Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Дальневосточный государственный
университет путей сообщения»

Кафедра «Строительство»

А.Н. Сульдин, М.С. Клыков

Контроль точности геометрических параметров зданий и сооружений

Методическое пособие
по выполнению расчетно-графической работы

Хабаровск
Издательство ДВГУПС
2017

УДК 624:531. 7:006.91(075.8)
ББК Н7-7я73 + Ж107.0я73
С 896

Рецензенты
Кандидат технических наук,
доцент кафедры «Автомобильные дороги» Тихоокеанского
государственного университета
А.В. Каменчуков

Заместитель генерального директора
по производству ОАО «Дальгипротранс»
В. В. Воронин

Сульдин А.Н., Клыков М.С.

С 896 Контроль точности геометрических параметров зданий и сооружений: метод. пособие по выполнению расчетно-графической работы / А.Н. Сульдин, М.С. Клыков – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2017. – с. : ил.

Методическое пособие содержит типовые задания, методические указания по их выполнению, информационные таблицы и исходные данные.

Предназначено для студентов 2 и 3-го курсов, изучающих дисциплину «Основы метрологии, стандартизации, сертификации и контроля качества» и «Метрология, стандартизация и сертификация».

Методическое пособие соответствует Федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования направления подготовки бакалавров 08.03.01 «Строительство» и специальности 23.05.06 «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей». Приведены методы проведения измерений и современные методики контроля при строительстве, приемке, реконструкции зданий и сооружений. Рассмотрено использование современных приборов при производстве измерений. Описаны технические параметры и область применения приборов. Приведены примеры производства измерений.

УДК 624:531. 7:006.91(075.8)
ББК Н7-7я73 + Ж107.0я73

© ДВГУПС, 2017

ВВЕДЕНИЕ

Выполнение строительно-монтажных работ невозможно без точных измерений и определения показателей прочности конструкций, этого требует обеспечение качества. В процессе выполнения работ измерения и оценка точности производятся постоянно. Это обеспечивает соответствие проекту геометрических параметров сооружения в пределах определенных допусков, прочность и долговечность конструкций. От качества выполнения измерений, правильного их проведения зависят не только качество возводимого объекта, но и затраты на производство строительно-монтажных работ.

Практическим вопросам производства измерений, оценкам их точности, а также методам контроля геометрических параметров зданий и сооружений посвящено данное пособие.

При производстве строительно-монтажных работ правильность, своевременность и достоверность контроля должны быть освидетельствованы ответственным исполнителем, с письменным подтверждением его проведения, что должно фиксироваться в журналах, актах, служебных записках или иных формах документов нормативно принятых в строительной организации.

Студенту предлагается сформировать пакет документов для абстрактного строящегося объекта. Исходные данные для расчетов и подготовки документов (акты на скрытые работы, схемы исполнительной съемки и др.) формируются в ходе выполнения лабораторных работ или определяются по данным находящимся в таблицах в зависимости от варианта. Для студентов заочной формы обучения вариант определяется по цифрам шифра из зачетной книжки в соответствии с таблицей 1.

Пособие содержит необходимые исходные данные для выполнения 5 заданий, порядок выполнения расчётов, анализа полученных результатов, формирования отчетных документов используемых в строительстве. В расчетно-графической работе требуется сформировать пакет документов используемых при производстве строительно-монтажных работ. Итогом выполнения работы является сформированный общий журнал работ, содержащий документы по отдельным этапам выполнения работ. А именно при приемке разбивочной основы, входному контролю качества конструкций и изделий, исполнительной съемке отдельных этапов работ.

Настоящее методическое пособие подготовлено с целью закрепления знаний студентами и организации самостоятельной работы при изучении метрологического обеспечению строительного производства.

ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ

Задание 1. Измерение геометрических параметров

По результатам измерений выполненных в ходе лабораторных работ или по исходным данным Вашего варианта необходимо определить расстояние между центрами болтовых отверстий в ходе приемочного контроля под монтаж металлической фермы.

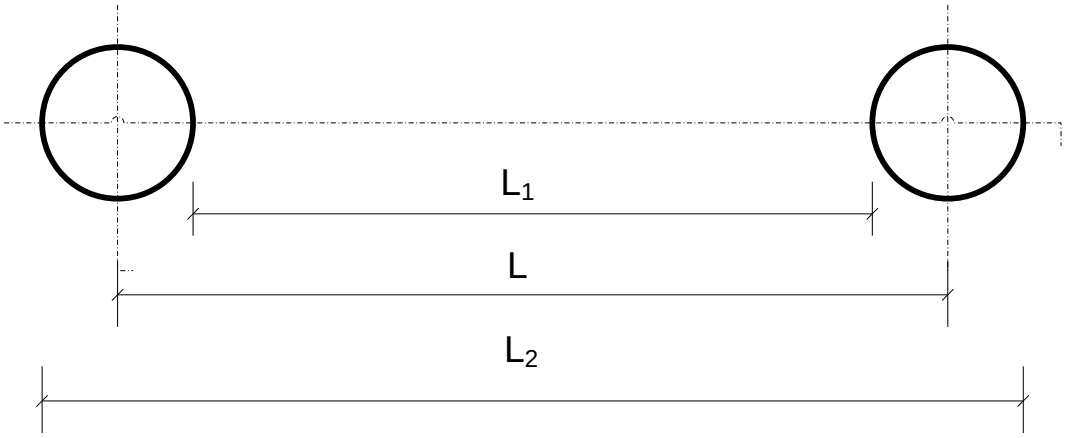

Рис.1

Методические указания для выполнения задания.

В процессе возведения зданий или сооружений в соответствии с ГОСТ 23616-79 [12] должны выполняться контрольные измерения геометрических параметров. Виды контроля, объекты и методы его производства по стадиям строительства приведены в приложении 3. Контроль выполняется средствами измерений на основе прямых однократных или многократных измерений при операционном и приёмочном контроле качества строительно-монтажных работ.

В соответствии с ГОСТ 26433.0-85 [13], каждый геометрический параметр строительных элементов, конструкций, следует измерять в нескольких наиболее характерных сечениях или местах, которые указываются в нормативно-технической, проектной или технологической документации на объект измерения.

Измерения выполняют двойными наблюдениями параметра в каждом из установленных сечений или мест (при числе повторных наблюдений в каждом сечении или месте m, равном 2.

При выполнении и контроле точности разбивочных работ, когда требуется повышенная точность, могут проводиться многократные наблюдения при числе повторных наблюдений m, более 2.

Для уменьшения влияния систематических погрешностей на результат измерения наблюдения производят в прямом и обратном направлениях, на разных участках шкалы отсчетного устройства, меняя установку и настройку прибора и соблюдая другие приемы, указанные в инструкции по эксплуатации на средства измерения. При этом должны быть соблюдены условия равноточности наблюдений (выполнение наблюдений одним наблюдателем, тем же методом, с помощью одного и того же прибора и в одинаковых условиях).

Перед началом наблюдений средства измерений следует выдерживать на месте измерений до выравнивания температур этих средств и окружающей среды.

При производстве измерений следует учитывать необходимость обеспечения минимальных затрат на их выполнение и обработку, а также наиболее полного исключения систематических погрешностей.

Исключение известных систематических погрешностей из результатов наблюдений или измерений выполняют введением поправок к этим результатам. Поправки по абсолютному значению равны этим погрешностям и противоположны им по знаку.

Введением поправок исключают:

погрешность, возникающую из-за отклонений действительной температуры окружающей среды при измерении от нормальной;

погрешность, возникающую из-за отклонений атмосферного давления при измерении от нормального;

погрешность, возникающую из-за отклонений относительной влажности окружающего воздуха при измерении от нормальной;

погрешность, возникающую из-за отклонений относительной скорости движения внешней среды при измерении от нормальной;

погрешность, возникающую вследствие искривления светового луча (рефракции);

погрешность шкалы средства измерения;

погрешность, возникающую вследствие несовпадения направлений линии измерения и измеряемого размера.

Поправки по указанным погрешностям вычисляют по следующим формулам:

1. Поправка на температуру окружающей среды

$$\delta x_{cor,\,t} = -L[\alpha_1(t_1 - 20°\mathrm{C}) - \alpha_2(t_2 - 20°\mathrm{C})] \qquad (1)$$

где L – непосредственно измеряемый размер, мм; α_1, α_2 – коэффициенты линейного расширения средства измерения и объекта, 10^{-6} град$^{-1}$;
t_1, t_2 – температура средства измерения и объекта, °С.

2. Поправка на атмосферное давление определяется при применении электронно-оптических средств измерений в соответствии с эксплуатационной документацией;

3. Поправка на относительную влажность окружающего воздуха $\delta x_{cor,\,w}$ определяют при применении электронно-оптических средств измерений в соответствии с эксплуатационной документацией, а при измерении объектов, изменяющих размеры в зависимости от влажности воздуха в соответствии со свойствами материала;

4. Поправка на относительную скорость внешней среды

$$\delta x_{cor,\ c} = \frac{Q^2 l_{nom}}{24P^2} \qquad (2)$$

где Q – предельное значение допустимой силы ветра, Н; l_{nom}– номинальная длина мерного прибора, мм; P – сила натяжения мерного прибора (рулетки, проволоки), Н.

5. Поправка на длину шкалы средства измерения

$$\delta x_{cor,\ l} = \frac{L}{l_{nom}}\,\Delta l \qquad (3)$$

где $\Delta l = l_i - l_{nom}$; l_i – действительная длина мерного прибора, мм.

6. Поправка на несовпадение направлений линии измерения и измеряемого размера

$$\delta x_{cor,\ h} = \frac{h^2}{2L} \qquad (4)$$

где h – величина отклонения направления измерения от направления измеряемого размера, мм.

7. Поправка на рефракцию $\delta x_{cor,\ r}$ определяют при применении оптических или электронно-оптических приборов в зависимости от условий измерения по специальной методике.

По результатам выполнения измерений, проведенным в ходе лабораторных работ или по исходным данным, приведенным в таблице 2, необходимо определить расстояние L между центрами отверстий под болтовые соединения стальной фермы (см. рисунок 1). Измерения выполнялись стальной 30 метровой металлической рулеткой. Проводилось два наблюдения геометрического параметра, брался передний и задний отсчет по рулетке (см. табл. 2). Для каждого варианта температура окружающей среды в момент измерений и действительная длина мерного прибора, определенная по результатам компарирования, приведены в таблице 2.

В расчетах необходимо учесть поправку на температуру окружающей среды и на длину шкалы средства измерения. Результаты расчетов необходимо оформить в форме акта приемки конструкции под монтаж и

привести соответствующую запись в «Общем журнале работ». Форма журнала приведена в приложении 1. Пример оформления акта приведен в приложении 2.

Пример выполнения расчетов.

Получен результат измерения длины стальной фермы $x_i = 24003$ мм. Измерение выполнялось 30-метровой рулеткой, изготовленной по ГОСТ 7502-98 из нержавеющей стали при температуре окружающей среды $t = -20°C$. При этом $\alpha_1 = 20{,}5 \cdot 10^{-6}$, $\alpha_2 = 12{,}5 \cdot 10^{-6}$, $t_1 = t_2 = -20°C$. Тогда поправка на отклонение температуры окружающей среды от нормального значения составит:

$$\delta x_{cor,t} = -24003[20{,}5 \cdot 10^{-6}(-20 - 20) - 12{,}5 \cdot 10^{-6}(-20 - 20)] = 8 \text{ мм}.$$

Значения α_1, α_2 приняты по паспорту на рулетку или из свидетельства о поверке.

Поправка на длину шкалы средства измерения, определенная по формуле 3, при действительной длине рулетки $l_i = 30002$ мм составит:

$$\delta x_{cor,l} = 24003/30000 * 2 = 2 \text{ мм}.$$

Действительную длину x_i фермы с учетом поправки на температуру окружающей среды и поправки на длину рулетки следует принять равной

$$x_i + \delta x_{cor,t} + \delta x_{cor,l} = 24003 + 8 + 2 = 24013 \text{ мм}.$$

Таблица 1

Номер варианта

Цифра номера зачетной книжки		Последняя									
		0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
Предпоследняя	**0**	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	2	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	4	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	5	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	7	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	8	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Таблица 2

Исходные данные к заданию 1

Вариант	Отсчет по рулетке								Температура объекта и средства измерения	Действительная длина мерного прибора
	Наблюдение 1				Наблюдение 2					
	L_1		L_2		L_1		L_2			
	передний	задний	передний	задний	передний	задний	передний	задний		
1	10	17979	30	18062	10	17977	30	18062	0	30001
2	20	17988	40	18072	20	17988	40	18070	5	30002
3	30	17996	50	18084	30	17997	50	18082	10	30003
4	40	18006	60	18094	40	18006	60	18096	15	29997
5	50	18014	70	18106	50	18013	70	18106	-5	29998
6	60	18024	80	18116	60	18024	80	18115	-10	29999
7	70	18028	90	18132	70	18026	90	18132	-15	30000
8	80	18038	100	18142	80	18038	100	18144	-20	30001
9	90	18042	110	18158	90	18041	110	18158	0	30002
10	100	18052	120	18168	100	18052	120	18167	5	30003
11	10	23978	30	24062	10	23977	30	24062	10	29997
12	20	23988	40	24072	20	23988	40	24070	15	29998
13	30	23996	50	24084	30	23997	50	24082	-5	29999
14	40	24006	60	24094	40	24006	60	24096	-10	30000
15	50	24014	70	24106	50	24013	70	24106	-15	30001
16	60	24024	80	24116	60	24024	80	24115	-20	30002
17	70	24028	90	24132	70	24026	90	24132	0	30003
18	80	24038	100	24142	80	24038	100	24144	5	29997
19	90	24042	110	24158	90	24041	110	24158	10	29998
20	100	24052	120	24168	100	24052	120	24167	15	29999
21	10	17979	30	18062	10	17977	30	18062	0	30000
22	20	17988	40	18072	20	17988	40	18070	5	30001
23	30	17996	50	18084	30	17997	50	18082	10	30002
24	40	18006	60	18094	40	18006	60	18096	15	30003
25	50	18014	70	18106	50	18013	70	18106	-5	29997
26	60	18024	80	18116	60	18024	80	18115	-10	29998
27	70	18028	90	18132	70	18026	90	18132	-15	29999
28	80	18038	100	18142	80	18038	100	18144	-20	30000
29	90	18042	110	18158	90	18041	110	18158	0	30001
30	100	18052	120	18168	100	18052	120	18167	5	30002

Задание 2. Оценка точности измерений

Расчет фактической точности наблюдений по результатам измерений и сравнения её с установленной нормой характеристики точности, т.е. оценка точности измерений проводится при первичной и обновлённой комплектации средств участвующих в измерениях, при аттестации методики измерений, освоении методов и средств измерений, периодически - при изменении условий измерений, а также при приемочном контроле по требованию заказчика, инженера по техническому надзору в обязательном порядке и при операционном контроле. Требования по оценке точности устанавливаются подрядчиком в проекте производства работ согласно ГОСТ 26433.0-85 [13] или ГОСТ Р ИСО 17123-1. При выполнении разбивочных работ оценку точности измерений производят каждый раз после окончания измерений.

