

Грицкив Любовь Николаевна,

старший преподаватель, кафедра «ПГСиГХ»;

Розанова Анастасия Владимировна,

студентка,

ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет»,

г. Тольятти, Самарская область, Россия

ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИЙ СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЕФОРМАЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

В данной статье рассматривается применение фотограмметрического способа для определения смещений элементов зданий и сооружений, приводящих строения к деформациям; исследуются достоинства и недостатки применения данного метода.

Ключевые слова: осадки зданий, фотограмметрический способ, деформации зданий, стереокомпаратор.

Lyubov' N. Gritskiv,

Senior Lecturer, the Department of Civil, industrial engineering and Urban Economy;

Anastasiya V. Rozanova,

Student,

FSBEI of HE «Tolyatti State University»,

Tolyatti, the Samara Region, Russia

PHOTOGRAMMETRIC METHOD FOR DETERMINING DEFORMATIONS OF BUILDINGS AND STRUCTURES

In this article, the application of the photogrammetric method for determining the movement of buildings and structures is considered, and the advantages and disadvantages of using this method are explored.

Keywords: vertical displacement buildings, photogrammetric method, deformation of buildings, stereocomparator.

В конструкциях зданий и сооружений в ходе их возведения и эксплуатации появляются деформации. Их возникновение обуславливается осадками грунтов основания из-за морозного пучения, упруго-пластических

деформаций грунтов основания, изменения уровня грунтовых вод. Также деформации зданий и сооружений вызывают ветровые и снеговые нагрузки, солнечная радиация, сейсмические воздействия, ошибки при проектировании, при строительном-монтажных работах и при эксплуатации.

Для своевременного предупреждения аварий и для анализа причин нарушения эксплуатационных качеств сооружений необходимы наблюдения за зданиями и сооружениями. Начинать наблюдения следует с нулевого цикла.

При наблюдениях за деформациями зданий и сооружений используют геодезические методы.

Наблюдения за деформациями зданий – это совокупность мероприятий для определения величин деформаций и выявления причин их возникновения. Задачами при наблюдениях являются: определение степени деформации; определение оценки устойчивости сооружения; принятие профилактических мер; изучение влияния деформаций на нормальный режим технологического процесса; проверка в натуре расчетных данных; изучение закономерностей деформаций для их прогнозирования.

Для достижения поставленных задач с началом проектирования необходимо организовать исследования за деформациями. Наблюдения следует начинать с момента возведения здания и продолжать весь строительный период, а также эксплуатационный период (для крупных объектов). Наблюдения не прекращают до полной стабилизации положения грунтов основания [6].

В настоящее время основными методами измерения вертикальных перемещений согласно ГОСТ [1, с. 6] являются: геометрическое нивелирование, тригонометрическое нивелирование, гидростатическое нивелирование и стереофотограмметрия.

Наиболее традиционными методами для определения осадок зданий является геометрическое и тригонометрическое нивелирование. При мониторинге за осадками и деформациями зданий чаще всего используют высокоточное нивелирование короткими лучами [6].

Но эти методы имеют ряд недостатков. Например, возможность появления ошибок в измерениях из-за сложности применения метода. Эти ошибки тяжело учесть и устранить. А также недостатком перечисленных методов является возможность измерения смещений только в одном направлении, т.е. измерить можно только вертикальные или только горизонтальные перемещения. Процесс измерения данными методами является очень длительным. В то же время существует фотограмметрический метод, который лишен указанных недостатков. Фотограмметрия – это наука, изучающая методы определения метрических характеристик объектов по снимкам, полученным с помощью специальных устройств.

С помощью фотограмметрических методов можно не только находить деформации зданий и сооружений, но и определять площади участков, вычислять объемы земляных работ, изучать ледники и оползневые явления, а также определять координаты движущихся объектов.

Фотограмметрию часто используют в топографическом картографировании [3, с. 226].

Фотограмметрический способ целесообразно использовать для II–IV классов точности измерений [1, с. 6]. Применение фотограмметрического способа позволяет определять деформации с точностью порядка 1:1000 – 1:100000 от расстояния до объекта. Данный метод фотограмметрии дает возможность одновременно с помощью одного инструмента измерять смещения ряда точек сооружений по двум направлениям(XZ).

Для получения цифрового (фотографического) изображения применяют фототеодолит или цифровую фотокамеру. При фотограмметрическом методе фотографируется всё здание в целом через определенные интервалы времени (циклы). Затем по снимкам анализируется смещение координат точек здания или сооружения. А также по фотоснимкам, сделанным в разных циклах, определяют разности высот точек здания.

Фотограмметрический способ (способ нулевого базиса) применяется для определения деформаций одной плоскости. При фотограмметрическом методе

определяют те деформации, которые находятся в плоскости снимка. Деформации определяют фотографированием точек А, Б, В, Г (рис. 1) с концов одного и того же базиса [2, с. 440].

Преимущества фотограмметрического метода:

- 1) объективность получаемых результатов;
- 2) возможность использования метода на значительной площади объекта;
- 3) возможность применения метода для измерения любого количества точек, в том числе таких точек, которые недоступны для измерения другими методами;
- 4) простота применения метода;
- 5) довольно высокая точность измерений [5, с. 69];
- 6) высокая степень достоверности и документальности [7, с. 279].

Недостатки фотограмметрического метода:

- 1) потребность в квалифицированных специалистах;
- 2) знание современных компьютерных программ [4, с. 133];

Последовательность выполнения работ за наблюдением осадки здания фотограмметрическим способом:

- 1) сооружение маркируют, т.е. на здании закрепляются марками точки, положение которых будет определяться в ходе проведения геодезических работ (рис. 1). Обычно маркировочным знаком является белый квадрат с изображением на нём черного креста;

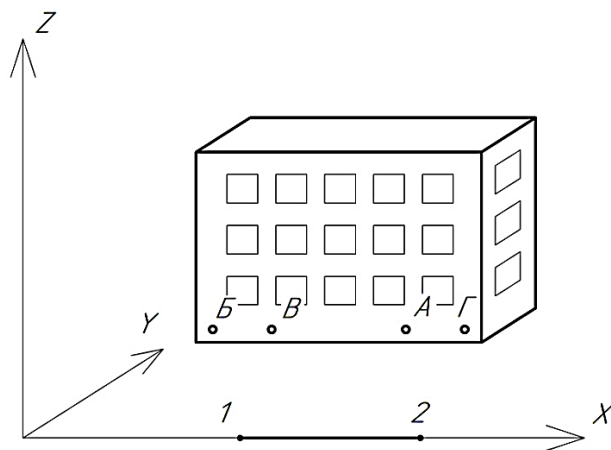
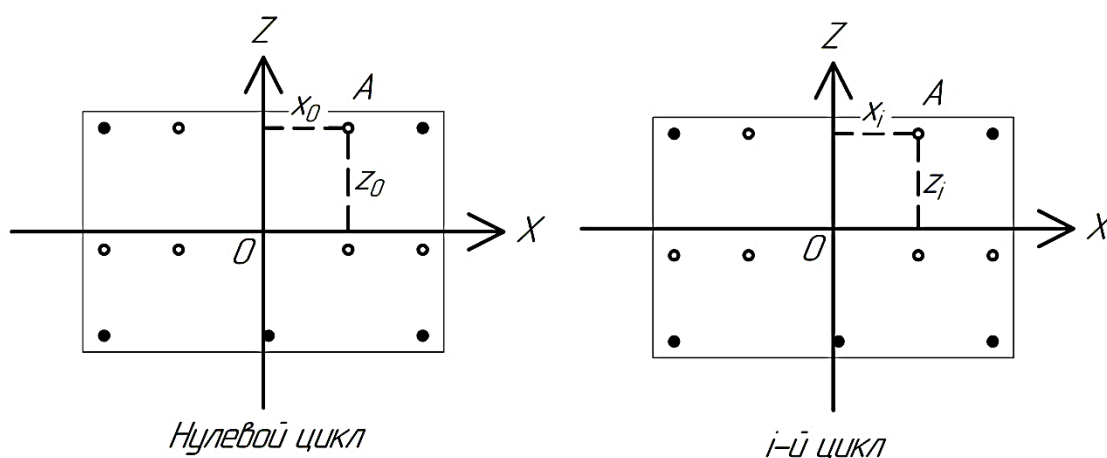


Рис.1 – Маркировка сооружения для метода фотограмметрии сооружения

2) с помощью фототеодолита фотографируют сооружение через определенные промежутки времени (циклы) – рис. 2. Расположение и ориентирование фототеодолита при этом остается постоянным;



- – контрольные точки
- – деформационные марки

Рис.2 – Фотоснимки фасада зданий разных циклов

3) на местности с помощью монолитных столбов фиксирую точки концов базиса (1 и 2), с которых будет производиться фотосъемка сооружения (рис. 3). Длина базиса фотографирования должна приниматься в пределах 1/5-1/10 расстояния от фототеодолита до наблюдаемого объекта;

