - специальной реперной системы контроля геометрических параметров железнодорожного пути в плане и продольном профиле.

2. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

2.1. Специальная реперная система - система геодезических пунктов с известными координатами, высотами и пикетажными значениями, состоящая из пунктов опорной геодезической сети (ОГС) и рабочей сети (РС), закрепленных в полосе отвода и на земляном полотне железнодорожной линии.

2.2. Исходный пункт - геодезический пункт, как правило, пункт Государственной геодезической сети (ГГС) или пункт Государственной нивелирной сети (ГНС) I или II классов, относительно которого определяются координаты или высоты пунктов ОГС.

2.3. Опорная геодезическая сеть - система геодезических пунктов, являющаяся исходной геодезической основой для определения планово-высотных координат пунктов РС.

2.4. Рабочая сеть - система геодезических пунктов, расположенных в непосредственной близости от железнодорожного пути, являющаяся основой для контроля планово-высотного положения пути и других устройств железнодорожной линии.

2.5. Рабочий репер - пункт рабочей сети, закрепленный на опорах контактной сети, массивных бетонных и металлических конструкциях или непосредственно на земляном полотне.

2.6. Створный пункт - пункт, закрепленный на противоположной от рабочего репера стороне земляного полотна на продолжении перпендикуляра от репера к оси пути (на кривой - по направлению радиуса).

2.7. Контрольный створ (створная линия) - горизонтальная линия, расположенная в вертикальной плоскости, проходящей через рабочий репер и створный пункт или через два напротив расположенных рабочих репера.

3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1. В настоящем документе изложены рекомендации по структуре специальной реперной системы, расположению, точности определения координат и высот и конструкции пунктов.

3.2. При создании специальной реперной системы необходимо обеспечивать: нормативную точность планово - высотного положения пунктов системы независимо от их расположения и удаленности от исходных пунктов; долговременную сохранность и стабильность положения пунктов; удобство доступа (подъезда и подхода) к пунктам; возможность работы без помех путевых машин и оборудования; стандартизацию конструкций пунктов и возможность их централизованного изготовления с использованием экономичных и доступных материалов; механизацию работ при устройстве пунктов; возможность производства измерений на пунктах РС до оси пути (головки рельса) с применением простейших измерительных средств.

3.3. Координаты пунктов специальной реперной системы вычисляются в единой для данной железнодорожной линии системе координат. При большом протяжении линии и значительных перепадах высот допускается применение на отдельных участках линии

локальных систем координат, исходя из условия, что поправки в результаты измерений при переходе на плоскость не должны превышать в относительной мере величины 1:50000.

4. ТРЕБОВАНИЯ К СПЕЦИАЛЬНОЙ РЕПЕРНОЙ СИСТЕМЕ

4.1. Структура специальной реперной системы

4.1.1. Опорная геодезическая сеть (ОГС) состоит из:

каркасных пунктов;
главных пунктов;
промежуточных пунктов.

4.1.2. Рабочая сеть (РС) состоит из:

рабочих реперов;
створных пунктов.

4.2. Расположение пунктов

4.2.1. Каркасные пункты располагаются на расстояниях порядка 20-50 км друг от друга и совмещаются с близлежащими пунктами ГГС или ГНС. Сеть каркасных пунктов создается при протяженности железнодорожной линии 300 км и более для образования единой системы координат специальной реперной системы на всю линию и уменьшения погрешностей взаимного положения пунктов ОГС.

4.2.2. Главные пункты располагаются попарно через 10-12 км при расстояниях между пунктами в паре порядка 0,25 - 1,0 км.

4.2.3. Пункты ОГС закрепляются в полосе отвода железной дороги или на земляном полотне и располагаются через 0,5 - 1,0 км. Пункты ОГС разрешается совмещать с пунктами РС при расположении последних на массивных бетонных и металлических конструкциях.

При определении координат пунктов ОГС на основе GPS-технологии должна быть обеспечена взаимная видимость пары соседних пунктов не реже, чем через 2,5-3,0 км; взаимная видимость между остальными соседними пунктами не обязательна.

4.2.4. На двухпутных и многопутных электрифицированных железных дорогах пункты РС закладываются с обеих сторон земляного полотна через 50-70 м (на каждой опоре, на прямолнейных участках – разрешается через опору). На однопутных железных дорогах, а также на двухпутных неэлектрифицированных линиях рабочие реперы устанавливаются, как правило, одной стороны, а с противоположной – створные пункты, образующие вместе с рабочими реперами контрольные створы.

Рабочие реперы устанавливаются выше или ниже головки в зависимости от местных условий и принятых методов измерений.

4.2.5. Конструкция пунктов ОГС и РС устанавливается в зависимости от местных условий каждой железнодорожной администрацией.

4.3. Требования к точности специальной реперной системы

4.3.1. В качестве исходных пунктов при создании специальной реперной системы должны использоваться, как правило, пункты Государственной геодезической сети 1-2 классов и в отдельных случаях, при их отсутствии вблизи железной дороги, пункты 3 класса, и пункты Государственной нивелирной сети I-II классов.

4.3.2. Положение пунктов ОГС определяется со средними квадратическими погрешностями, не более:

в плане:

каркасные пункты:
взаимное положение, мм,

50;

главные пункты:	
координаты через 10 км по линии, мм,	30;
взаимное положение соседних (парных) пунктов, мм	10;
дирекционный угол между соседними (парными) пунктами, (")	5;
промежуточные пункты:	
взаимное положение соседних пунктов, мм	10;
по высоте:	
превышения между соседними пунктами, мм	5;
случайная составляющая погрешности нивелирования 1 км хода, мм	4.

4.3.3. Положение пунктов РС (рабочих реперов) должно определяться со средними квадратическими погрешностями, не более:

взаимное плановое положение соседних пунктов, мм	10;
превышение соседних пунктов, мм	3;
случайная составляющая погрешности нивелирования 1 км хода, мм	4;
плановое и высотное положение створных пунктов не определяется;	
дирекционный угол (в принятой системе координат) направления контрольного створа, (")	60.

5. МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЙ И УСЛОВИЯ ИХ ПРОИЗВОДСТВА

5.1. Для обеспечения надежности и воспроизводимости результатов геодезических измерений на пунктах специальной реперной системы измерения должны начинаться после стабилизации их в плане и по высоте не ранее чем через 20 дней после закладки в незамерзшие грунты и через 20 дней после оттаивания при закладке в замерзшие грунты.

5.2. Методы определения планового положения пунктов ОГС принимаются в проекте специальной реперной системы в зависимости от местных условий и наличия геодезических приборов.

5.3. Плановое положение каркасных пунктов определяется на основе GPS-технологии с максимально высокой точностью не грубее требований п. 4.3.2.

5.4. Плановое положение главных пунктов определяется с применением GPS-технологии с повышенной точностью не грубее требований п.4.3.2.

5.5. Плановое положение промежуточных пунктов ОГС определяется с применением GPS - технологии или проложением ходов полигонометрии, или сочетанием тех и других технологий.

При определении координат промежуточных пунктов ОГС методами полигонометрии ходы прокладываются между главными пунктами с соблюдением следующих требований:

предельная длина хода, км, не более	12
длины сторон в ходе, м:	
наибольшая	1000
наименьшая	250
средняя (расчетная)	500
число сторон n в ходе, не более	20
средняя квадратическая погрешность измерения длин сторон, мм, не более:	
до 500 м	20
более 500 м	30
относительная погрешность хода, не более	1:25000
средняя квадратическая погрешность измерения углов, (")	2

При привязке к пунктам, определенным по GPS-технологии, угловая.

невязка хода с учетом погрешностей исходных азимутов

(см. п. 4.3.2), ("), не более

$$2,5 \sqrt{(m^2_{\beta} * n + 2 m^2_{\alpha})}$$

где m_p - средняя квадратическая погрешность измерения углов;

m_{α} - средняя квадратическая погрешность исходного дирекционного угла,
угловая невязка в замкнутых ходах, ("), не более $5 \sqrt{n}$.

Для устранения поперечного прогиба полигонометрического хода следует на основе GPS - технологии определять не реже, чем через 3 км, координаты отдельных промежуточных (рядовых) пунктов ОГС с точностью главных пунктов.

5.6. Полигометрические ходы между пунктами ОГС (ходы сгущения) для определения планового положения пунктов РС должны прокладываться с соблюдением следующих требований:

ходы прокладываются между парами пунктов ОГС, образующих исходные стороны с известными дирекционными углами, с включением в ход всех расположенных на соответствующем участке промежуточных пунктов ОГС;

положение ходов без контроля точности угловых измерений от исходных дирекционных углов не допускается;

предельная длина хода между исходными дирекционными углами, км	3;
предельная длина звена между промежуточными пунктами ОГС, км	1;
длины сторон назначаются с условием обеспечения требований, указанных в пункте 5.5;	
относительная погрешность хода, не более	1:10000;
средняя квадратическая погрешность измерения углов, ("), не более	5;
допустимая угловая невязка, ("), не более	$10 \sqrt{n}$

5.7. Плановое положение пунктов РС определяется с ближайших пунктов ОГС и пунктов ходов сгущения полярным методом или прямыми засечками с соблюдением следующих условий:

длины полярных засечек, м, не более 150;

при длинах полярных засечек более 70 м положение пунктов РС определяется не менее чем с двух исходных пунктов;

средние квадратические погрешности угловых и линейных измерений равны соответствующим погрешностям, указанным в п. 5.6;

между противолежащими реперами измеряются контрольные расстояния с погрешностью не более +3 мм.