Методические указания для выполнения задания.

Для оценки точности измерений используют многократные наблюдения параметра в одном из установленных сечений (мест) или двойные наблюдения параметра в разных сечениях (местах) одного или нескольких объектов измерений. Общее число наблюдений m, необходимое для оценки точности результата измерений, должно быть не менее 6.

Оценку точности измерений производят путем определения действительной погрешности измерения $\delta x_{s,met}$ и сравнения её с предельной погрешностью δx_{met} .

Предельная погрешность измерений определяется исходя из следующих условий:

$$\delta x_{met} \leq \boldsymbol{k}\, \Delta \boldsymbol{X},$$

где $\Delta \boldsymbol{X}$ - допуск измеряемого геометрического параметра, (см. приложение 5); $\boldsymbol{k}$ - коэффициент, зависящий от цели измерений и характера объекта и принимаемый при контроле точности:

изготовления и установки элементов - 0.2;

разбивочных работ - 0.2;

измерений в процессе выполнения разбивочных работ - 0.4 .

В случаях, когда нормирована относительная погрешность измерения, определяют действительную относительную погрешность.

Действительную погрешность измерения при многократных наблюдениях определяют по формуле

$$\delta x_{s,met} = t S_{x,met}, \qquad (5)$$

где $S_{x,met}$ – средняя квадратическая погрешность измерения; t – коэффициент, значения которого приведены в таблице 3.

Таблица 3

Поправочный коэффициент для многократных наблюдений

Доверительная вероятность	Значение t при m, равном			
	20	10	8	6
0,95	2	2,3	2,4	2,6
0,99	2,5	3,2	3,5	4,0

Среднюю квадратическую погрешность измерения при многократных наблюдениях параметра определяют по формуле

$$S_{x,met} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{M}(x_j - \bar{x})^2}{m(M-1)}} \quad (6)$$

где x_j – результат наблюдения; $\bar{x}$ – результат измерения, полученный по многократным наблюдениям параметра (среднее арифметическое);*M* – число равноточных результатов наблюдений, выполняемых для предварительной оценки; *m* – число наблюдений параметра, выполняемых при контроле в данном сечении (месте).

Если при измерениях используются средства и методы, для которых из специально выполненных ранее измерений или из эксплуатационной документации установлена средняя квадратическая погрешность наблюдения S_{met} , то действительную погрешность измерения определяют по формуле

$$\delta x_{s,met} = t\frac{S_{met}}{\sqrt{m}}. \quad (7)$$

При двойных наблюдениях, существенно различных по значению между парами линейных размеров, среднюю квадратическую и остаточную систематическую погрешность результата измерений определяют в приведенной ниже последовательности. При этом наблюдения в паре являются равноточными, а между парами - неравноточными.

Расчет точности выполняют в следующем порядке:

1. Определение разностей d_j в каждой паре наблюдений

$$d_j = x_{j1} - x_{j2} \quad (9)$$

где x_{j1}, x_{j2} - результаты первого и второго наблюдений в паре параметра в одном из установленных сечений (мест). Для обеспечения правильной оценки все первые наблюдения в установленных сечениях (местах) выполняют в одном направлении (или при одной установке прибора) и все вторые - в обратном направлении (или при симметричной установке прибора), а запись результатов наблюдений - в строгом соответствии с порядком их выполнения;

2. Вычисление весов разностей $\mathrm{Pd_j}$

$$Pd_j = \frac{C}{2x_j} \tag{10}$$

где C - любая постоянная величина (рекомендуется 1000).

2. Вычисление остаточной систематической погрешности $\delta \mathrm{x_{m,met}}$

$$\delta x_{m,met} = \frac{\sum_{j=1}^{M'} Pd_j \cdot d_j}{\sum_{j=1}^{M'} Pd_j} \tag{11}$$

где M' - число пар наблюдений $\left(M' = \frac{M}{2}\right)$.

4. Проверка значимости остаточной систематической погрешности

$$\left|\sum_{j=1}^{M'} d_j \sqrt{Pd_j}\right| \le 0{,}25 \sum_{j=1}^{M'} \left|d_j \sqrt{Pd_j}\right| \tag{12}$$

5. Вычисление среднеквадратической погрешности результата измерения в каждой паре, если условие (ф.12) выполняется

$$S_{x,met} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{M'} Pd_j \cdot d_j^2}{4M' Pd_j}} \tag{13}$$

6. Определение разностей в каждой паре наблюдений d'_j с исключением остаточной систематической погрешности

$$d'_j = d_j - \delta x_{m,met} \tag{14}$$

7. Проверка правильности вычислений

$$\sum_{j=1}^{M'} d'_j = \sum_{j=1}^{M'} d_j - \delta x_{m,met} \cdot M' \tag{15}$$

$$\sum_{j=1}^{M'} d_j'^2 = \sum_{j=1}^{M'} d_j^2 - \frac{\left[\sum_{j=1}^{M'} d_j\right]^2}{M'} \tag{16}$$

8. Вычисление среднеквадратической погрешности результата измерения в каждой паре наблюдений, если условие (ф.12) не выполняется

$$S'_{x,met} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{M'} Pd_j \cdot d_j'^2}{4Pd_j (M' - 1)}} \tag{17}$$

В задаче 2 необходимо по результатам выполнения измерений, проведенным в ходе лабораторных работ или по исходным данным, приведенным в таблице 4 и таблице 5, произвести оценку точности измерений, выполняемых рулеткой при контроле точности детальных разбивочных работ двойными наблюдениями расстояний между разбивочными осями. Наблюдения в паре равноточны, а между парами, вследствие большой разницы в значениях расстояний, неравноточны.

Результаты расчетов необходимо оформить в форме акта приемки детальной разбивочной основы и привести соответствующую запись в «Общем журнале работ». Форма журнала приведена в приложении 1. Пример оформления акта приведен в приложении 2.

Пример расчета точности измерений.

Произвести оценку точности измерений, выполняемых рулеткой при контроле точности детальных разбивочных работ двойными наблюдениями расстояний между разбивочными осями.

Наблюдения в паре равноточны, а между парами, вследствие большой разницы в значениях расстояний, неравноточны.

Выполнено 8 пар наблюдений (по числу имеющихся в натуре ориентиров). Расчеты действительных абсолютных погрешностей измерения для каждой пары наблюдений сведены в таблицу 4.

Таблица 4

Действительные абсолютные погрешности измерения для каждой пары наблюдений

№ п\н	Наблюдения		$d_j = x_{j1} - x_{j2}$	d_j^2	$Pd_j = \frac{1000}{2x_j}$	$Pd_j d_j^2$	$4M' Pd_j$	$S_{x,met}$	$\delta x_{s,met}$	δx_{met}
	x_{j1}, мм	x_{j2}, Мм								
1	6003	6002	1,0	1,0	0,08	0,08	2,56	1,1	2,4	3,2
2	2995	2997	-2,0	4,0	0,16	0,64	5,12	0,8	1,8	2,0
3	3600	3600	0	0	0,13	0,00	4,16	0,9	2,0	2,0
4	2398	2399	-1,0	1,0	0,21	0,21	6,72	0,7	1,5	1,2
5	3600	3602	-2,0	4,0	0,13	0,52	4,16	0,9	2,0	2,0
6	2994	2993	1,0	1,0	0,16	0,16	5,12	0,8	1,8	2,0
7	1997	1995	2,0	4,0	0,25	1,00	8,00	0,6	1,3	1,2
8	3605	3603	2,0	4,0	0,13	0,52	4,16	0,9	2,0	2,0
						$\sum 3{,}13$				

Вычислена остаточная систематическая погрешность и проверена ее значимость

$$\delta x_{m,met} = \frac{\sum_{j=1}^{M'} Pd_j \cdot d_j}{\sum_{j=1}^{M'} Pd_j} = -0{,}03 \text{ мм}$$

$$\left| \sum_{j=1}^{M'} d_j \sqrt{Pd_j} \right| \le 0{,}25 \sum_{j=1}^{M'} \left| d_j \sqrt{Pd_j} \right|; \quad 0{,}4 \le 0{,}25 \cdot 4{,}5; \quad 0{,}4 \le 1{,}1.$$

Следовательно, остаточной систематической погрешностью можно пренебречь.

Действительные абсолютные погрешности измерения для каждой пары наблюдений вычислены в таблице 4 при $t = 2{,}2$ ($M = 16$, доверительная вероятность 0,95).

Таблица 5

Расстояние между разбивочными осями x_{j1} Вариант	Номер пары наблюдений							
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
1	6003	2995	3600	2398	3600	2994	1997	3605
2	2995	3600	2398	3600	2994	1997	3605	6003
3	3600	2398	3600	2994	1997	3605	2995	3600
4	2398	3600	2994	1997	3605	2398	3600	2994
5	3600	2994	1997	3605	2398	3600	2994	1997
6	2994	1997	3605	2398	3600	2994	1997	3605
7	1997	3605	2398	3600	2994	1997	3605	2398
8	3605	2995	3600	2398	3600	2994	1997	3605
9	1997	3605	2398	2994	6003	2995	3600	2398
10	3605	2398	3600	1997	2995	3600	2398	2994
11	2398	3600	2994	3605	3600	2398	3600	1997
12	3600	2994	1997	2995	2398	3600	2994	3605
13	2398	3600	2994	3605	3600	2994	1997	2995
14	2994	1997	3605	2398	2994	1997	3605	3605
15	1997	3605	2398	3600	1997	3605	2398	2398
16	3605	2398	3600	2994	3605	2995	3600	3600
17	2995	3600	2994	1997	1997	3605	2398	2994
18	3605	2398	3600	2994	3605	2398	3600	1997
19	6003	2995	3600	2994	2398	3600	2994	2994
20	2995	3600	2398	1997	3600	2994	1997	2994
21	3600	2398	3600	3605	2398	3600	2994	1997
22	2398	3600	2994	2995	3600	2994	1997	3605
23	3600	2994	1997	3605	6003	2995	3600	2995
24	2994	1997	3605	2994	2995	3600	2398	3605
25	1997	3605	2398	1997	3600	2398	3600	3600
26	3605	2995	3600	3605	2398	3600	2994	1997
27	3600	2994	1997	2995	3600	2994	1997	3605
28	2994	1997	3605	3605	2994	1997	3605	2398
29	1997	3605	2398	3600	1997	3605	2398	3600
30	3605	2398	3600	2994	3605	2995	3600	2398

Таблица 6

Расстояние между разбивочными осями $x_{j\,2}$

Вариант	Номер пары наблюдений							
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
1	6002	2997	3601	2399	3602	2996	1999	3603
2	2997	3601	2397	3603	2991	1997	3606	6002
3	3601	2398	3602	2991	1998	3605	2996	3601
4	2399	3601	2994	1998	3606	2395	3603	2993
5	3601	2995	1996	3606	2397	3601	2993	1997
6	2995	1998	3607	2399	3598	2995	1998	3605
7	1996	3606	2395	3603	2995	1998	3604	2398
8	3606	2994	3601	2399	3599	2995	2000	3605
9	1998	3606	2397	2996	6004	2996	3597	2398
10	3608	2399	3602	1996	2996	3602	2399	2994
11	2396	3599	2995	3608	3601	2397	3601	1997
12	3602	2997	1998	2992	2401	3603	2995	3605
13	2397	3601	2993	3606	3601	2996	1998	2995
14	2995	1998	3606	2399	2993	1994	3607	3605
15	1998	3606	2397	3601	1999	3607	2400	2398
16	3606	2399	3599	2996	3604	2996	3602	3600
17	2997	3603	2997	1995	1998	3606	2399	2994
18	3606	2399	3601	2992	3606	2400	3603	1997
19	6005	2996	3597	2995	2399	3602	2995	2994
20	2997	3601	2397	1999	3598	2995	1998	2994
21	3602	2401	3601	3604	2401	3598	2996	1997
22	2396	3601	2995	2996	3601	2992	1998	3605
23	3602	2995	1999	3603	6004	2997	3601	2995
24	2992	1998	3606	2991	2996	3601	2399	3605
25	1999	3606	2400	1995	3602	2399	3598	3600
26	3602	2996	3599	3606	2396	3601	2995	1997
27	3602	2995	1998	2994	3601	2995	1998	3605
28	2991	1998	3606	3608	2995	1995	3607	2398
29	1998	3606	2400	3601	1999	3606	2395	3600
30	3607	2399	3597	2995	3606	2997	3601	2398

Допуски на разбивку осей в плане определялись по ГОСТ 21779 (см. Приложение 5) и соответствуют 6-му классу точности.

Действительные погрешности измерений в наблюдениях 1, 2 ,3, 5, 6, 8 не превышают предельных. Наблюдения с порядковым номером 4 и 7 следует повторить при $\mathrm{m} = 3 - 4$.

Задание 3. Контрольные геодезические измерения при монтаже конструкций

Монтаж сборных конструкций зданий и сооружений начинают с подготовительных операций, которые включают в себя контрольные измерения сборных элементов и мест их установки в проектное положение.

При поступлении сборных элементов на строительную площадку выборочно проверяют их параметры. При этом определяют длину, ширину, толщину и диагонали строительного элемента, а также местоположение опорных площадок, закладных деталей и отверстий. Измерения выполняю металлической рулеткой с миллиметровыми делениями. Для фиксации различных плоскостей детали используют специальные приспособления. Результаты контрольных измерений регистрирую в специальном журнале. По полученным результатам оценивают качество сборных элементов и принимают решение об их пригодности к монтажу.

Методические указания для выполнения задания

Для плоских элементов значительных размеров (сборных ферм, стеновых панелей и т.д.) определяют отклонения поверхности детали от плоскости (пропеллерность).

Для строительных конструкций, проверяемые поверхности которых расположены вертикально, применяют боковое нивелирование. При боковом нивелировании (рис.2) от створа контролируемой поверхности откладывают по перпендикуляру равные отрезки KM = LM и получают параллель MN створу KN. Над точкой M устанавливают теодолит, приводят его в рабочее положение и наводят центр сетки нитей на точку N, а лимб и алидаду закрепляют. Если зрительную трубу вращать вокруг горизонтальной оси (оси вращения трубы), получим коллимационную плоскость Q. Для контроля сборного элемента измеряют расстояния от точек его поверхности до плоскости Q. Отметим, что строгой параллельности плоскостей не требуется.

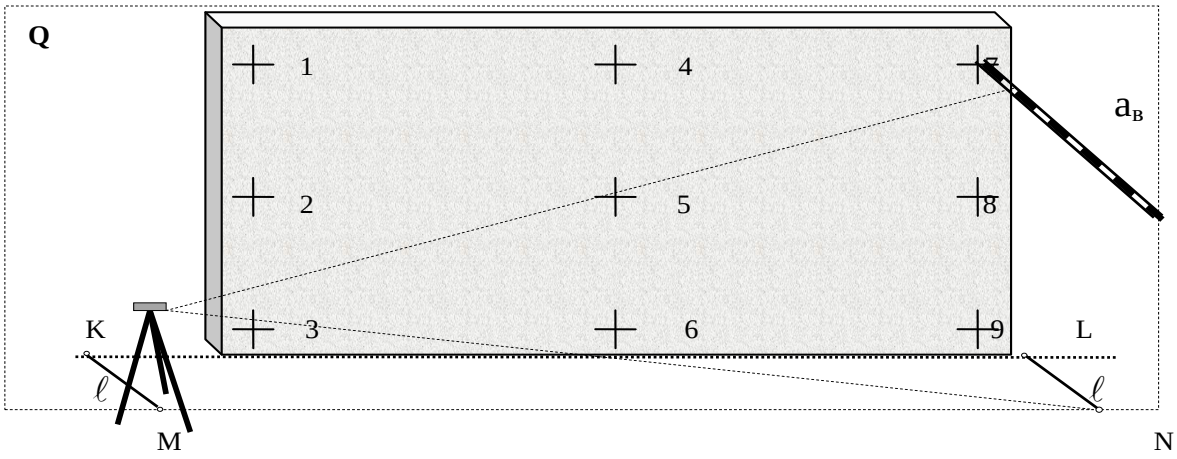

Рис. 2. Схема бокового нивелирования

Измерения выполняют в такой последовательности. На контролируемом элементе намечают девять точек (рис.2) и последовательно устанавливают на них нивелирную рейку. Рейку располагают горизонтально, наводят на нее зрительную трубу теодолита и по вертикальной нити берут отсчет.

При отсчете правильность положения рейки контролируют по горизонтальной нити сетки. Для проверки правильности измерений отсчеты берут по черной и красной сторонам рейки.

Для определения отклонения поверхности контролируемого элемента от плоскости рассмотрим рис. 3. Пусть деталь находится вертикально по линии 1 - 3, а по теодолиту взяты в точках 1, 2 и 3 отсчеты a_1, a_2 и a_3. Если точки 1 и 3 соединить прямой линией, то в середине полученного отрезка в точке 2 отсчет по рейке будет равен: $0.5\,(a_1 + a_3)$.

Отклонение как видно из рисунка, $\delta = 0.5\,(a_1 + a_3) - a_2 = 0.5(a_1 - a_2 - 2 * a_2)$.

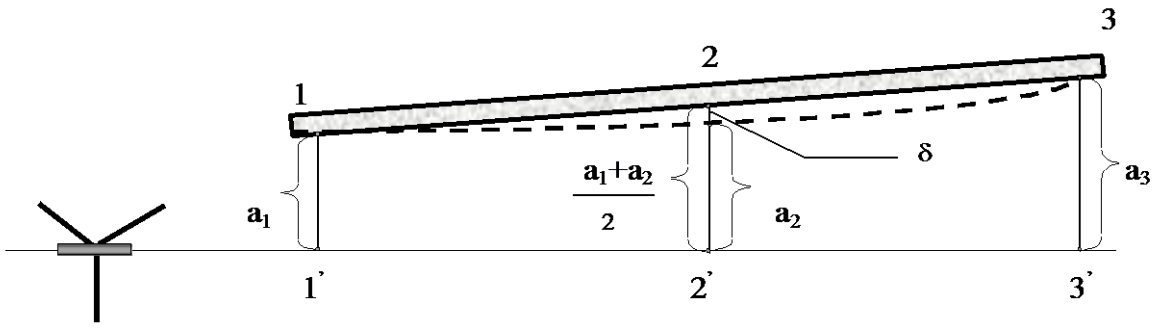

Рис. 3. Расчетная схема для определения отклонения поверхности плиты от плоскости

При контроле поверхности по полной программе вычисляют восемь отклонений по следующим направлениям:

$$\delta_1 = 0.5\,(a_1 + a_3 - 2\,a_2); \quad (18)$$
$$\delta_2 = 0.5\,(a_4 + a_6 - 2\,a_5);$$
$$\delta_3 = 0.5\,(a_7 + a_9 - 2\,a_8);$$
$$\delta_4 = 0.5\,(a_1 + a_7 - 2\,a_4);$$
$$\delta_5 = 0.5\,(a_2 + a_8 - 2\,a_5);$$
$$\delta_6 = 0.5\,(a_3 + a_9 - 2\,a_6);$$
$$\delta_7 = 0.5\,(a_1 + a_9 - 2\,a_5);$$
$$\delta_8 = 0.5\,(a_3 + a_7 - 2\,a_5).$$

Отклонение от плоскости не должно быть более 8 мм, поэтому при $|\delta| <= 16$ мм поверхность считают практически плоской.

Иногда выполняют сокращенный контроль, при котором отклонения определяют по пяти точкам (в углах и на пересечении диагоналей) с вычислением δ по двум диагоналям треугольника.

Порядок выполнения задания.

В задании 3 необходимо по результатам выполнения измерений, проведенным в ходе лабораторных работ или по исходным данным, приведенным в таблице 7, определить отклонения поверхности конструкции от плоскости.

Результаты расчетов необходимо оформить в форме акта приемки конструкции и внести соответствующую запись в «Общий журнал работ». Форма журнала приведена в приложении 1. Пример оформления акта приведен в приложении 2.

Задание выполняется в следующей последовательности:

1. Согласно примера (рис.4) вынести исходные данные соответствующие отсчетам по черной и красной сторонам реек для девяти точек конструкции (из таблицы 7);

2. Проверить правильность произведенных отсчетов по разности нулей реек (PO_T):

$$PO_{T\,i} = Черная_i - Красная_i. \quad (19)$$

По результатам исследования рейки $PO_T = 4783$.

3. Для повышения точности измерений произвести определение средних отметок для каждой точки:

$$a_i = 0.5\,(Черная_i + Красная_i). \quad (20)$$

Таблица 7

Исходные данные к заданию №3

Вариант	Отсчеты по черной и красной сторонам реек в точках, мм								
	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	a_8	a_9
1	357	366	367	370	379	380	381	396	395
	5142	5150	5151	5155	5162	5163	5164	5181	5178
2	481	482	510	494	488	505	506	495	495
	5265	5265	5295	5278	5273	5287	5286	5279	5279
3	594	597	612	604	609	624	616	620	616
	5378	5380	5395	5386	5391	5400	5398	5402	5398
4	683	708	713	705	720	725	717	732	737
	5467	5491	5498	5489	5505	5507	5501	5516	5521
5	794	809	804	806	821	816	818	813	828
	5576	5594	5589	5591	5606	5600	5601	5596	5611
6	922	927	922	934	939	934	946	951	976
	5707	5710	5707	5719	5722	5716	5729	5734	5759
7	1023	1020	1023	1035	1030	1032	1027	1042	1044
	5808	5805	5808	5819	5815	5818	5812	5827	5830
8	1090	1075	1100	1102	1099	1112	1114	1129	1124
	5873	5858	5882	5887	5880	5895	5897	5912	5907
9	1171	1176	1201	1183	1188	1203	1196	1202	1185
	5954	5959	5983	5967	5970	5985	5980	5985	5968
10	1050	1065	1070	1092	1077	1082	1094	1089	1194
	5833	5850	5855	5874	5862	5867	5877	5873	5978
11	358	368	366	372	380	378	384	398	396
	5143	5152	5150	5157	5163	5161	5167	5183	5179
12	482	484	509	496	489	503	509	497	496
	5266	5267	5294	5280	5274	5285	5289	5281	5280
13	595	599	611	606	610	622	619	622	617
	5379	5382	5394	5388	5392	5398	5401	5404	5399
14	684	710	712	707	721	723	720	734	738
	5468	5493	5497	5491	5506	5505	5504	5518	5522
15	795	811	803	808	822	814	821	815	829
	5577	5596	5588	5593	5607	5598	5604	5598	5612
16	923	929	921	936	940	932	949	953	977
	5708	5712	5706	5721	5723	5714	5732	5736	5760
17	1024	1022	1022	1037	1031	1030	1030	1044	1045
	5809	5807	5807	5821	5816	5816	5815	5829	5831
18	1091	1077	1099	1104	1100	1110	1117	1131	1125
	5874	5860	5881	5889	5881	5893	5900	5914	5908

Продолжение табл. 7

19	1172	1178	1200	1185	1189	1201	1199	1204	1186
	5955	5961	5982	5969	5971	5983	5983	5987	5969
20	1051	1067	1069	1094	1078	1080	1097	1091	1195
	5834	5852	5854	5876	5863	5865	5880	5875	5979
21	359	365	369	371	381	382	382	399	397
	5144	5149	5153	5156	5164	5165	5165	5184	5180
22	483	481	512	495	490	507	507	498	497
	5267	5264	5297	5279	5275	5289	5287	5282	5281
23	596	596	614	605	611	626	617	623	618
	5380	5379	5397	5387	5393	5402	5399	5405	5400
24	685	707	715	706	722	727	718	735	739
	5469	5490	5500	5490	5507	5509	5502	5519	5523
25	796	808	806	807	823	818	819	816	830
	5578	5593	5591	5592	5608	5602	5602	5599	5613
26	924	926	924	935	941	936	947	954	978
	5709	5709	5709	5720	5724	5718	5730	5737	5761
27	1025	1019	1025	1036	1032	1034	1028	1045	1046
	5810	5804	5810	5820	5817	5820	5813	5830	5832
28	1092	1074	1102	1103	1101	1114	1115	1132	1126
	5875	5857	5884	5888	5882	5897	5898	5915	5909
29	1173	1175	1203	1184	1190	1205	1197	1205	1187
	5956	5958	5985	5968	5972	5987	5981	5988	5970
30	1052	1064	1072	1093	1079	1084	1095	1092	1196
	5835	5849	5857	5875	5864	5869	5878	5876	5980

	1648		1663		1678
1 +	6430	4 +	6445	+ 7	6463
	4782		4782		4782
	1659		1668		1676
2 +	6443	5 +	6451	+ 8	6460
	4784		4783		4784
	1668		1682		1691
3 +	6443	6 +	6464	+9	6475
	4784		4782		4784

Рис. 4. Пример контроля точности взятия осчетов

4. Определить отклонения (ф.18) от плоскости в каждой точке;

5. Оценить качество конструкции и принять решение о ее пригодности к монтажу.

Задание 4. Исполнительная съемка конструкций

Исполнительные геодезические съемки выполняются организациями, осуществляющими строительно-монтажные работы при приёмочном контроле качества зданий или сооружений. При возведении особо сложных объектов съемки могут выполняться с привлечением специализированных организаций.

В проекте производства работ (ППР) должны указываться контролируемые геометрические параметры, места, точки и методики измерений, порядок проведения и объем исполнительных съемок, порядок регистрации и обработки измерений, и их переноса на исполнительные чертежи.

Методические указания для выполнения задания.

Контролируемые в процессе производства СМР геометрические параметры зданий (сооружений), методы геодезического контроля, порядок и объём его проведения, необходимые для регламентации в ППР устанавливаются в соответствии с [15] и приведены в приложении 4.

Объём исполнительных чертежей устанавливается в соответствии с требованиями ППР, нормативных документов органов власти субъектов Российской Федерации.

В качестве исходной геодезической основы для исполнительной съемки принимаются знаки геодезической разбивочной основы для строительства, знаки закрепления осей, монтажные риски на конструкциях. До начала съемки проверяют неизменность знаков исходной основы.

