

АННОТАЦИЯ

**Диссертационной работы на соискание степени доктора философии
(PhD) по специальности «6D071100 – Геодезия»
Сулейменовой Дианы Нурбакытовны
на тему «Исследования деформаций высотных зданий с
использованием геодезических методов и автоматизированного
оборудования»**

Актуальность темы исследования. Современное возведение высотных зданий и сооружений требует особого внимания к вопросам обеспечения безопасности и устойчивости строительных конструкций в процессе эксплуатации. