

**УДК 528.44**

*Исаков Эркин Хужаярович.*

*Профессор, Самарканского государственного архитектурно-строительного университета, к.т.н.*

*Пирназаров Ислом Мардонович*

*Старший преподаватель, Самарканского государственного архитектурно-строительного университета*

*Ниязов Вокиджан Рузиевич*

*Старший преподаватель Самарканский государственный архитектурно-строительства университет, д.ф.т.н. (PhD)*

*Облокулова Ситора*

*Самарканский государственный архитектурно-строительный университет, студентка 3 курса группы GKK*

***ISAKOV ERKIN KHUZHAYAROVICH.***

*Professor, Samarkand State University of Architecture and Civil Engineering,  
Ph.D.*

***PIRNAZAROV ISLOM MARDONOVICH***

*Senior Lecturer, Samarkand State University of Architecture and Civil  
Engineering*

***NIYAZOV VOKHIDZHAN RUZIEVICH***

*Senior Lecturer, Samarkand State University of Architecture and  
Construction, Doctor of Philological Sciences. (PhD)*

***OBLOKULOVA SITORA***

*Samarkand State University of Architecture and Civil Engineering, 3rd year  
student of the GKK group*

**АКТИВНАЯ СЕЙСМИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА ЗДАНИЙ И  
СООРУЖЕНИЙ, РАЗРАБОТКА НОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ  
РЕШЕНИЙ**

**Аннотация.** Особую актуальность имеет классификация способов защиты зданий и сооружений в сейсмически опасных зонах. Помимо стандартного повышения надежности конструкции за счет повышения сейсмоустойчивости территорий, могут применяться комбинированные методы. Поиск и создание базовой классификации, а также рассмотрение методов и систем защиты зданий в сейсмически активных районах помогут оптимизировать выбор необходимой системы. Практика управления сейсмическим риском в зданиях и сооружениях в сейсмически активных зонах развита на основе цифровых моделей, позволяющих определять и оценивать уровень повреждений территорий, находящихся под воздействием сильных землетрясений. Одновременно проводились работы по сейсмологической оценке и оценке сейсмостойкости зданий и сооружений на участках с высокой вероятностью сильного землетрясения в сейсмически активных зонах. Активная сейсмическая защита зданий и сооружений, разработка новых конструктивных решений и организация работ по обеспечению сейсмостойкости водохранилищ, плотин и гидротехнических сооружений, а также устраниению недостатков.

**Ключевые слова:** Сейсмическая активность, сейсмостойкость, деформация, фотограмметрический метод, землетрясение, стереокомпаратор, стереофотограмметрия.

## ACTIVE SEISMIC PROTECTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES, DEVELOPMENT OF NEW DESIGN SOLUTIONS

**Annotation:** Of particular relevance is the classification of methods for protecting buildings and structures in seismically hazardous areas. In addition to the standard increase in structural reliability by increasing the seismic resistance of areas, combined methods can be used. Finding and creating a basic classification, as well as considering methods and systems for protecting

buildings in seismically active areas will help optimize the choice of the required system. The practice of seismic risk management in buildings and structures in seismically active zones has been developed on the basis of digital models that make it possible to determine and assess the level of damage to areas under the influence of strong earthquakes. At the same time, work was carried out on seismological assessment and assessment of the seismic resistance of buildings and structures in areas with a high probability of a strong earthquake in seismically active zones. Active seismic protection of buildings and structures, development of new design solutions and organization of work to ensure the seismic resistance of reservoirs, dams and hydraulic structures, as well as eliminating deficiencies.

**Key words:** *seismic activity, seismic resistance, deformation, photogrammetric method, earthquake, stereo comparator, stereo photogrammetry.*

**Введение.** Сейсмостойкость зданий и сооружений - сейсмостойкость или сейсмопригодность - характеристика, характеризующая уровень сейсмостойкости зданий и сооружений в пределах допустимого риска.

Комплексный анализ основных, существующих и применяемых в настоящее время систем защиты зданий в сейсмически активных зонах и схема их классификации открывают путь к совершенствованию совместных методов защиты зданий и сооружений в сейсмически активных зонах.

Узбекистан расположен в сейсмически активной зоне. По официальным данным, 359 городов и населенных пунктов на территории республики расположены в сейсмически активных зонах. В этих местах землетрясения могут быть от 7 до 9 баллов и даже выше. Специалисты МЧС совместно с профильными ведомствами изучили эти населенные пункты и огласили их полный список.

В июле 2020 года Президент подписал постановление «О мерах по коренному совершенствованию системы обеспечения сейсмической безопасности населения и территории Республики Узбекистан».