Зазоры (расстояния) между элементами, длины площадок опирания монтируемых элементов, несоосности элементов или несовпадения поверхностей, невертикальности, а также правильность положения закладных деталей следует проверять непосредственным измерением расстояний между осями или гранями. Исполнительные съемки элементов конструкций должны выполняться с точностью, вычисляемой по формуле

$$\delta x_{met} \leq 0{,}2\Delta x \qquad (21)$$

При исполнительной съемке опалубки и поддерживающих лесов определяют и на схемах показывают отклонения:

расстояний между опорами изгибаемых элементов;

между связями вертикальных поддерживающих конструкций на 1 м длины и на весь пролет с интервалом через 1 м;

расстояний от вертикали или проектного наклона плоскостей опалубки и линий их пересечений на 1 м и на всю высоту конструкций с интервалом не реже, чем через 1 м;

осей опалубки фундаментов, стен, колонн, балок, прогонов, арок;

стоек домкратных рам и осей домкратов от вертикали;

осей перемещаемой или переставляемой опалубки относительно осей сооружения;

внутренних размеров опалубок балок, колонн, стен от проектных размеров.

На схемах показывают разность отметок плоскостей верхних кружал или поверхности рабочего пола скользящей опалубки, конусность скользящей опалубки, а в особо оговоренных в проекте случаях – местные неровности опалубки на двухметровых интервалах.

При исполнительной съемке монолитных железобетонных конструкций измеряют и на схемах показывают отклонения плоскостей и линий их пересечения от вертикали или от проектного наклона конструкций фундаментов, стен, колонн, горизонтальных плоскостей. Съемку на всю высоту или плоскость участка выполняют в крайних точках конструкции и в характерных сечениях с интервалом между точками съемки не более трех метров, если иные требования не предусмотрены проектом. В монолитных зданиях, возводимых методом скользящей опалубки, измеряют и на схемах показывают: в плане – места пересечения стен, по высоте – отметки проемов штроб, отверстий и полов.

При исполнительной съемке сборных элементов измеряют и на схемах показывают отклонения от разбивочных осей, проектных отметок, вертикали осей или граней сборных элементов. В случаях, специально оговоренных в проектах, определяют величины площадок опирания и зазоры между элементами конструкций.

Места съемки, форма отражения результатов съемки, точность измерений допускаемых отклонений устанавливаются проектной документацией, ППР.

Высотная исполнительная съемка выполняется для площадок опирания перекрытий на стены. Величины допусков отклонения габаритов и отметок от проектных значений определяется требованиями СП 70.13330.2011. «Несущие и ограждающие конструкции» [17].

Исполнительная съемка металлических конструкций выполняется в два этапа. Первый этап работ предусматривает определение и отражение на схемах или чертежах отклонения в отметках, смещения опорных мест фундаментов, закладных деталей, анкерных болтов. Если технологией производства работ предусмотрена укрупнительная сборка монтажных

элементов, то при проведении исполнительной съемки определяется отклонение габаритов конструкций от проектных значений.

Ответственные конструкции жилых и производственных зданий (опоры, пролетные строения, балки, башенные сооружения и т.п.) подвергаются исполнительной съемке до проведения приемочных испытаний.

Второй этап работ предусматривает производство исполнительной съемки после окончания всех испытаний. Порядок производства работ, объем исполнительной съемки, точность измерений устанавливаются проектной документацией.

Если в проекте не приведены требования к точности определения отметок, габаритов, привязок к осям и другим геометрическим параметрам, то полученные значения сравнивают с допускаемыми по [17].

В объемно-блочных зданиях исполнительная съемка производится:

в плане – продольных граней блоков (при линейном опирании), углов (при опирании блоков по углам);

по высоте – опорных площадок несущих стен.

В производственных и промышленных зданиях и сооружениях исполнительную съемку дополнительно производят:

в плане – расстояние от колонн до оси балки – смещение оси пути от оси балки;

по высоте определяют отклонения балок и головок рельсов от проектных.

В крупнопанельных зданиях исполнительная съемка производится:

в плане – для панелей несущих и ограждающих стен, лифтовых, санитарно-технических и других объемных элементов, панелей (плит) перекрытий;

по высоте определяют горизонтальность плит (панелей) перекрытий в пределах между температурными швами и перепад отметок смежных в плане элементов, образующих опорную площадку.

Исполнительная съемка лифтов выполняется в два этапа.

На первом этапе снимается строительная часть шахты по всей высоте, при съемке измеряют отклонения:

стен шахт от вертикальной плоскости – по ширине и длине шахты;

разности диагоналей в плане – в сечениях каждого яруса;

отверстий в стенах шахты в полах машинного и блочного помещений, а также закладных деталей – по всей высоте шахты;

нижней рамы и поясов металлокаркасной шахты – от горизонтальной плоскости, стояков – от вертикали;

осей проемов дверей шахты относительно общей вертикальной оси;

опорных поверхностей тумб для установки буферов – от горизонтальной плоскости;

вертикальных осей, оставляемых в тумбах колодцев для анкерных буферных подставок (из плоскости направляющих).

На втором этапе съемки измеряют отклонения:

направляющих кабины и противовеса – от вертикали;

размеров между головками направляющих кабины (противовеса);

вертикальной оси буфера (из плоскости направляющих) – от отвесной линии и т.п.

Плановая исполнительная съемка.

Плановая исполнительная съемка колонн здания выполняется методом бокового нивелирования с линий, параллельных осям зданий (с "параллельных выносок"). Для этого от знаков закрепления оси, например, от точек К и L (рис. 5) перпендикулярно оси А – А откладывают равные отрезки КМ = LN = ℓ.

На одной из точек параллели (например, М) устанавливают теодолит, приводят его вертикальную ось в отвесное положение и наводят крест нитей сетки зрительной трубы на точку N.

К колонне горизонтально и перпендикулярно оси А – А устанавливают рейку сначала в нижнем, а затем в верхнем сечениях колонны и берут отсчеты $a_в$ и $a_н$ по вертикальной нити сетки зрительной трубы. Положение рейки контролируют по горизонтальной нити прибора и визуально. Отсчеты берут по черной и красной сторонам рейки. Для контроля вычисляют разности нулей рейки:

$$\boldsymbol{PO_н = a_{кн} - a_{чн}\ ;} \qquad (22)$$
$$\boldsymbol{PO_в = a_{кв} - a_{чв}\ ,}$$

где $\boldsymbol{a_{кн}}$, $\boldsymbol{a_{чн}}$ – отсчеты по красной и черной сторонам рейки в нижней части колонны; $\boldsymbol{a_{кв}}$, $\boldsymbol{a_{чв}}$ – отсчеты по красной и черной сторонам рейки в верхней части колонны.

Эти разности не должны отличаться от значения $\boldsymbol{PO_T}$, полученного ранее по исследованиям рейки, более чем на 2 мм.

Одновременно с этим, рейкой измеряют ширину колонны с двух сторон – $\boldsymbol{d_1}$ и $\boldsymbol{d_2}$. Отсчеты по рейке и измерения выполняют по всем колоннам данного ряда. Результаты измерений записывают на схеме (рис. 6).

Величина смещения δ центра низа колонны с проектной оси здания А – А (для колонны А2) определяется по черной и красной сторонам рейки из выражений:

$$\boldsymbol{\delta_{чн} = \ell_З - a_{чн} - 0.5\ D;} \qquad (23)$$
$$\boldsymbol{\delta_{кн} = \ell_З - a_{кн} + PO_т - 0.5\ D,}$$

где $D = (d_1 + d_2)/2$ – среднее сечение колонны в месте установки рейки; ℓ_3 – расстояние от коллимационной плоскости до оси колонн.

Среднее значение смещения низа колонны определяется по формуле:

$$\delta_н = 0.5\ (\delta_{чн} + \delta_{кн}). \qquad (24)$$

Среднее значение выписывают на схему исполнительной съемки, а направление смещения показывают стрелкой. Аналогично определяют смещение верха колонн для всех осей здания. На исполнительной схеме цифра над или слева от стрелки показывает смещение в верхнем сечении колонны, а под или справа от стрелки – в нижнем сечении.

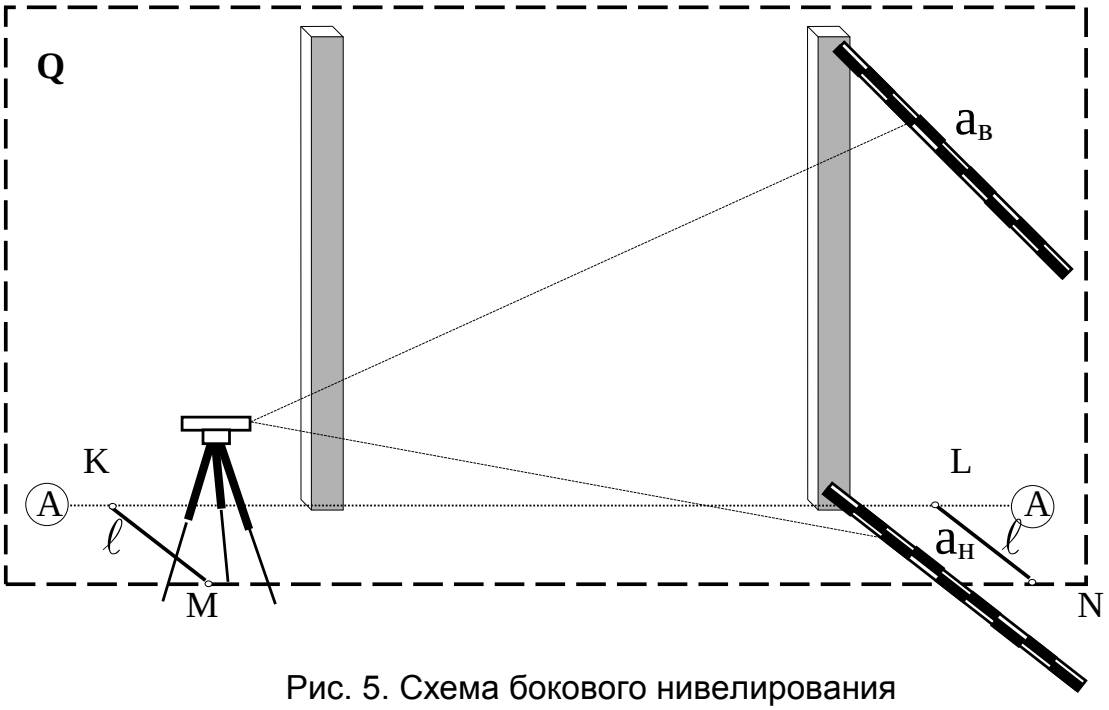

Рис. 5. Схема бокового нивелирования

Высотная исполнительная съемка

Высотные исполнительные съемки сборных конструкций зданий и сооружений выполняют геометрическим нивелированием. При съемке определяют отметки H опорных поверхностей строительных конструкций, например, верхних поверхностей колонны или консолей у колонны.

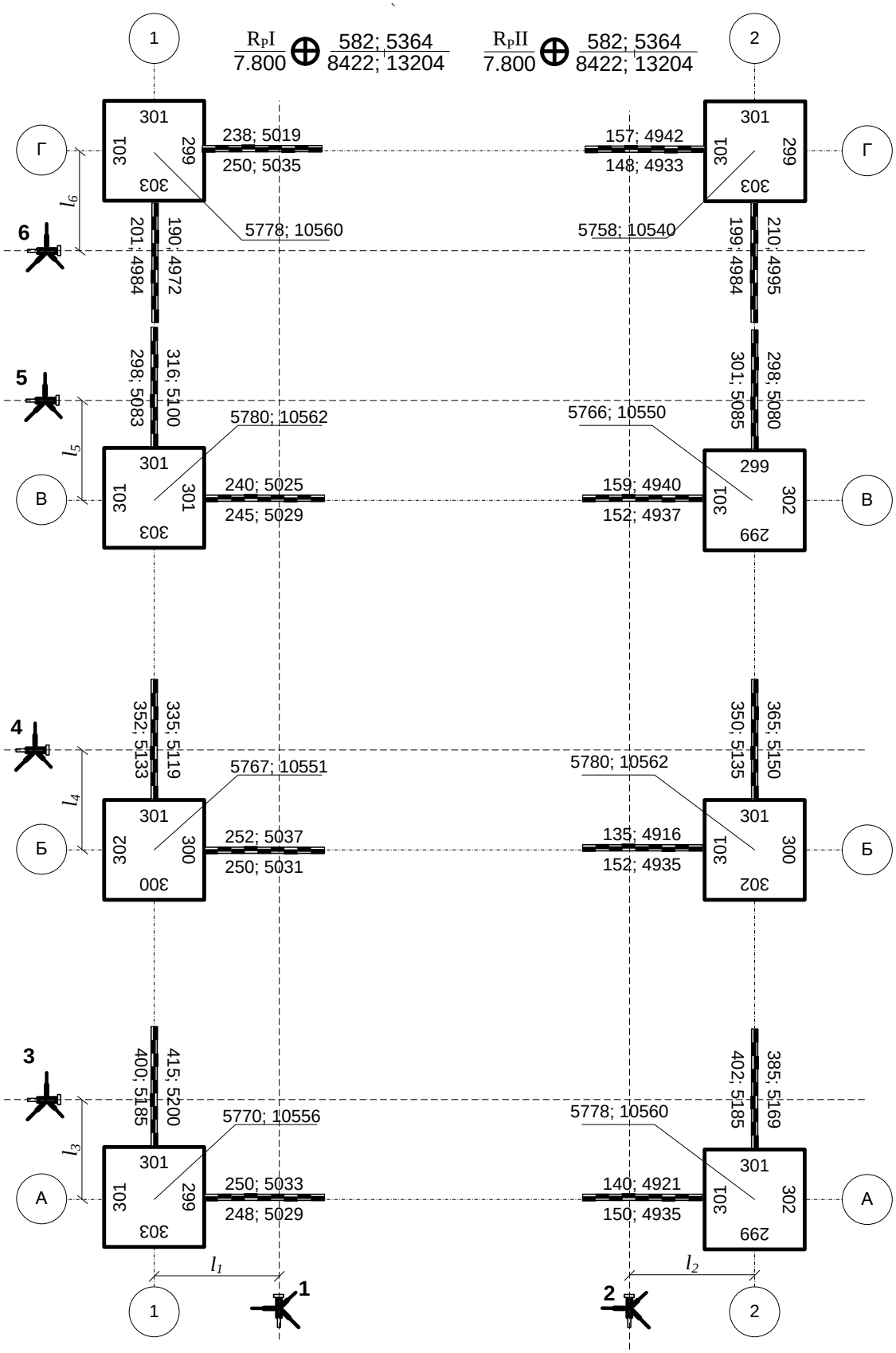

Рис. 6. Рабочая схема производства исполнительной съемки

Как правило, съемку конструкций на одном участке производят с одной установки нивелира. В начале и конце измерения берут отсчеты по черной и красной сторонам реек, установленных на двух рабочих реперах. Полученные отсчеты записывают на рабочей схеме (рис. 6) в числитель, справа от условного знака репера ***Rp***. Отсчеты по черной $B_ч$ и красной $B_к$ сторонам реек, установленных на конструкциях, записывают в числитель выноски (черты) у конструкции.

Измерения обрабатывают в следующей последовательности. Под названиями строительных реперов записывают их отметки и вычисляют горизонты прибора ***ГП*** по черным и красным отметкам:

$$\begin{aligned} ГП_{ч\ I} &= H_{\ I} + a_{ч\ I}; \\ ГП_{ч\ II} &= H_{\ II} + a_{ч\ II}; \\ ГП_{к\ I} &= H_{\ I} + a_{к\ I} - PO_T; \\ ГП_{к\ II} &= H_{\ II} + a_{к\ II} - PO_T, \end{aligned} \qquad (25)$$

где H_I и H_I – отметки первого и второго репера, приведенные в проектной документации; $a_{ч\ I}$; $a_{ч\ II}$ – отсчеты по черной стороне рейки на первом и втором реперах; $a_{к\ I}$;$a_{к\ II}$ – отсчеты по красной стороне рейки на первом и втором реперах.

Полученные значения горизонтов записывают под чертой справа у соответствующего репера.

При последующих вычислениях за горизонт прибора принимают среднее значение:

$$\begin{aligned} ГП_ч &= 0.5\ (ГП_{ч\ I} + ГП_{ч\ II}); \\ ГП_к &= 0.5\ (ГП_{к\ I} + ГП_{к\ II}). \end{aligned} \qquad (26)$$

По полученным значениям горизонта прибора определяют отметки опорных поверхностей конструкций по черной $H_ч$ и красной $H_к$ сторонам рейки:

$$\begin{aligned} H_ч &= ГП_ч + b_ч; \\ H_к &= ГП_к + b_к - PO_T, \end{aligned} \qquad (27)$$

где $b_ч$ и $b_к$ – отсчеты по черной и красной сторонам рейки на опорной части конструкции.

За окончательное значение принимают среднее:

$$H = 0.5\ (H_ч + H_к). \qquad (28)$$

Обработку измерений завершают составлением схемы высотной исполнительной съемки. Измерения и расчеты выполняют для всех ***i***-х опорных поверхностей, получив отметки H_i. На схеме плановой и высотной

исполнительной съемки показывают проектные оси здания, конструкции и отклонения δ_i конструкций по высоте от проектного значения $H_{пр}$.

Отклонения определяют по формуле:

$$\delta_i = H_i - H_{пр}. \qquad (29)$$

Если при исполнительной съемке опорные поверхности значительно выше горизонта прибора, то рейку при отсчетах располагают пяткой (нулевым делением вверх). На рис. 7 показана схема определения отметок поверхностей консолей с помощью рейки, пятка которой оборудована специальным захватом для установки на консоль. В этом случае отметки вычисляют по формулам:

$$H_{ч\,i} = ГП_ч + b_{ч\,i} \quad \text{или} \quad H_{к\,i} = ГП_к + b_{к\,i} - PO_T, \qquad (30)$$

где PO_T – разность нулей рейки.

Пример графического оформления исполнительной съемки, и записи результатов измерений приведен на рис. 8.

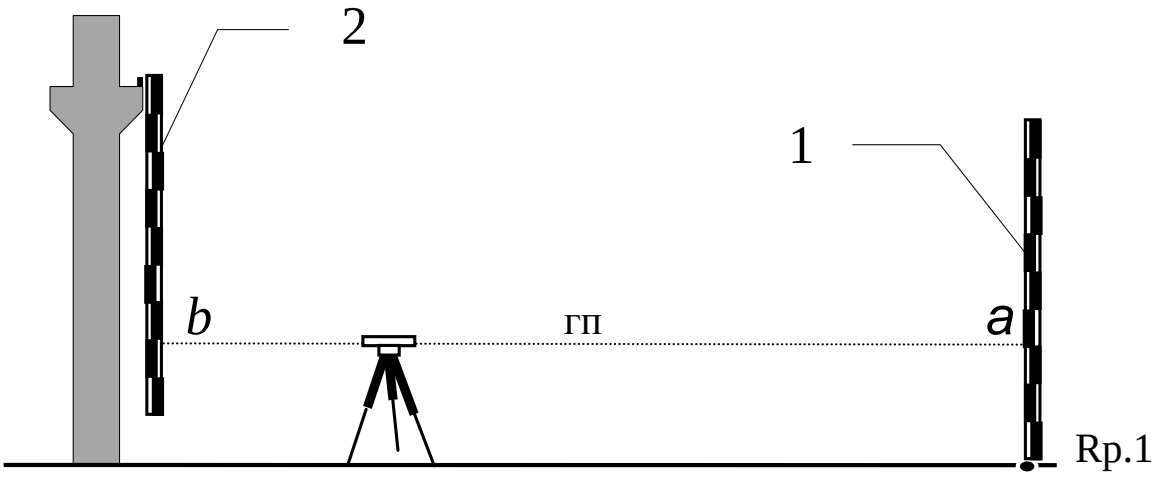

Рис.7. Схема определения отметки опорной поверхности с установкой рейки на консоль: 1 – рейка, установленная на репер; 2 – рейка, оборудованная специальной пятой; *a* и b – отсчеты по рейкам; ГП – горизонт прибора

Предельные отклонения от совмещения ориентиров при установке сборных элементов, а также отклонения законченных монтажных конструкций от проектного положения не должны превышать величин, приведенных в табл.12 [17].

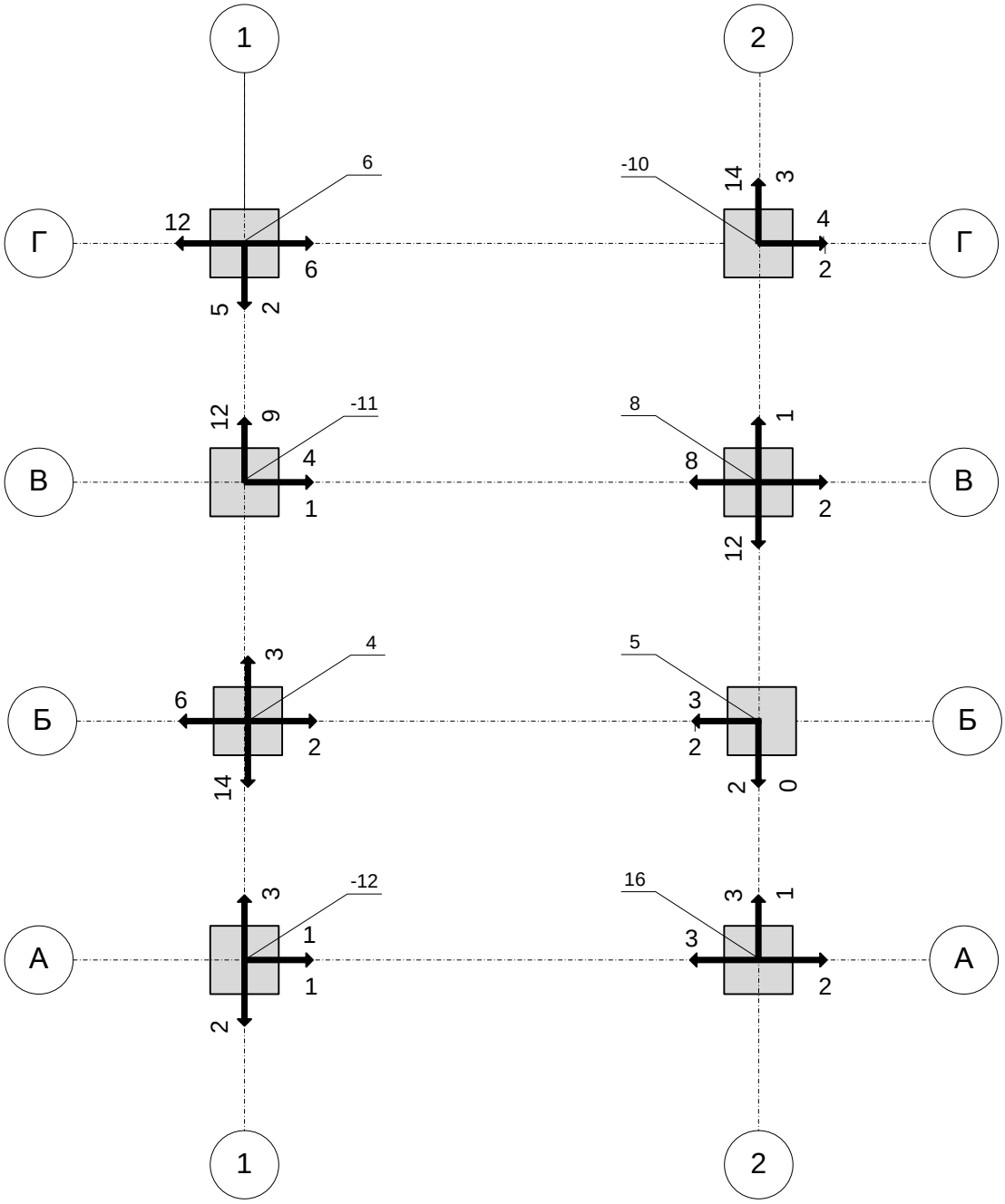

Рис. 8. Схема исполнительной съемки здания

Порядок выполнения задания.

В задании 4 необходимо по результатам выполнения измерений, проведенным в ходе лабораторных работ или по исходным данным, приведенным в таблице 8 и таблице 9, определить отклонения осей и опорных поверхностей консолей восьми колонн от проектного положения. Для этого необходимо:

1. Подготовить в соответствии с таблицей 8 и 9 и схемой на рис.6 исходные данные для определения смещения центра 8 колонн промышленного здания.

2. Определить разность нулей рейки по нижним и верхним отсчетам по формуле (22) и сравнить со значением $PO_т$, полученным по исследованиям рейки, $P0_т$= 4783;

3. Определить величину смещения центра колонн с продольных и поперечных осей по черной и красной сторонам реек (формула 23).

4. Определить среднее значение смещения центра колонн по формуле (24) и записать на схему исполнительной съемки (рис.8).

5. Определить горизонт прибора по формулам (25) и (26) по черной і красной сторонам реек. Полученные значения записать на рабочей схеме (рис.6) в числитель справа от условного знака репера.

6. Определить отметки опорных поверхностей конструкции по формулам (27), (28).

8. Определить отклонение опорной поверхности консоли колонн от проектного значения, H_o=14.200 м по формуле (29) и вынести на схему исполнитель ной съемки (рис.8). Результаты расчетов необходимо оформить в форме акта исполнительной съемки и внести соответствующую запись в «Общий журнал работ». Форма журнала приведена в приложении 1. Пример оформления акта приведен в приложении 2.

Задание 5. Оценка точности измерений при производстве исполнительной съемки

Основными объектами при контроле точности измерений в строительстве являются разбивочные работы, плановые и высотные разбивочные сети, их элементы.

В соответствии с требованиями стандартов системы обеспечения точности в строительстве, стандартов Государственной системы обеспечения единства измерений и технической документации на объект устанавливают предельную погрешность измерений, применяемые методы и средства измерений.

Выбирая метод и средства измерений, необходимо обеспечить минимальные затраты на их проведение, обработку и наиболее полное исключение систематических погрешностей.

Таблица 8

Исходные данные для выполнения плановой исполнительной съемки

Вариант	Расстояние от коллимационной плоскости до оси колонн, мм					
	ℓ_1	ℓ_2	ℓ_3	ℓ_4	ℓ_5	ℓ_6
1	400	299	550	503	450	350
2	398	300	549	500	449	351
3	399	303	548	502	451	352
4	397	302	547	500	452	348
5	400	303	551	501	448	349
6	399	300	552	503	449	350
7	401	301	553	502	450	349
8	397	300	550	501	451	351
9	398	301	548	503	452	348
10	399	302	549	501	448	352
11	401	300	551	504	451	351
12	399	301	550	501	450	352
13	400	304	549	503	452	353
14	398	303	548	501	453	349
15	401	304	552	502	449	350
16	400	301	553	504	450	351
17	402	302	554	503	451	350
18	398	301	551	502	452	352
19	399	302	549	504	453	349
20	400	303	550	502	449	353
21	399	298	549	502	449	349
22	397	299	548	499	448	350
23	398	302	547	501	450	351
24	396	301	546	499	451	347
25	399	302	550	500	447	348
26	398	299	551	502	448	349
27	400	300	552	501	449	348
28	396	299	549	500	450	350
29	397	300	547	502	451	347
30	398	301	548	500	447	351

Таблица 9

Исходные данные для выполнения высотной исполнительной съемки

Вариант	Отметки Rp I			Отметки Rp II		
	репера	$a_{чI}$	$a_{кI}$	репера	$a_{чII}$	$a_{кII}$
1	7850	577	5362	8050	378	5163
2	7850	577	5362	8050	379	5161
3	7850	570	5353	8050	371	5152
4	7850	577	5361	8050	378	5163
5	7850	569	5354	8050	368	5151
6	7850	578	5361	8050	377	5162
7	7850	582	5366	8050	383	5168
8	7850	579	5364	8050	377	5162
9	7850	580	5363	8050	385	5161
10	7850	580	5362	8050	379	5163
11	7650	779	5562	7950	478	5263
12	7650	777	5563	7950	479	5261
13	7650	772	5564	7950	471	5252
14	7650	779	5565	7950	478	5263
15	7650	770	5566	7950	468	5251
16	7650	780	5565	7950	477	5262
17	7650	784	5568	7950	483	5268
18	7650	781	5569	7950	477	5262
19	7650	784	5570	7950	485	5261
20	7650	780	5571	7950	479	5263
21	7850	577	5360	8050	376	5162
22	7850	577	5360	8050	377	5160
23	7850	570	5351	8050	369	5151
24	7850	577	5359	8050	376	5162
25	7850	569	5352	8050	366	5150
26	7850	578	5359	8050	375	5161
27	7850	582	5364	8050	381	5167
28	7850	579	5362	8050	375	5161
29	7850	580	5361	8050	383	5160
30	7850	578	5360	8050	377	5162

Методические указания для выполнения задания.

По результатам исполнительных съемок выполняется оценка точности измерений. В качестве характеристик точности применяют среднее арифметическое $\bar{\delta}$ и квадратическое отклонение S малой или объединенной выборки, а при ограниченном количестве измеренных отклонений – их размах R

$$\bar{\delta} = \sum_1^n \frac{\sigma_i}{n}; \tag{31}$$

$$S = \sqrt{\sum \frac{\delta_1^2}{n} - \bar{\delta}_n^2}\,; \tag{32}$$

$$R = \delta_{max} - \delta_{min}\,, \tag{33}$$

где $\delta_{\max}, \delta_{\min}$ – измеренные отклонения; n – число измеренных отклонений.

При распределении действительных отклонений, близких к нормальным, и определении характеристик точности S допускается их сравнение с допуском Δ по следующему условию:

$$2tS \leq \Delta, \tag{34}$$

где t - коэффициент, принимаемый в зависимости от значения приемочного уровня дефектности q. При $q = 0{,}25\%$ $t = 3$ и при $q = 0{,}65\%$ $t = 2{,}7$. Во всех остальных случаях измеренные отклонения сравнивают с допусками и допускаемыми отклонениями, предусмотренными в строительных нормах и правилах.

Оценку точности измерений проводят сравнением действительной погрешности с предельной погрешностью измерений. При выполнении разбивочных работ оценку точности производят каждый раз после окончания измерений.

Предельная погрешность измерений определяется исходя из следующих условий:

$$\boldsymbol{\delta X_{met} \leq k\, \Delta X}, \tag{35}$$

где $\Delta \boldsymbol{X}$ - допуск измеряемого геометрического параметра, приведенный в нормативно-технической документации на объект измерения; $\boldsymbol{k}$ - коэффициент, зависящий от цели измерений и характера объекта и принимаемый при контроле точности:

изготовления и установки элементов - 0.2;

разбивочных работ - 0.2;

измерений в процессе выполнения разбивочных работ - 0.4 .

Действительную погрешность измерения при двойных наблюдениях параметра в одном из установленных местах определяют по формуле:

$$\boldsymbol{\delta X_{S,met} = |\delta X_{m,\,met}| + t\, S_{X,\,met}}, \tag{36}$$

где $|\delta X_{m,\ met}|$ - абсолютное значение остаточной систематической погрешности, определенное из обработки ряда двойных наблюдений;

При двойных наблюдениях близких по значению линейных размеров среднюю квадратическую и остаточную систематическую погрешность результата измерения определяют в следующем порядке. При этом имеется в виду, что наблюдения являются равноточными в паре и между парами:

1. Определение разностей d_j в каждой паре наблюдений

$$d_j = x_{j1} - x_{j2} \tag{37}$$

где x_{j1}, x_{j2} - результаты первого и второго наблюдений в паре параметра в одном из установленных сечений (мест). Для обеспечения правильной оценки все первые наблюдения в установленных сечениях (местах) выполняют в одном направлении (или при одной установке прибора) и все вторые - в обратном направлении (или при симметричной установке прибора), а запись результатов наблюдений - в строгом соответствии с порядком их выполнения;

3. Вычисление остаточной систематической погрешности наблюдений $\delta x_{m,met}$

$$\delta x_{m,met} = \frac{\sum_{j=1}^{M'} d_j}{M'} \tag{38}$$

где M' - число пар наблюдений $\left(M' = \frac{M}{2}\right)$.

2. Проверка значимости остаточной систематической погрешности

$$\left|\sum_{j=1}^{M'} d_j\right| \leq 0{,}25 \sum_{j=1}^{M'} |d_j| \tag{39}$$

4 Вычисление средней квадратической погрешности результата измерения $S_{x,met}$, если условие 39 выполняется. В этом случае при использовании формулы (37) остаточная систематическая погрешность не учитывается

$$S_{x,met} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{M'} Pd_j \cdot d_j^2}{4M' Pd_j}} \tag{40}$$

$$S'_{x,met} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{M'} d_j^2}{4M'}} \tag{41}$$

5. Определение разностей в каждой паре наблюдений $d_j^{'}$ с исключением остаточной систематической погрешности

$$d_j^{'} = d_j - \delta x_{m,met} \tag{42}$$

6. Проверка правильности вычислений

$$\sum_{j=1}^{M^{'}} d_j^{'} = \sum_{j=1}^{M^{'}} d_j - \delta x_{m,met} \tag{43}$$

$$\sum_{j=1}^{M^{'}} d_j^{'2} = \sum_{j=1}^{M^{'}} d_j^2 - \frac{\left[\sum_{j=1}^{M^{'}} d_j\right]^2}{M^{'}} \tag{44}$$

7 Вычисление средней квадратической погрешности $S_{x,met}^{'}$ результата измерений без учета остаточной систематической погрешности (в случае, если условие (39) не выполняется)

$$S_{x,met}^{'} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{M^{'}} d_j^{'2}}{4(M^{'}-1)}} \tag{45}$$

В задании 5 необходимо по результатам выполнения измерений, проведенным в ходе лабораторных работ или по исходным данным, приведенным в таблице 10, произвести оценку точности измерений, выполняемых методом бокового нивелирования двойными наблюдениями при контроле отклонений от разбивочных осей низа восьми смонтированных колонн. Произведено 8 пар наблюдений при двукратной установке теодолита над центром пункта пространственной геодезической сети, которые являются равноточными в паре и между парами. Пример оценки точности приведен ниже.

Результаты расчетов необходимо оформить в форме акта приемки установленных колонн и внести соответствующую запись в «Общий журнал работ». Форма журнала приведена в приложении 1. Пример оформления акта приведен в приложении 2.

Пример расчета точности измерений

Необходимо оценить точность измерений, выполненных методом бокового нивелирования двойными наблюдениями при производстве исполнительной съемки. Контролировалось отклонение от разбивочных осей низа восьми смонтированных колонн промышленного здания. Произведено восемь пар наблюдений при двукратной установке теодолита. Результаты наблюдений для примера приведены в табл.11.

Таблица 10

Исходные данные для оценки точности измерений

Вариант	Результаты наблюдений при установке теодолита в															
	точке 1								точке 2							
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**
1	2	5	6	2	5	3	6	7	3	4	5	3	4	2	5	8
2	-3	-3	-7	-5	-1	-5	-6	-2	-5	-1	-10	-2	0	-3	-4	-3
3	2	2	4	6	4	5	3	5	5	0	7	3	7	2	5	3
4	3	4	-2	-8	7	-7	6	4	6	1	-1	-9	4	-4	3	6
5	2	3	4	8	7	5	2	3	5	0	7	6	10	3	0	4
6	5	-3	-1	4	3	4	3	4	3	-1	-3	6	5	2	4	6
7	-5	2	5	3	-5	-3	-8	4	-3	0	8	1	-5	0	-11	3
8	5	7	8	7	6	7	8	7	6	10	5	9	8	5	6	8
9	10	5	8	9	-10	2	6	-2	12	3	6	8	-9	4	8	-1
10	4	6	1	4	2	6	5	4	7	3	2	3	5	3	4	5
11	3	6	7	3	6	4	7	8	3	4	5	3	4	2	5	8
12	-2	-2	-6	-4	0	-4	-5	-1	-5	-1	-9	-2	0	-3	-4	-3
13	3	3	5	7	5	6	4	6	5	0	7	5	7	3	5	3
14	4	4	-1	-7	7	-6	7	5	6	1	-1	-9	4	-4	5	6
15	3	3	5	9	8	6	3	4	5	0	7	6	10	3	0	4
16	6	-2	0	5	4	5	4	5	3	-1	-3	6	5	2	4	6
17	-4	3	6	4	-4	-2	-7	5	-3	0	8	1	-5	0	-11	3
18	6	8	8	8	7	8	9	8	6	10	5	9	8	5	6	8
19	11	6	9	10	-9	3	7	-1	12	3	6	8	-9	4	8	-1
20	5	5	2	5	3	7	6	5	7	3	2	3	5	5	4	5
21	1	4	5	1	4	2	5	6	3	4	5	3	4	2	5	8
22	-4	-4	-8	-3	-2	-6	-7	-3	-5	-1	-10	-2	0	-3	-4	-3
23	3	1	6	5	1	4	2	4	5	0	7	3	7	2	5	3
24	3	3	-3	-9	6	-8	5	3	6	1	-1	-9	4	-6	3	6
25	3	2	5	7	8	4	1	2	5	0	7	6	10	3	0	4
26	4	-4	-2	3	2	3	2	3	3	-1	-3	6	5	2	4	6
27	-6	1	6	2	-6	-4	-9	3	-3	0	8	1	-5	-2	-11	3
28	4	8	7	6	5	6	7	6	6	10	5	9	8	5	6	8
29	9	4	7	8	-11	1	5	-3	12	3	6	8	-9	4	8	-1
30	6	5	0	3	1	5	4	3	7	3	2	3	2	3	4	5

При двойных наблюдениях близких по значению линейных размеров среднюю квадратическую и остаточную систематическую погрешность результата измерения определяют в следующем порядке:

1. Определяется разность d_j в каждой паре наблюдений по ф.37. Результаты расчета сводятся в таблицу 11.

Таблица 11

Пример наблюдений и последовательность обработки результатов

№ пар наблюдений	Результат наблюдения в точке		$d_j = x_{j1} - x_{j2}$	d_j^2	$d'_j = d_j - \delta X_{m,met}$	$(d'_j)^2$
	1	2				
1	2	3	4	5	6	7
1	-5	-7	2	4	1.6	2.56
2	3	0	3	9	2.6	6.76
3	-7	-6	-1	1	-1.4	1.96
4	0	2	-2	4	-2.4	5.76
5	4	6	-2	4	-2.4	5.76
6	7	8	-1	1	-1.4	1.96
7	-8	-10	2	4	1.6	2.56
8	2	0	2	4	1.6	2.56
∑			3	31	0	29.9

2. Вычисляется остаточная систематическая погрешность наблюдений по ф.38:

$$\delta X_{m,met} = \frac{3}{8} = 0.375,$$

где $\sum_{j=1}^{M'} d_j$ - сумма по графе 4 в табл.11; $M' = \frac{M}{2} = 8$ - число пар наблюдений.

3. Определяется значимость систематической погрешности измерений по ф.39:

$$\left|\sum_{j=1}^{M'} d_j\right| \le 0.25 \sum_{j=1}^{M'} |d_j|,$$

$$3 < 3.75 .$$

4. Определяется разность в каждой паре наблюдений:

$$d'_j = d_j - \delta X_{m,met}\ . \qquad (39)$$

5. Выполняется проверка правильности вычислений:

$$\sum_{j=1}^{M'} d'_j = \sum_{j=1}^{M'} d_j - \delta X_{m,met} M'; \qquad (3.8)$$

$$0 = 3 - 0.375 \cdot 8$$

$$\sum_{j=1}^{M'} d'^2_j = \sum_{j=1}^{M'} d_j^2 - \frac{\left[\sum_{j=1}^{M'} d_j\right]^2}{M'}; \qquad (3.9)$$

$$31 - \frac{9}{8} = 29.9.$$

6. Определяется средняя квадратическая погрешность измерений по формуле:

$$S_{X,met} = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{M'} d'^2_j}{4(M'-1)}} = \sqrt{\frac{29.9}{4(8-1)}} = 1.033 \approx 1 \text{ мм} \qquad (3.10)$$

7. Определяется действительная погрешность измерений при *M*=16 и доверительной вероятности 0.99, *t*=2.8 (табл.3.).

$$\delta_{S,met} = \mid \delta X_{m,met} \mid + t\ S_{X,met} = 0.375 + 2.8 \cdot 1 = 3.2\ мм$$

8. Определяется предельная погрешность измерения при допуске совмещения ориентиров при установке колонн ΔX=24 мм по СП 70.13330.2011 табл. 5 [17].

$$k\Delta X = 0.2 \cdot 24 = 4.8\ мм.$$

9. Проверяется соблюдение требуемого условия: 3.2 мм < 4.8 мм.

Вывод: действительная точность измерений соответствует требуемой.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Типовая форма согласно РД-11-05-2007
Утверждена Приказом №7 от 12.01.2007г.
Зарегистрирована в Минюсте
Приказ № 9051от 06.03.2007г.