5.8. Высоты пунктов ОГС и РС определяются с соблюдением следующих требований:

предельная длина хода L между опорными пунктами или исходными реперами, км, не более	20
допустимая невязка хода, мм, не более	$10 \sqrt{L}$
длина визирного луча, м, не более	75
предельная погрешность определения отдельного превышения, мм, не более	2
средняя случайная погрешность нивелирования 1 км хода, мм	4

5.9. Съёмку плана и профиля пути для разработки проекта выполняют в системе координат и высот специальной реперной системы от пунктов рабочей сети. В ее состав входит:

нивелирование путей;

съёмка плана путей;

измерение габаритных расстояний до ближайших к пути сооружений и

конструкций.

5.10. Нивелирование путей выполняют в створах противолежащих реперов (реперов и створных пунктов), по краям пролетных строений мостов и на переездах. При расстояниях между реперами более 100 м (на прямых участках) - в промежуточных точках,

расположенных посредине между створными линиями соседних реперов (как правило, напротив опор контактной сети).

5.11. При съемке плана путей на прямых участках координирование выполняют в створах рабочих реперов непосредственным промером расстояний от рабочих реперов до осей путей (ближайшего рельса). На криволинейных участках съемку производят с шагом не более 20 м между створами и в створах. Кроме этого съемке подлежат точки осей путей по концам мостов и платформ, точки на стрелочных переводах, точки на осях искусственных сооружений и осях пассажирских зданий.

5.12. Измерения габаритных расстояний производятся до всех опор контактной сети, платформ и других близкорасположенных сооружений и конструкций.

5.13. На основе результатов съемки пути и промеров габаритных расстояний устанавливаются проектные параметры в плане (радиусы круговых кривых, длины переходных кривых, углы поворота и др.) и продольном профиле (радиусы вертикальных кривых, алгебраические разности уклонов и др.), местоположение элементов плана и профиля относительно рабочих реперов (начало и конец переходных и вертикальных кривых), а также горизонтальные расстояния от репера до оси пути по створной линии в плане и превышения между репером и точкой на поверхности катания головки внутреннего рельса на кривой и ближайшего рельса на прямых участках пути по створной линии в продольном профиле.

5.14. С целью устранения возможных погрешностей в результатах измерений, вызываемых смещениями измерительных средств от вибрационных воздействий проходящих поездов, возобновлять измерения разрешается по истечении не менее одной минуты после прохода поезда с предварительной проверкой и, при необходимости, корректировкой установки и центрировки геодезических приборов на пункте.

6. СРЕДСТВА ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1. Все геодезические средства измерений должны иметь свидетельства метрологической службы о проверке, подтверждающей обеспечение этими приборами требуемой им точности измерений.

6.2. При определении координат пунктов ОГС рекомендуется применять следующие геодезические средства измерений (ГСИ):

на каркасных и главных пунктах - двухчастотные геодезические приемники сигналов спутниковой системы GPS типа TRIMBLE 400 SSE или аналогичные приемники других фирм;

на промежуточных пунктах ОГС могут использоваться одночастотные приемники типа TRIMBLE 400 SET или аналогичные приемники других фирм, а также электронные тахеометры типа TOPCON GTS, SET-5F и аналогичные им по точности электронные тахеометры других фирм.

При отсутствии электронных тахеометров допускается использование оптических теодолитов и светодальномеров (светодальномерных насадок), обеспечивающих требуемую точность измерений.

6.3. При определении плановых координат пунктов РС рекомендуется применять электронные тахеометры, обеспечивающие производство измерений со средними квадратическими погрешностями не более:

горизонтальных углов - $5''$;

линий - $(5 + 5L)$, мм, где L - длина линии в км.

При отсутствии электронных тахеометров допускается использование оптических теодолитов и светодальномеров (светодальномерных насадок), обеспечивающих требуемую точность измерений.

6.4. При определении высот пунктов ОГС и РС должны применяться нивелиры и нивелирные рейки, обеспечивающие требования п. 5.8.