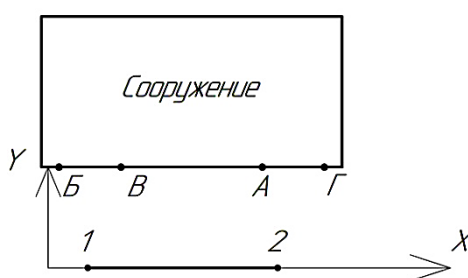


Рисунок 3 – Схема размещения базиса и деформационных марок

4) определяются координаты X и Z с помощью нивелирования или методом засечек для каждого цикла;

5) плоскость прикладной рамки фототеодолита должна быть параллельно основной плоскости исследуемого здания.

Формулы для определения вертикальных (Z) и горизонтальных (X) смещений:

$$\Delta X = \frac{Y}{f} \cdot (x_2 - x_1) = M \cdot (x_2 - x_1) \quad (1)$$

$$\Delta Z = \frac{Y}{f} \cdot (z_2 - z_1) = M \cdot (z_2 - z_1), \quad (2)$$

где $\Delta X, \Delta Z$ – смещения точек вдоль осей X и Z на фотоснимке между циклами измерений;

f – фокусное расстояние фотокамеры;

$x_1; x_2; z_1; z_2$ – координаты точки A в разных циклах;

M – масштаб изображения на фотоснимке;

б) в ходе работ сооружение фотографируют с одних и тех же базисных точек 1 и 2;

7) измеряют на местности расстояние Y от фототеодолита до здания;

8) зная фокусное расстояние фототеодолита, определяют масштаб M изображения снимка по формуле:

$$M = \frac{Y}{f}; \quad (3)$$

где f – фокусное расстояние фотокамеры;

9) на стереокомпараторе по паре снимков определяют координаты точек;

10) определяют смещения $(x_2 - x_1)$ и $(z_2 - z_1)$ с помощью стереокомпаратора.

В состав камеральных работ входят фотохимическая обработка фотоснимков, дешифрирование фотоснимков, измерительные работы и обработка результатов измерений [7, с. 279].

При строгом соблюдении всех требований, предъявляемых к производству фототеодолитной съёмки, деформации зданий и сооружений определяют с точностью до 1-3 мм при удалении базиса фотографирования от

наблюдаемых точек на 10-20 м, что обеспечивает достаточно высокую точность измерений.

Фотограмметрический метод позволяет быстро и точно определять смещения бесконечного числа точек здания или сооружения. Но при этом требуется наличие открытого пространства для съемки. Необходимо будет работать со сложным оборудованием, а для обработки результатов нужно иметь специальные навыки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 24846-81 Грунты. Методы измерения деформаций основных зданий и сооружений. – Режим доступа: <http://www.rags.ru/gosts/gost/53874/>
2. Авакян В.В. Прикладная геодезия. Геодезическое обеспечение строительного производства: учебное пособие [Электронный ресурс] / В.В. Авакян. – Электрон. текстовые данные. – М.: Академический проект, 2017. – 588 с. – 978-5-8291-1953-9. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60143.html>
3. Инженерная геодезия и геоинформатика: учебник для вузов [Электронный ресурс] / М.Я. Брынть [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: Академический Проект, 2012. – 496 с. – 978-5-8291-1356-8. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/36328.html>
4. Шеховцов Г.А. Современные геодезические методы определения деформаций инженерных сооружений [Текст]: монография / Г.А. Шеховцов, Р.П. Шеховцова. – Н. Новгород: ННГАСУ, 2009. – 156 с. – Режим доступа: <http://www.bibl.nngasu.ru/electronicresources/uch-metod/geodesy/4675.pdf>
5. Кузнецова Д.А. Мониторинг деформаций зданий и сооружений на основе геодезических работ: диссертация [Электронный ресурс] / Д.А. Кузнецова; Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. – Санкт-Петербург: СПбПУ, 2015. – 92 с. – Режим доступа: <http://elib.spbstu.ru/dl/2/6104.pdf/download/6104.pdf>
6. Грицкив Л.Н., Розанова А.В. Выявление перемещений и деформаций конструкций инженерных эксплуатируемых сооружений. Геометрическое нивелирование осадочных марок // Наука и образование: новое время. – 2017. – № 3. – С. 139-144.
7. Лабораторный практикум по инженерной геодезии: учеб. пособие для вузов / В.Ф. Лукьянов, В.Е. Новак, Н.Н. Борисов и др. – М.: Недра, 1990. – 334 с.: ил.