

Тешаев Эркин Абдурахманович, доцент,
Жалалдинов Муса Мубаракovich, доцент,
Турабыев Чынгыз Кубатович, ст. преподаватель,
Ошский технологический университет
E-mail: erkin18@yandex.com

АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ ТОЧНОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАЗБИВОЧНЫХ РАБОТ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ МНОГОЭТАЖНЫХ МОНОЛИТНЫХ ДОМОВ ОТ СУЩЕСТВУЮЩИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ ДОПУСКОВ

В статье анализируются зависимость геодезических разбивочных работ многоэтажных монолитных домов от существующих строительных допусков.

Ключевые слова: разбивка, допуск, точность, погрешность измерения, многоэтажный монолитный дом.

Teshaev Erken Abdurakhmanovich, docent,
Zhalaldinov Musa Mubarakovich, docent,
Turabyev Chyngyz Kubatovich, senior lecturer,
Osh Technological University

ANALYSIS OF THE DEPENDENCE OF THE ACCURACY OF GEODETIC CENTER WORK IN THE CONSTRUCTION OF MULTI-STOREY MONOLITHIC HOUSES ON EXISTING BUILDING TOLERANCES

The article analyzes the dependence of geodetic center work of multi-storey monolithic houses on existing building tolerances.

Key words: breakdown, tolerance, accuracy, measurement error, multi-storey monolithic house.

Тешаев Эркин Абдурахманович, доцент,
Жалалдинов Муса Мубаракovich, доцент,
Турабыев Чынгыз Кубатович, ага окутуучу,
Ош технологиялык университети

УЧУРДАГЫ КУРУЛУШ ИШТЕРИН АТКАРУУГА БЕРИЛГЕН ЖЕНИЛДЕТҮҮЛӨРГӨ ЫЛАЙЫК КӨП КАБАТТУУ МОНОЛИТТИК ТУРАК ЖАЙДЫ КУРУУГА ГЕОДЕЗИЯЛЫК ИШТЕРДИ АТКАРУУНУН ТАКТЫГЫН АНАЛИЗДӨӨ

Бул илимий макалада учурда курулушта жооп берилген женилдөөтүлөрүн, көп кабаттуу турак жайды курууда аткарылган геодезиялык иштердин тактыгын анализдөө каралган.

Негизги сөздөр: бөлүштүрүү, ченөөлөрдүн мерчемдүү каталыктары, женилдик тактык, көп кабаттуу монолиттүү турак жай.

Для крупных и многоэтажных зданий создается внутренняя геодезическая сеть пунктов внутри их контуров, откуда и название. Ее еще называют исходной плановой основой. Геометрическая конфигурация таких геодезических сетей, как правило,

выстраивается по формам здания и строительной сетки просматриваемым в проектных чертежах. В зависимости от параметров линейных размеров, площади типовых этажей здания разбивочная сеть проектируется из опорных точек с оптимальными расстояниями между ними. При рассмотрении всех проектных чертежей верхних этажей устанавливаются места устройства промежуточных точек внутренней разбивочной сети (ВРС). Их количество определяется из расчета охвата разбивочными работами всех несущих строительных конструкций. По мере выполнения этапов строительства внутренняя геодезическая основа переносится на верхние этажи, сгущается и видоизменяется, например, при выполнении отделочных работ.

Методы построения внутренней основы

Для построения внутренней разбивочной сети можно использовать разные известные способы:

- микротриангуляции;
- теодолитных ходов;
- линейно-угловых измерений.

Самым популярным и удобным является координатный метод. Это современный вариант линейно-угловых построений с применением быстрых вычислительных функций электронных тахеометров. Данный метод очень удобен на всех этапах геодезических работ в строительстве.

При выборе электронного тахеометра для строительства необходимо, чтобы он был оснащен встроенным программным обеспечением для производства разбивочных работ, а именно: опцией определения и выноса в натуру пространственных координат. Не менее важным является точность измерения расстояний и углов. Современные тахеометры различных фирм (Sokkia, Nikon, Leica, Topcon и другие) позволяют измерять расстояния с ошибкой не более 2 мм, а углы – 5" и выше, и обеспечивают требуемую точность геодезических измерений в строительстве всех классов. Кроме этого, в современных тахеометрах в составе программного обеспечения функционируют много разных опций пригодных для строительства: определение недоступного расстояния, площадей после измерения контуров граничных точек, определение координат точки стояния при выполнении обратной геодезической засечки.

Точность разбивочных работ в строительстве. Все строительные работы выполняются в соответствии с ПОС, ППР, проектными чертежами. Но еще существуют внутренние документы, без которых никакая стройка даже не начнет работать. К ним относятся схемы разбивочной основы, к которой привязана вся геометрия проекта и строительная сетка.

Построение плановой ВРС здания осуществляется от внешних пунктов геодезической основы, переданной заказчиком работ. При воплощении в натуре ВРС принцип геодезических построений «от общего к частному» соблюдается.

Исходной поверхностью для размещения ВРС считается первая поверхность перекрытия, размещенная выше уровня земли. Как правило, это первый этаж с нулевой отметкой. При разработке схемы ВРС выбор местоположения точек на ней осуществляется с учетом возможности использования некоторых ее пунктов для перенесения их координат на верхние этажи. Количество таких точек должно быть запроектировано как минимум не меньше трех.

Внутренняя разбивочная сеть на нулевой отметке осуществляется в следующей последовательности:

- определение местоположения (разбивка) и закрепление основных точек ВРС;
- разметка и закрепление промежуточных пунктов;
- полевые измерения длин и углов на всех точках;
- вычисление координат пунктов;

- контрольные наблюдения углов между точками и длин между ними.

Геометрия строительных работ зависит от соблюдения технологий производства работ строителями и геодезистами. Для этого существуют требования к точности соблюдения геометрических параметров строительных конструкций при их сооружении и отдельно по геодезическим разбивочным работам, которые указываются в отраслевых строительных нормах и сводах правил.

Точность создания ВРС зданий принимается в соответствии со сводом правил СП 1126.13330.2012 (требованиями таблицы 1) и зависит от площади его застройки.

Расчет точности планового определения пунктов ВРС

После проведения геодезических работ по определению и уравниванию координат всех точек внутренней разбивочной основы здания производится оценка качества полученных результатов. Кроме этого, как правило, по основным точкам ВРС прокладывается отдельный теодолитный ход. И уже в обратном направлении той последовательности прохождения точек, по которой он проводился в первый раз. Точность работ должна как минимум подтвердиться. При этом предельные погрешности разбивочных точек должны составлять не менее, чем удвоенные значения общей среднеквадратической погрешности ВРС, а именно:

$$M_{\text{пред.}} = 2 \cdot M_x$$

где: $M_{\text{пред.}}$ - предельные погрешности внутренней разбивочной сети;

2 - коэффициент перехода среднеквадратических погрешностей к предельным ошибкам (на практике выбирают значения 2,0 или 2,5).

M_x - суммарная среднеквадратическая погрешность ВРС.

Кроме этого, следует упомянуть, что геодезические предельные погрешности при разбивочных работах должны составлять не более значения 0,2 от предельных отклонений строительных геометрических параметров элементов конструкций, а именно:

$$M_{\text{пред}} = 0,2 \cdot X_{\text{пред.}}$$

где: $M_{\text{пред}}$ - предельная погрешность при создании ВРС и разбивочных работах;

$X_{\text{пред.}}$ - предельное отклонение для строительных конструкций, определяемое по таблице 1, свода правил СП 70.13330.2012.

В соответствии с СП 70.13330.2012 (таблица 1), предельное отклонение от вертикальной плоскости на полную высоту здания при наличии этажных перекрытий составляет не более 50мм. Тогда предельная погрешность геодезических работ на верхнем (более 50м) горизонте по предыдущей формуле составит:

$$M_{\text{пред}} = 0,2 \cdot 50 = 10,0\text{мм}$$

Для отдельных конструкций, а именно стен и колонн, предельное отклонение вертикальности должно составлять в пределах значения плюс-минус 15мм. Для того чтобы учитывать и плановое смещение элементов конструкций, то согласно СП 70.13330.2012 (таблица 1) берется в расчет максимальное предельное отклонение длины элементов конструкций, которое находится в пределах плюс-минус 20мм.

Тогда, по той же формуле, но для строительных конструкций одного этажа получается:

$$M_{\text{пред}} = 0,2 \cdot 20 = 4,0\text{мм}$$

То есть, очевидно, что предельная погрешность в точках геодезической ВРС и разбивочных работ должна быть в пределах 4,0мм на нижнем и 10,0мм на самом верхнем этаже (при высоте сооружения в 50м и более).

Точки внутренней разбивочной сети на исходном (первом) этаже надежно закрепляются на специально изготовленных закладных пластинах или гвоздь-дюбелем в бетоне и маркируются краской.

Требуемая точность производства того или другого вида геодезических работ зависит от многих факторов, среди которых основные — это назначение и вид работ. Если геодезические работы выполняются для строительства сооружения, то определяющими факторами при установлении точности будут размеры и назначение сооружения, способ возведения и материал, из которого строится данное сооружение [2].

Нормы точности геодезических работ при возведении сооружений задаются в нормативных документах: строительных нормах и правилах (СНиП), государственных стандартах (ГОСТ), в сводах правил (СП), ведомственных инструкциях и других нормативно-технических документах. Нормы точности в этих документах могут быть указаны в явном виде, непосредственно относящиеся к построению точек, осей или высотных отметок, как это сделано в ГОСТ 21779-82 «Технологические допуски». Точность может быть приписана к выполнению тех или иных геодезических измерений (угловых, линейных, высотных), что сделано в СНиП 3.01.03-84 «Геодезические работы в строительстве».

Качественное возведение высотных монолитных зданий может быть достигнуто только путём обеспечения установленных проектом параметров, а также соблюдением допусков при выполнении опалубочных работ и на разбивочные работы.

Точность выполнения монолитных железобетонных конструкций зависит в основном от состояния технической оснастки, т.е. искривления бортов опалубки, прогиба её плоскостей, износа замковых шарниров и других технологических факторов [5].

Погрешности разбивочных работ неизбежны и зависят от условий измерений на строительной площадке, а именно:

- подготовленности площадки для производства измерений;
- квалификации исполнителей работ;
- применяемых технических средств;
- способов и приёмов выполняемых работ;
- влияния внешней среды.

Точность геометрических параметров определяется характеристиками действительной и нормативной точности, которые установлены ГОСТ 21778-81.

Если в модульной системе заданы расстояния между разбивочными осями, то такие параметры считаются проектными. Однако в реальных ситуациях имеют дело с действительными параметрами, которые зависят от трех видов погрешностей изготовления строительных элементов, выполнения разбивочных геодезических работ и монтажных операций [6].

Таблица 1

Допуски, характеризующие точности по разрядам

Расстояние между проектными осями конструкций, мм	Классы точности		
	1 - p	2 - p	3 - p
До 9 000	2	5	6
9 000 - 15 000	3	6	8
15 000 - 21 000	4	7	10
21 000 - 27 000	4	8	12
27 000 - 33 000	5	10	14

Вследствие этого фактические параметры отклоняются от проектных и тогда возникает задача нормирования значений отклонения. В строительной практике принято понятие допуска, являющегося разностью между наибольшим и наименьшим значениями отклонения согласно формуле (1).

$$\Delta = \delta^B - \delta^H, \quad (1)$$

В зависимости от принимаемого допуска рассчитывается и точность геодезических измерений, которую надо понимать как степень приближения действительных параметров к проектным.

Основой для разработки системы строительных допусков послужили принципы, заимствованные из машиностроительной практики, где установлено восемь классов точности.

Для конструкций длиной до 10 000 мм единица допуска вычисляется по формуле:

$$l = 0,45^3 \sqrt{l + 0,001l}, \quad (2)$$

где l — размер монтируемого элемента.

В формуле первый член учитывает влияние размера на точность изготовления, второй член — влияние размера на точность измерения.

В сборном строительстве геодезические работы производят по трем классам точности, которые характеризуются следующими допусками [1], мм (табл.1).

В СНиП 3.01.03—85 приводится характеристика зданий и сооружений, для которых геодезические измерения должны выполняться по тому или иному классу точности.

В геодезической практике и строительной метрологии накоплен обширный материал по различным измерениям. Анализ экспериментальных данных говорит, что и в большинстве своем случайные величины подчиняются закону нормального распределения вероятностей.

Исходя из этого справедливо выражение.

$$P = (-\infty < x < +\infty) = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}} dx, \quad (3)$$

где: x — случайная величина; σ^2 - дисперсия; a — математическое ожидание [3].

В инженерном деле это выражение не находит практического применения, так как случайная величина принимает значения от $-\infty$ до $+\infty$. Исходя из собираемости здания, его несущей способности, надежности строительно-монтажных и геодезических разбивочных работ, необходимо ограничить случайную величину конечными пределами, что позволит определить расчетную вероятность P .

В курсах теории вероятностей и, в частности, в работе [4] приводится выражение назначения доверительного интервала в виде

где Δ — допуск определенного параметра:

$$P(-t\sigma < \Delta < +t\sigma) = 2\Phi(t)$$

функция Лапласа.

Выражению (2) равносильно выражение:

$$\sigma < \alpha < x + t\sigma) = 2\Phi(t)$$

Тогда предельные значения параметров определяются значениями

$$\begin{cases} x_{max} = \alpha + t\sigma \\ x_{min} = \alpha - t\sigma \end{cases}$$

а выражение примет вид

$$|\Delta| = x_{max} - x_{min} = 2t\sigma$$

Принимая различные значения коэффициента t , можно получить допустимые погрешности с установленной доверительной вероятностью.

Известно, что вероятность $P=0,9973$ лежит в основе расчета допустимых погрешностей при измерениях и в основе расчета точности сопряжения элементов строительных конструкций. Поэтому допуск при различных технологических операциях, при производстве строительно-монтажных работ устанавливается в виде.

Таблица 2

Точность линейно-угловых построений при выносе в натуру главных и

основных осей

Класс точности	Относительная погрешность хода линейных измерений		Средняя квадратическая погрешность измерения угла
	1:10 000	1: 15 000	
1 –р	1:10 000	1: 15 000	5
2 –р	1: 6 000	1: 10 000	8
3 –р	1: 5 000	1: 6 000	10

Примечание. Класс точности 2—р принят для серийных каркасно - панельных зданий; класс точности 3—р— для разбивок на монтажном горизонте; класс точности 1—р обосновывается специальными расчетами.

Таблица 3

Точность разбивки основных и детальных разбивочных осей, достигаемая с помощью стальной рулетки

Класс точности	Коэффициент точности измерения	Условия обеспечения класса точности			Область применения
		Способ установки рулетки	Способ натяжения	Способ нанесения рисков	
1 –р	0,12	В створ проволоки	Динамометром	Насечка на металлической пластине	На исходном горизонте
2 –р	0,2	В створ теодолита	То же	Риска карандашом на бетоне	На монтажном горизонте
3 –р	0,27	В створ на глаз	Вручную	Закрепление металлическим и шпильками	На местности

Тогда выражения (3) примут вид

$$\delta = \pm 3\sigma$$

$$x_{max} = \alpha + 3\sigma$$

$$x_{min} = \alpha - 3\sigma$$

что будет соответствовать допуску на размер или взаимной положение конструкций

$$|\Delta| = 6\sigma$$

Линейно-угловые построения при выносе в натуру главных и основных осей выполняют с точностью, указанной в табл. 2.

При разбивке детальных осей на монтажном горизонте рекомендуется

Таблица 4

Рекомендуемая точность при разбивке детальных осей на монтажном горизонте

Класс точности	Расчетная формула	R_i	Условия обеспечения класса точности	Область применения
1 –р	Δ	0,06	Зенит –Лот PZL	Для зданий высотой до 100м Высотой до 50м Высотой до 30м
2 –р	$= 0,02(H$	0,17	Теодолит с накладным уровнем Теодолит Т30	
3 –р	$+ 100)$ $\Delta = K_1(H+2)$ $\Delta = K_1(H + 1)$			

пользоваться формулой, определяющей допустимую величину разбивки

$$\Delta = K_i(L + 2)$$

где K_i — коэффициент точности разбивки; L — длина пролета между соседними осями.

В табл. 3 приведена точность разбивки основных и детальных разбивочных осей, достигаемая с помощью стальной рулетки, в табл. 4 —точность передачи основных и детальных разбивочных осей на монтажные горизонты.

Литература:

1. **Дуйшеев, С.Д.** Автоматизированное проектирование автомобильных дорог с использованием программы PLATEIA [Текст] / С.Д.Дуйшеев, Э.А.Тешаев, М.М.Жалалдинов, У. Эркали уулу // НОТ ОшКУУ 2016 - №1 - С.16-21.
2. **Неумывакин, Ю.К.** Практикум по геодезии. [Текст] / Ю.К. Неумывакин, А.С. Смирнов. // М.: Недра, 1985. -200 с.
3. **Поклад, Г.Г.** Геодезия. [Текст] / Г.Г. Поклад, С.П. Гриднев // М.: Академический проспект, 2007 – 592 с.
4. **Столбов, Ю.В.** Статистические методы контроля качества строительно – монтажных работ. [Текст] / Ю.В. Столбов // – М.: Стройиздат, 1982 – 86 с.
5. **Тешаев, Э.А.** Анализ строительных допусков и точности геодезических разбивочных работ в строительстве многоэтажных монолитных домов. [Текст] / Э.А.Тешаев, М.М.Жалалдинов // Материалы международной научно – практической конференции. СамДАКИ 2021. С. 486-491
6. СНиП 3.0 3.0 1 -8 7. Несущие и ограждающие конструкции / Госстрой России — М ФГУП ЦПП, 2007 — 192 с.