	Код
Форма по ОКУД	
Дата составления	
по ОКПО	

ОБЩИЙ ЖУРНАЛ РАБОТ №_____

по _____

(указать: строительство, реконструкция, капитальный ремонт)

_____

(*наименование объекта капитального строительства, его почтовый или строительный адрес)*

Застройщик _____

(наименование застройщика,

_____

(номер и дата выдачи свидетельства о государственной регистрации, ОГРН, ИНН,

_____

почтовые реквизиты, телефон/факс – для юридических лиц;

_____

фамилия, имя, отчество застройщика,

_____

паспортные данные, место проживания, телефон/факс – для физических лиц

Уполномоченный представитель застройщика

№ п/п	*Фамилия, имя, отчество*	*Должность*	*Наименование, дата, номер документа, подтверждающего полномочие*	*Подпись*
1	*2*	*3*	*4*	*5*

Заказчик _____

(наименование заказчика,

_____

(номер и дата выдачи свидетельства о государственной регистрации, ОГРН, ИНН,

_____

почтовые реквизиты, телефон/факс – для юридических лиц;

_____

фамилия, имя, отчество застройщика,

_____

паспортные данные, место проживания, телефон/факс – для физических лиц

Уполномоченный представитель заказчика

№ п/п	*Фамилия, имя, отчество*	*Должность*	*Наименование, дата, номер документа, подтверждающего полномочие*	*Подпись*
1	*2*	*3*	*4*	*5*

Сведения о выданном разрешении на строительство _____

(номер, дата выдачи разрешения,

_____

наименование органа исполнительной власти или органа

Лицо, осуществляющее подготовку проектной документации

_____

(наименование лиц, осуществляющих подготовку проектной документации, номер и дата выдачи свидетельства

_____

о государственной регистрации, ОГРН, ИНН, почтовые реквизиты, телефон/факс – для юридических лиц;

_____

фамилия, имя, отчество лиц, осуществляющих подготовку проектной документации,

_____

паспортные данные, место проживания, телефон/факс – для физических лиц

_____

сведения о разделах проектной документации, подготовленных лицами, осуществляющими подготовку проектной документации)

Уполномоченный представитель лица, осуществляющего подготовку проектной документации, по вопросам проверки соответствия выполняемых работ проектной документации (далее – авторского надзора)

№ п/п	*Фамилия, имя, отчество*	*Должность*	*Наименование, дата, номер документа, подтверждающего полномочие*	*Подпись*
1	*2*	*3*	*4*	*5*

Сведения о государственной экспертизе проектной документации в случаях, предусмотренных статьей 49 Государственного кодекса Российской Федерации

_____

(номер, дата заключения,

_____

Наименование органа исполнительной власти, выдавшего заключение)

Лицо, осуществляющее строительство

_____

(наименование лица, осуществляющего строительство, номер и дата выдачи свидетельства

_____

о государственной регистрации, ОГРН, ИНН, почтовые реквизиты, телефон/факс – для юридических лиц;

_____

фамилия, имя, отчество лица, осуществляющего строительство, являющегося физическим лицом,

_____

паспортные данные, место проживания, телефон/факс)

Уполномоченный представитель лица, осуществляющего строительство

№ п/п	*Фамилия, имя, отчество*	*Должность*	*Наименование, дата, номер документа, подтверждающего полномочие*	*Подпись*
1	*2*	*3*	*4*	*5*

Уполномоченный представитель застройщика или заказчика по вопросам строительного контроля

№ п/п	*Фамилия, имя, отчество*	*Должность*	*Наименование, дата, номер документа, подтверждающего полномочие*	*Подпись*
1	*2*	*3*	*4*	*5*

Уполномоченный представитель лица, осуществляющего строительство, по вопросам строительного контроля

№ п/п	*Фамилия, имя, отчество*	*Должность*	*Наименование, дата, номер документа, подтверждающего полномочие*	*Подпись*
1	*2*	*3*	*4*	*5*

Другие лица, осуществляющие строительство, их уполномоченные представители

№ п/п	*наименование лица, осуществляющего строительство, номер и дата выдачи свидетельства о государственной регистрации, ОГРН,ИНН, почтовые реквизиты, телефон/факс- для юридических лиц; фамилия, имя, отчество лица, осуществляющего строительство, паспортные данные, место проживания, телефон/факс -для физических лиц*	*Фамилия, имя, отчество, должность уполномоченного представителя лица, осуществляющего строительство ,наименование , дата номер документа ,подтверждающего полномочия*	*Выполняемые работы по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объекта капитального строительства*	*Подпись уполномоченного представителя лица, осуществляющего строительство*
1	*2*	*3*	*4*	*5*

Сведения о государственном строительном надзоре _____

(наименование органа государственного строительного надзора,

_____

почтовые реквизиты, телефон/факс, фамилия, имя , отчество, должность должностного лица

_____

(должностных лиц) органа государственного строительного надзора, номер, дата приказа (распоряжения)

Общие сведения об объекте капитального строительства

_____

(наименование объекта капитального строительства,

_____

краткие проектные характеристики

_____

объекта капитального строительства)

Начало строительства, реконструкции, капитального ремонта объекта капитального строительства_____

(дата)

Окончание строительства, реконструкции, капитального ремонта объекта капитального строительства_____

(дата)

РАЗДЕЛ 1

Список инженерно-технического персонала
Лица, осуществляющего строительство, занятого при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объекта капитального строительства

№ п/п	*Наименование лица, осуществляющего строительство*	*Фамилия, инициалы, должность лица, входящего в список инженерно-технического персонала Фамилия, инициалы, должность лица, входящего в список инженерно-технического персонала*	*Дата начала работ на объекте капитального строительства с указанием вида работ*	*Дата окончания работ на объекте капитального строительства*	*Должность, фамилия ,инициалы, подпись уполномоченного представителя лица, осуществляющего строительство*
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*

РАЗДЕЛ 2

Перечень специальных журналов, в которых ведется учет выполнения работ, а также журналов авторского надзора лица, осуществляющего подготовку проектной документации

№ п/п	*Наименование специального журнала (журнала авторского надзора) и дата его выдачи*	*Наименование лица, осуществяющего строительство(лица,осуществяющего подготовку проектной документации), ведущих журнал, их уполномоченных представителей с указанием должности, фамилии, инициалов*	*Дата передачи застройщику или заказчику журнала*	*Подпись уполномоченного представителя застройщика*
1	*2*	*3*	*4*	*5*

РАЗДЕЛ 3

Сведения о выполнении работ в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта объекта капитального строительства

№ п/п	*Дата выполнения работ*	*Наименование работ, выполняемых в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта объекта строительства*	*Должность, фамилия, инициалы, подпись уполномоченного представителя лица, осуществляющего строительство*
1	*2*	*3*	*4*

РАЗДЕЛ 4

Сведения о строительном контроле застройщика или заказчика в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта объекта капитального строительства

№ п/п	*Сведения о проведении строительного контроля при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объекта капитального строительства*	*Выявленные недостатки*	*Срок устранения выявленных недостатков*	*Дата устранения недостатков*	*Должность фамилия, инициалы, подпись уполномоченного представителя застройщика или заказчика*
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*

РАЗДЕЛ 5

Сведения о строительном контроле лица, осуществляющего строительство, в процессе строительства, реконструкции, капитального Ремонта объекта строительства

№ п/п	*Сведения в проведении строительного контроля в процессе выполнения работ по строительству, реконструкции, капитальному ремонту объекта капитального строительства*	*Выявленные недостатки*	*Срок устранения выявленных недостатков*	*Дата устранения недостатков*	*Должность, фамилия, инициалы, подпись, уполномоченного представителя лица, осуществляющего строительство*
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*

РАЗДЕЛ 6

Перечень исполнительной документации при строительстве, Реконструкции, капитальном ремонте объекта капитального строительства

№ п/п	*Наименование исполнительной документации (с указанием вида работ, места расположения конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения и т.д.)*	*Дата подписания акта, должность, фамилия, инициалы лиц, подписавших акты*
1	*2*	*3*

РАЗДЕЛ 7

Сведения о государственном строительном надзоре при строительстве, Реконструкции, капитальном ремонте объекта капитального строительства

№ п/п	*Данные о проведенных органом государственного строительного надзора проверках, включая итоговую проверку*	*Срок устранения выявленных нарушений*	*Фактическая дата устранения выявленных нарушений*	*Должность, фамилия, инициалы, подпись должностного лица*
1	*2*	*3*	*4*	*5*

В настоящем журнале _____ страниц. Журнал пронумерован, сброшюрован и скреплен печатью. В журнале содержится учет выполнения работ в период с _____ по _____ (*заполняется в случае, если в процессе строительства, реконструкции, капитального ремонта велось несколько журналов*).

_____ _____

_____

(личная подпись) *(расшифровка подписи)* *(должность - для застройщика или заказчика, являющегося юридическим лицом)*

М.П.

(для застройщика или заказчика, являющегося юридическим лицом)

Регистрационная надпись органа государственного строительного надзора
(заполняется должностным лицом органа государственного строительного надзора)

Номер дела (регистрационный номер) _____

_____ _____

_____

(личная подпись) *(расшифровка подписи)* *(должность)*

«_____» _____ _____г.

Сведения об изменениях в записях Титульного листа общего журнала работ

№ п/п	*Дата*	*Изменения в записях с указанием основания*	*Фамилия, инициалы, должность лица, внесшего изменения, наименование, дата, номер документа, подтверждающего полномочие лица*	*Подпись*
1	*2*	*3*	*4*	*5*

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Акт освидетельствования скрытых работ

Объем и наименование работ _____

Комиссия в составе:

представителя строительно-монтажной организации _____

представителя технического надзора заказчика _____

произвела осмотр работ, выполненных _____

и составила настоящий акт о нижеследующем:

1. К освидетельствованию предъявлены следующие работы _____

2. Работы выполнены по проектно-сметной документации _____

3. При выполнении работ применены (материалы, сертификаты качества)

4. При выполнении работ отсутствуют (или допущены) отклонения от проектно-сметной документации _____

5. Даты: начало работ _____ окончание _____

РЕШЕНИЕ КОМИССИИ

Работы выполнены в соответствии с проектно-сметной документацией, стандартами, СНиП и отвечают требованиям их приемки.

На основании изложенного разрешается производство последующих работ по устройству _____

Представитель технического надзора заказчика

Представитель строительно-монтажной организации

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Виды, методы и объекты контроля по стадиям строительства

Вид контроля	Стадия строительства	Объекты контроля	Методы контроля
1.Входной контроль	Изготовление нестандартных изделий, конструкций, элементов	Проектная документация. Изделия, детали и полуфабрикаты, поступающие в производство	Выборочный по альтернативному признаку
		Рабочая опалубка и регулирующие устройства оборудования и оснастка	Сплошной
	Строительно-монтажные работы (при организации работ по каждому последующему этапу)	Проектная документация	Выборочный
		Ориентиры разбивочных осей, отметки дна котлована, элементы строительных конструкций после завершения работ предыдущего этапа	Выборочный по альтернативному или количественному признакам
		Элементы сборных конструкций зданий и сооружений, поступающие на строительную площадку	Выборочный по альтернативному признаку. В отдельных случаях – сплошной
		Приспособления и монтажная оснастка	Сплошной
2.При периодическом операционном контроле мастером, прорабом, инженером по техническому надзору	Изготовление строительных конструкций, элементов	Результаты выполнения технологических операций, влияющих на точность геометрических параметров готовой продукции	Выборочный по количественному или альтернативному признакам; в случае необходимости– сплошной
		Технологическое оборудование, формы и оснастка	Сплошной или выборочный
	Строительно- монтажные работы (в процес-се выполнения работ по определенному этапу)	Ориентиры разбивки точек и осей, высотные отметки опорных плоскостей и установочные ориентиры	Выборочный по количественному или альтернативному признакам или сплошной
		Элементы сборных конструкций в процессе установки и временного закрепления	Сплошной
		Оснастка, применяемая для установки элементов	Сплошной
3.Приёмочный контроль	Изготовление элементов	Элементы сборных конструкций после завершения цикла изготовления	Сплошной или выборочный по альтернативному или количествен-ному признакам
	Строительно-монтажные работы (после выполнения работ по определенному этапу)	Ориентиры разбивочных осей, высотные отметки опорных плоскостей и установочные ориентиры	Выборочный по альтернативному признаку
		Элементы сборных конструкций после постоянного закрепления, а также их сопряжения	Выборочный по альтернативному признаку; в отдельных случаях – сплошной

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Контролируемые в процессе производства СМР геометрические параметры зданий (сооружений), методы геодезического контроля, порядок и объём его проведения, необходимые для регламентации в ППР

Виды работ и конструкций	Объекты геодезического контроля, подлежащие проверки	Метод, порядок и объем проведения геодезического контроля
Земляные работы	Проверка правильности планового и высотного положения земляных сооружений, соблюдения их размеров, форм, проектных уклонов и качества планировки поверхности	Положение земляных сооружений контролируется по главным и основным осям относительно геодезической разбивочной основы с одновременной проверкой линейных размеров сооружений. Разбивку осей на дне котлована контролируют координатным способом (тахеометром), методом вертикального проектировании (теодолитом) или другими принятыми в ППР геодезическими способами. Высотное положение сооружений контролируется с помощью нивелирования по характерным точкам профилей сооружений относительно ближайших реперов геодезической разбивочной основы
Фундаменты из монолитного бетона	Перед бетонированием должно быть проверено положение всех элементов опалубки, арматуры и закладных деталей в плане и по высоте	Плановое положение опалубки проверяется путем промера расстояний стальной рулеткой от основных осей до внутренней поверхности щитов. Высотное положение опалубки проверяется нивелированием. Вертикальность опалубки проверяется отвесом, монтажными уровнями, наклонным проецированием, координатным способом. Плановое и высотное положения арматуры и закладных деталей контролируется промером рулеткой или рейкой относительно щитов опалубки, нижних и верхних монтажных плоскостей
Ленточные фундаменты из блоков (угловых и рядовых)	Проверка вертикальности, горизонтальности установки элементов	Разметка производится с помощью шаблонов и проволоки, натягиваемой на осевые колья. По разметке маячные блоки монтируют и тщательно выверяют их вертикальность (по отвесу) и горизонтальность (под нивелир). В процессе монтажа блоков производится разбивка в плане (рулеткой) и по высоте (нивелиром или визиркой) отверстий для ввода коммуникаций, образуемых раздвижкой блоков. Каждый угловой ряд блоков нивелируется. Отклонения от горизонта устраняют за счет толщины шва из раствора для следующего ряда.
Свайные	Плановое и высотное положение оголовка	Проверка разбивочных осей измерением межосевых размеров, определение планового и высотного положения свай методами створных измерений, геометрическим нивелированием и

основания	каждой сваи.	др. Составление исполнительных схем.
Цоколь здания	Выверка планового и высотного положений.	Выверка планового положения осуществляется створным способом, высотного - нивелированием. Снаружи на цоколе должна быть нанесена отметка строительного нуля, а также рисками обозначены основные и внутренние оси сооружений. Перпендикулярность продольных и поперечных осей проверяется теодолитом. С помощью рулетки производятся контрольные измерения расстояний между продольными и поперечными осями, а также от осей до закладных деталей, выступов и отверстий. По окончании работ нулевого цикла составляется исполнительная схема планового и высотного положений
Фундаменты стаканного типа	Проверка планового и высотного положений	На поверхности стакана предварительно размечаются осевые риски установочных осей (осей асимметрии стакана). Плановое положение фундаментов контролируется по совмещению осевых рисок с разбивочной осью, положение которой определяется с помощью отвесов и проволоки, натянутой между обносками или с помощью теодолитов. Расстояние между осями фундаментов контролируется рулеткой. Высотное положение фундамента контролируется нивелированием дна стакана
Примечания 1 Качество подготовки фундамента и опор оформляется актом, подписанным представителями строительно-монтажной организации и технического надзора заказчика. 2 К акту прилагаются составленные строительной организацией исполнительные схемы: – основных и привязочных размеров и отметок фундаментов и анкерных болтов; – расположения металлических пластин и реперов, заложенных в тело фундаментов, фиксирующих оси фундамента и высотные отметки, или скоб, закрепленных наконструкций здания, а также данные о качестве фундамента.		
Колонны	Проверяют плановое, высотное положения, вертикальность конструкции.	Монтаж колонн производится только после инструментальной проверки соответствия проекту планового и высотного положения фундаментов (оснований, опорных поверхностей конструкций). Перед монтажом колонн производится их промер и разметка установочных осей. Для этого на верхнем и нижнем (на уровне верха стакана) концах колонн на всех четырех гранях, а также на боковых гранях подкрановых консолей намечаются краской риски по оси колонн. На гранях колонн наносятся горизонтальные штрихи, соответствующие положению нулевого горизонта (0,00). Вертикальность колонн, проверяется по отвесу (при высоте колонн до 4,5 м) или с помощью двух теодолитов, устанавливаемых со стороны двух взаимно перпендикулярных граней на расстоянии не менее высоты колонны. Зрительная труба должна вначале наводиться

		на нижнюю осевую риску колонны, затем переводиться на верхнюю, изменяя наклон колонны до совмещения верхней осевой риски с вертикальной нитью сетки.При наличии электронного безотражательного тахеометра контроль может производиться одним прибором координатным способом. Окончательную выверку планового положения и вертикальности колонн, расположенных в ряду, целесообразно проводить способом бокового нивелирования. При этом теодолиты устанавливаются со смещением от створа колонн на 1-1,5 м, визирование производится по горизонтальным рейкам, пятки которых совмещаются с установочными рисками. Высотное положение колонн проверяется с помощью нивелира по горизонтальным установочным рискам. По окончании плановой и высотной выверки колонн и контрольной проверки их пространственного положения производится замоноличивание колонн цементным раствором. Контрольная проверка пространственного размещения колонн проводится путем выборочных промеров расстояний между продольными и поперечными осями колонн на нижнем и верхнем горизонтах
Фермы и балки	Проверяются: длина площадки опирания, вертикальность балок, прямолинейность поясов, расстояние между фермами и балками, высотное положение элементов	Фермы и балки перед монтажом должны быть промерены и на них разбиты установочные оси. Установочные оси (оси симметрии) разбиваются на торцах балок и ферм. На боковых гранях (внизу) отмечаются проектная и минимальная длины площадки опирания. Во время монтажа совмещают установочные оси балок (ферм) и контролирует длину площадки опирания. Вертикальность балок и ферм проверяют отвесом. Прямолинейность поясов проверяют по натянутой проволоке. Расстояние между соседними балками и фермами проверяется рулеткой. Высотное их положение контролируется нивелированием по рулетке, подвешиваемой к контрольным точкам. При наличии электронного безотражательного тахеометра контроль может производиться одним прибором координатным способом.
Стены	Проверяют плановое и высотное положение, отклонения по вертикали, плосткостности, размеры сечения.	Перед монтажом стен должны производиться обмер блоков (панелей) и разметка установочных осей у основания их торцевых поверхностей. На все монтажные горизонты должны передаваться отметки, основные и монтажные оси. Они закрепляются краской на плитах перекрытия и углах здания, а при большой протяженности стен и в промежутках – через 40–50 м. Передача основных и монтажных осей производится теодолитом от створных знаков, закрепленных на местности. При наличии электронного безотражательного тахеометра контроль может производиться одним прибором координатным способом.
Кладка стен	Вертикальность, высотное и плановое положение,	Вертикальность кладки стен в пределах двух этажей рекомендуется проверять отвесом, а для более высоких стен следует применять прибор-отвес на блоке. От нити отвеса

	ширина стены, горизонтальность рядов кладки, толщина растворных швов	перпендикулярными измерениями следует определять расстояние до стены. Измерения следует выполнять линейкой в наиболее характерных точках стены или через равные промежутки. Постоянство расстояний от нити отвеса до соответствующих частей стены здания будет указывать на вертикальность плоскости стены. Вертикальность поверхностей и углов кладки, горизонтальность ее рядов следует проверять не реже двух раз на 1м высоты кладки. По окончании кладки каждого этажа необходимо проверять геометрическим нивелированием через 5 – 6 м соответствие полученного горизонта проектному. При возведении здания, сооружения в кирпичном исполнении проверяют толщину возводимых стен (шаблоном-рейкой с вырезом на толщину стены). Горизонтальность рядов кладки контролируют порядовками, размеченными по толщине кирпича и растворного шва. Между порядовками натягивают шнур, который показывает линию кладки. Контроль планового положения кладки стен следует осуществлять линейными измерениями от продольных и поперечных разбивочных осей здания (сооружения). При наличии электронного безотражательного тахеометра контроль может производиться одним прибором координатным способом.
Панели	Проверка планового и вертикального положений	В процессе монтажа крупных блоков (панелей) производится выверка их планового и вертикального положений. Плановое положение блоков (панелей) контролируется по совмещению установочных осей монтируемых элементов с основными осями стен. Вертикальность блоков панелей контролируется с помощью монтажной рейки, снабженной отвесом или сферическим уровнем. На монтажной рейке должны быть нанесены разбивочный, осевой и монтажный штрихи. По совмещению верхних и нижних монтажных штрихов с отвесной линией можно судить о плановом положении и вертикальности блоков (панелей). Положение отвесной линии может задаваться теодолитом и контролироваться отвесом или сферическим уровнем. ППР может установить применение электронного безотражательного тахеометра.
Плиты перекрытий, покрытий.	Проверка площадки опирания, измерение пролетов между опорами, проверка планового и высотного положения	В процессе монтажа крупных блоков (панелей) производится выверка их планового и вертикального положений. Плановое положение блоков (панелей) контролируется по совмещению установочных осей монтируемых элементов с основными осями стен. Вертикальность блоков панелей контролируется с помощью монтажной рейки, снабженной отвесом или сферическим уровнем. На монтажной рейке должны быть нанесены разбивочный, осевой и монтажный штрихи. По совмещению верхних и нижних монтажных штрихов с отвесной линией можно судить о плановом положении и вертикальности блоков (панелей).

		Положение отвесной линии может задаваться теодолитом и контролироваться отвесом или сферическим уровнем Контроль может производиться безотражательным тахеометром одним прибором координатным способом.
Примечание – Данные о производстве СМР следует ежедневно вносить в журналы работы по монтажу строительных конструкций, а также фиксировать по ходу монтажа конструкций их положение на исполнительных геодезических схемах.		
Лифтовые шахты	Положение в плане	Местоположение лифтовых шахт определяют промерами от монтажных рисок или разбивочных осей. В процессе строительства шахты контролируют ее внутренние размеры и вертикальность ствола. Размеры диагоналей проверяют стальной рулеткой, вертикальность – с помощью отвеса, оптических центриров или лазерных приборов вертикального проектирования. Контроль может производиться безотражательным тахеометром одним прибором координатным способом.
Подвесные потолки	Контроль положения	Для контроля положения подвесных потолков применяют лазерные приборы, устанавливаемые на определенном уровне от подвесного потолка. Световой пучок лазера вращается с помощью специального оптико-механического устройства и оставляет постоянно видимую черту, которой пользуются все монтажники одновременно. Контроль может производиться безотражательным тахеометром одним прибором координатным способом.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ГОСТ 21779 Допуски разбивки точек и осей в плане

мм

Интервал номинального размера L	Значение допуска для класса точности					
	1	2	3	4	5	6
До 2500	0,6	1,0	1,6	2,4	4	6
Св. 2500 до 4000	1,0	1,6	2,4	4,0	6	10
“ 4000 “ 8000	1,6	2,4	4,0	6,0	10	16
“ 8000 “ 16000	2,4	4,0	6,0	10,0	16	24
“ 16000 “ 25000	4,0	6,0	10,0	16,0	24	40
“ 25000 “ 40000	6,0	10,0	16,0	24,0	40	60
“ 40000 “ 60000	10,0	16,0	24,0	40,0	60	100
“ 60000 “ 100000	16,0	24,0	40,0	60,0	100	160
“ 100000 “ 160000	24,0	40,0	60,0	100,0	160	-
Значения К	0,25	0,4	0,6	1,0	1,6	2,5

БЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации [Текст] : [федер. закон N 190-ФЗ: принят Гос. Думой 22 декабря 2004 г.]. –

2. О техническом регулировании [Текст] : [федер. закон N 184-ФЗ : принят Гос. Думой 15 декабря 2002 г. : с изменениями на 5 апреля 2016 года]. –

3. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений [Текст] : [федер. закон от 30.12. 2009 N 384-ФЗ : принят Гос. Думой 23 декабря 2009. : с изменениями на 2 июля 2013 г]. –

4. Об обеспечении единства измерений [Текст] : [федер. закон принят Гос. Думой 11 июня 2008 г. : с изменениями на 13 июля 2015 года]. –

5. О саморегулируемых организациях [Текст] : [федер. закон от 1 декабря 2007 г. N 315-ФЗ принят Гос. Думой 16 ноября 2007 г. : с изменениями на 3 июля 2016 года]. –

6. ГОСТ Р 50779.10-2000 (ИСО 3534-1-93). Статистические методы. Вероятность и основы статистики. Термины и определения. [Текст]. С Изменением N 1, утвержденным в мае 1984 г. (ИУС 9-84). – М.: Стандартинформ, 2008 г.

7. СП 126.13330.2012. Геодезические работы в строительстве. Актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84. [Текст]. – М.: Минрегион России, 2012

8. СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004. [Текст]. – М.: Минрегион России, 2010

9. РМГ 29-2013. Метрология. Основные термины и определения. [Текст]. М.: Стандартинформ, 2014

10. МИ 1317-2004. ГСИ Результаты и характеристики погрешностей измерений. Форма представления. Способы использования при испытании образцов продукции и контроля их параметров. [Текст]. ФГУП ВНИИМС. - М.: 2004

11. Пособие по производству геодезических работ в строительстве (к СНиП 3.01.03-84) [Текст]. М.: Стройиздат, 1985

12. ГОСТ 23616-79. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Контроль точности. [Текст]. –М.: ИПК Изд-во стандартов, 2003. - 25 с.

13. ГОСТ 26433.0-85. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Общие положения. [Текст]. –М.: Стандартинформ, 2005.

14.Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Технологические допуски. [Текст]. – М.: Издательство стандартов, 1993

15. СТО 017 НОСТРОЙ 2.1.94 – 2013. Измерения геометрических параметров зданий и сооружений и контроль их точности [Текст]. Фонд «Технического нормирования строительства». Москва 2013.

16. РД-11-02-2006. Требования к составу и порядку ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства и требования, предъявляемые к актам освидетельствования работ, конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения [Текст]. Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти. 2007 № 13 от 26 марта 2007. с 208-224.

17. СП 70.13330.2011. Несущие и ограждающие конструкции [Текст]. - М.: официальное издание Минстрой России, ГП ЦПП, 2001.

Оглавление

Введение 3

ЗАДАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ИХ ВЫПОЛНЕНИЮ 4

Задание 1. Измерение геометрических параметров 4
Задание 2. Оценка точности измерений..... 9
Задание 3. Контрольные геодезические измерения при монтаже конструкций 15
Задание 4. Исполнительная съемка конструкций 20
Задание 5. Оценка точности измерений при производстве исполнительной съемки 29
ПРИЛОЖЕНИЕ 1..... 38
ПРИЛОЖЕНИЕ 2..... 46
ПРИЛОЖЕНИЕ 3..... 47
ПРИЛОЖЕНИЕ 4..... 48
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 53