

## МЕТОДЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОЗВОДИМЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Екимовская В.А.

Научный консультант - к.т.н., доцент **Рогова Н. С.**

*(Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ), 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26)*

**Аннотация.** Процесс геодезического мониторинга улучшается с каждым годом, это связано в основном с развитием науки, появляются новые изобретения, которые повышают точность приборов во много раз по сравнению с предыдущими версиями измерительных приборов. В статье рассмотрены основные, а также современные методы мониторинга, рассмотрены положительные и отрицательные стороны способов.

**Ключевые слова:** геодезический мониторинг, деформационные марки, способ координат.

## METHODS OF GEODETIC MONITORING OF ESTABLISHED BUILDINGS AND STRUCTURES.

Ekimovskaya V.A.

**Scientific adviser** - Candidate of Technical Sciences, associate Professor **Rogova N.S.**

*(Moscow State University of Civil Engineering, 26, Yaroslavskoye Sh., 129337, Moscow, Russia)*

**Abstract.** The process of geodetic monitoring improves every year, this is mainly due to the development of science, new inventions appear that increase the accuracy of instruments many times compared to previous versions of measuring instruments. The article discusses the main as well as modern monitoring methods, considers the positive and negative aspects of the methods.

**Keywords:** Geodetic monitoring, measurement methods, photogrammetry, rectangular coordinates.

## ВВЕДЕНИЕ

Строительство зданий и сооружений- сложный процесс, на которые влияют многие факторы, такие как: местоположение строительства, погодные условия, осадки, геология и гидрогеология местности. Необходимо заранее предусмотреть все деформации здания. Начиная с первых этапов возведения здания необходимо следить за процессами выноса осей, а также установки элементов в проектное положение. Для этого существуют

различные методы геодезического мониторинга. С каждым годом улучшаются данные процессы, это связано с развитием науки: появляются новые приборы, которые намного точнее своих предшественников. Это позволяет качественнее производить геодезический мониторинг зданий и сооружений. Цель работы- анализ существующих методов с целью рекомендаций их применения для определенных типов сооружений.

## **МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ**

Рассмотрим основные понятия. Геодезический мониторинг — это обследование зданий и сооружений для контроля над деформационными процессами (осадка, раскрытие трещин крены, сдвиги) в процессе строительства, эксплуатации или реконструкции.

Деформация – смещение объекта от первоначального положения или изменение формы. Деформация происходит в связи с гидрогеологией местности, инженерно-геологическими условиями или свойствами грунта, а также из-за ошибок во время строительства или эксплуатации.

Различают следующие виды мониторинга:

1. Мониторинг вертикальных отклонений (просадка).
2. Мониторинг трещин фасадов
3. Мониторинг горизонтальных смещений

Любая деформации может привести к аварийному состоянию объекта и выведению его из эксплуатации. В зависимости от степени раскрытия трещин здание может потерять общую прочность, что может привести к разрушению. На вертикальные отклонения в основном влияет состав грунта, содержание в нём пустот и воды. Максимальная осадка зависит от фундамента, а именно от его предельного состояния. В геологических опасных районах, а также для башен производят мониторинг кренов и сдвигов [3,4].

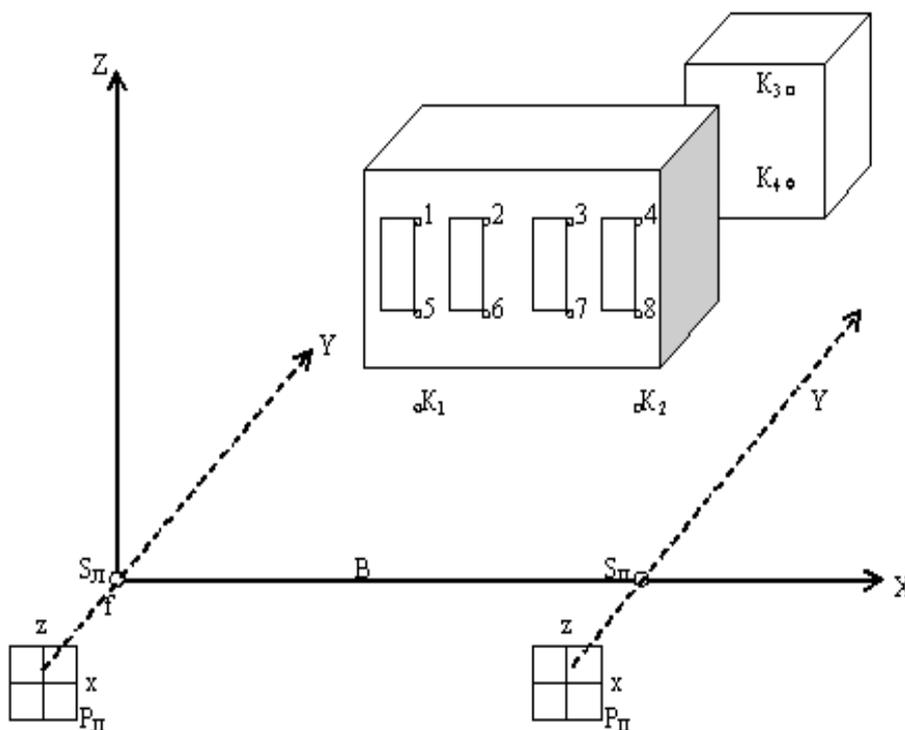
## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Горизонтальные смещения могут определяться различными методами: линейно-угловой способ, створный, фотограмметрический, прямоугольных координат. Первый способ выполняется с помощью комбинированных сетей и сетей триангуляции. Величины смещений определяют по разностям координат в различных циклах. Для данного способа необходимы несколько приборов, что усложняет этот способ, а также вероятность возникновения погрешностей измерений, возникающих из-за влияния различных факторов [5].