В этих работах он рассматривает существующие подходы к проектированию зданий и сооружений в сейсмически опасных зонах, выявляет недостатки методов и дает рекомендации, которые приводят к принятию решений по оптимизации проектирования и строительства зданий в сейсмически опасных зонах. В частности, визуальная наглядность, позволяющая минимизировать возможные затраты на этапах проектирования и эксплуатации, выбирать конкретный подход.

Деформация зданий или инженерных сооружений происходит под воздействием внешней силы (нагрузки) и землетрясений в сейсмически опасных районах. Это приводит к изменению формы объекта или движению его материальных частиц. Если нагрузка не превышает допустимого предела, установленного для конкретного материала, после его отделки конструкция возвращается к исходной форме за счет взаимодействия частиц материала.

При перегрузках или под воздействием сильного землетрясения здания и сооружения деформируются или разрушаются. Исследование этих деформационных процессов имеет важное значение при проектировании и строительстве различных инженерных сооружений, а геодезические работы необходимы для определения состояния зданий и сооружений под воздействием землетрясений в сейсмически опасных районах.

Для изучения деформаций объекта используются геодезические и фотограмметрические методы. По данным геодезических измерений можно определить очень малые перемещения точек объекта, разделенные во времени, что не позволяет оценить его положение в целом в определенное время. Фотограмметрические методы уступают по точности

геодезическим, но позволяют одновременно фиксировать положение точек исследуемого объекта, что дает возможность оценить взаимную деформацию точек объекта в целом.

**Определение деформации инженерных сооружений.** Для изучения деформации объекта применяют геодезические и фотограмметрические методы. По данным геодезических измерений можно определить довольно малые, разнесенные по времени перемещения точек объекта, что не позволяет оценить его состояние в целом в данный момент. Фотограмметрические методы по точности уступают геодезическим, но они позволяют фиксировать положение точек изучаемого объекта в один физический момент, что дает возможность оценить взаимную деформацию точек объекта в целом и отдельных его частей.

При большом количестве определяемых точек фотограмметрические методы более экономичны и производительны, чем геодезические, поэтому они находят широкое практическое применение для определения деформаций инженерных сооружений, строительных конструкций, узлов и моделей при испытании статическими нагрузками и динамическими воздействиями. Фотоснимки получают, как правило, с помощью [фототеодолитной съемки](#). Она имеет особенно важное значение при выполнении исследований деформации объектов в условиях действующего предприятия без специальной организации работ по обеспечению мер безопасности.

**Принцип определения деформаций** заключается в многократном получении координат точек исследуемого объекта по измерениям наземных снимков и сравнении их с исходными или проектными данными.

В наземной фотограмметрии изучение деформации объекта может производиться по измерениям одиночных снимков или по результатам измерений снимков стереопары. Первый метод определения деформаций

называют фотограмметрическим (метод нулевого базиса), а второй – стереофотограмметрическим.

**Фотограмметрический метод** используют в тех случаях, когда необходимо определить изменение положения точек объекта (плоские объекты) в плоскости, параллельной плоскости снимка. Фотографирование объекта производится с одной фотостанции многократно с сохранением элементов внутреннего и внешнего ориентирования фотокамеры. Первую съемку, выполняемую после завершения строительства (монтажа) объекта или до его нагрузки, называют *съемкой (снимком) нулевого цикла*. Последующие съемки (снимки) называют *съемкам и (снимками) деформационных циклов*.

Снимки каждого цикла измеряют на стереокомпараторе. Разности координат одноименных точек снимков разноименных 95 циклов характеризуют общую деформацию объекта в этих точках (или деформацию в точках за период времени между съемками):

$$\Delta X = X_2 - X_1 = \frac{Y}{f} (x' - x) = \frac{Y}{f} \Delta x;$$

$$\Delta Z = Z_2 - Z_1 = \frac{Y}{f} (z' - z) = \frac{Y}{f} \Delta z,$$

формулы (1), где  $Y$  - отстояние от центра проекции до плоскости объекта;  $x, z$  и  $x', z'$  - координаты одноименных точек снимков в двух рассматриваемых циклах.

Параллельность между плоскостью изображения и плоскостью объекта при съемке должна выдерживаться с точностью  $\pm 2,5^\circ$ .

**Аэрофотосъемка зданий и сооружений.** Аэрофотосъемка выполняются с использованием БЛА, работы проводят в ясные безоблачные дни с хорошими атмосферными условиями. (Рис-1) Даже отдельные облака или тени от них, изобразившиеся на аэроснимке,

закроют часть местности или сделают неразличимыми ее контуров. Удобнее проводить аэрофотосъёмку летом в первой половине дня, когда аэроландшафт наиболее ярко освещен солнцем. В это время в меньшей степени происходит светорассеивание в атмосфере (явления дымок) и отсутствует колебание нижних слоев воздуха под влиянием сильного нагрева солнцем земной поверхности.

Получение задания, подготовка материалов. Расчет маршрутов полета БЛА по исходным данным (по масштабу создаваемого ЦТП и высоте сечения рельефа местности расчет высоты полета БЛА, по параметрам цифровой камеры, величине продольного и поперечного перекрытия аэрофотоснимков, максимальной и минимальной высоте рельефа в районе съемки, скорости и направление ветра – расчет времени выполнения полета, количества снимков на район съемки, скорость движения БЛА, интервалы съемки).



Рис-1. Аэрофотосъёма полёт БЛА

Загрузка полетного задания в автопилот БЛА. Выбор точки старта и посадки БЛА) Отыскивание исходных пунктов для установки базовой станции GNSS-приёмника. На объекте на исходном пункте с известными координатами и отметкой устанавливается GNSS приёмник с радиомодемом с частотой синхронизации с бортовым БЛА GNSS приёмником.

- Отыскивание исходных пунктов для калибровки базовой станции не менее 3-х пунктов.

- выбор площадки для старта и должна находиться на минимальном удаление от объекта аэрозалета;
- определить направление маршрута относительно наземной станции управления и убедиться в отсутствии препятствий в этом направлении для обеспечения прямой радиовидимости;
- выбор площадки для посадки БЛА выбирается ровный участок местности диаметром не менее 50 м с травяным покрытием высотой не более 1 м;
- площадке не должно быть предметов, при приземлении на которые возможно повреждение БЛА.

По завершение полевые аэрофотосъёмочных работ проводит перегрузка аэрофотоснимков с БЛА в ноутбук. Изготовление репродукции накидного монтажа и предварительная оценка полученных материалов аэрофотосъемки (наличие пропусков аэрофотоснимков в маршруте (пропущенным считается аэрофотоснимок, если продольное перекрытие смежных аэрофотоснимков меньше заданного; отклонение масштаба аэрофотоснимков от заданного (не более 5%); прямолинейность маршрутов (для контроля прямолинейности маршрутов производится монтаж каждого маршрута по начальным направлениям; главные точки аэрофотоснимков, расположенных на концах маршрута, соединяются прямой, от которой измеряется стрелка прогиба (расстояние от прямой до наиболее удаленной от нее главной точки). Прямолинейность определяется в процентах отношением стрелки прогиба маршрута к его длине. Стрелка прогиба не должна превышать 2 % от длины маршрута. Величина продольных углов наклона двух смежных кадров маршрута и взаимных поперечных углов наклона на перекрывающейся части двух смежных аэрофотоснимков соседних маршрутов следующие: углы наклона не должны превышать  $3^\circ$  (число аэрофотоснимков с углом наклона  $3^\circ$  допускается не более 10 % от общего количества аэрофотоснимков на

съемочном участке. Ошибка установки цифровой камеры на угол сноса (не более 6°).

Предварительная обработка и построение 3D модели местности, ортофотоплана и цифровой модели местности. Разборка и укладка БПЛА в футляры. Переходы и переезды на участке работ.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Мурашёв С.А, Гебгарт Я.И, Кислицин А.С «Аэрофотогеодезия» Москва «Недра» 1976 год.
2. Красношекова, О.Б. Нормадская, А.М. Кислова, В.В. Кислов «Фотограмметрия» Москва «Недра» 1978год.
3. Сафаров Э.Ю., Абдурахимов Х.А., Ойматов Р.К. “Геоинформацион картография” Тошкент Университет 2012 йил, 179 бет.
4. Гулямова Л.Х., Сафаров Э.Ю., Абдуллаев И.Ў. “Геоахборот тизимлари” Тошкент, Университет 2013 йил, 130 бет.
5. Болшакова В.Д., Левчука Г.П. “Справочник геодезиста” Книга 2 Москва, “Недра” 1985 год, 438 стр.
6. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании топографических карт и планов. - М.: Недра, 1974, 80 с
7. Основные положения по аэрофотосъёмке, выполняемой для создания и обновления топографических карт и планов. ГКИНП-09-32-80. М.: Недра, 1982, 17 с.
8. Журакулов Д.О. Бобокалонов М.Х., Пирназаров И.М., Умаров Н.Ш., Рахимов Ў.А. Ўқув қулланма адабиётининг нашр рухсатномаси “Давлат кадастрлари тизимида сунъий йўлдош технолгиялари” 2023 йил 22 декабар “537” сонли буйруқ. №175932