При створном способе на местности определяется положение деформационных марок относительно створа между пунктами геодезической сети через определенные

промежутки времени. Это простой способ, для него необходимо наличие рулетки (для измерения отрезков) или теодолита для измерения углов отклонения деформационных марок от заданного створа.

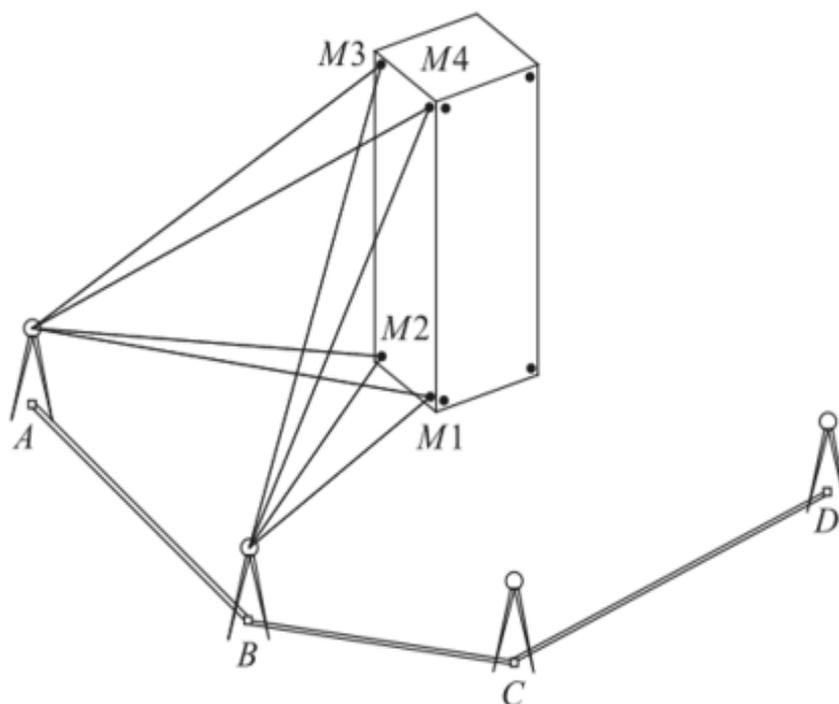
Фотограмметрический способ заключается в фотографировании объекта специальным прибором в течении некоторого времени с некоторым промежутком[1,2]



**Рисунок 1.** Схема определения горизонтальных смещений с помощью метода фотограмметрии.

Пункты стоянки прибора обозначены, как  $S_{П1}$  и  $S_{П2}$ , они расположены параллельно фасаду здания. На самом исследуемом сооружении обозначаются контрольные точки деформационными марками, в данном случае точки 1, 2, 8.

Если на площадке имеется достаточное количество геодезических пунктов, то применяется способ прямоугольных координат, заключающийся в том, что на местности определяется положение наблюдаемой точки относительно точек геодезической сети. В этом способе может использоваться тахеометр. Метод заключается в последовательном нахождении координат центров марок с разных станций



**Рисунок 2.** Схема определения крена с помощью метода прямоугольных координат.

Например, для марок M3 и M2

$$q_{M3-M2} = \sqrt{(x_{M3} - x_{M2})^2 + (y_{M3} - y_{M2})^2}$$

$$tg\theta = \frac{y_{M3} - y_{M2}}{x_{M3} - x_{M2}}$$

Где:  $q$  – линейная величина крена, а  $\theta$  – угловая величина крена

Точки A, B, C, D- опорная сеть, привязанные к государственной сети, а точки на здании- деформационные марки. Марки могут быть сделаны из светоотражающей плёнки. (марки-катафоты). Минимальное число точек базиса – два.

## ВЫВОДЫ

Чаще всего на сегодняшний день используется метод прямоугольных координат, так как он достаточно четкий и имеет меньше погрешностей, а также он более прост, особенно если используется тахеометр. По точности также может сравниться фотограмметрический метод, но его применение ограничено высокой стоимостью современного стереофотограмметрического оборудования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Михайлов А.П., Чибуничев А.Г. Фотограмметрия. Изд-во МИИГАиК, 2016. 294 с.
2. Н.С. Рогова, А.В. Лабузов, С.В. Шендяпина, В.В. Симонян Геодезия и фотограмметрия в архитектуре. [Электронный ресурс] Москва: Издательство МИСИ – МГСУ, 2020 — Режим доступа: <http://lib.mgsu.ru/>

3. СП 305.1325800.2017 «ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ. Правила проведения геотехнического мониторинга при строительстве».
4. ГОСТ 24846–2012 «Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений».
5. СТО СРО-С 60542960 00043–2015 «Геодезический мониторинг зданий и сооружений в период строительства и эксплуатации».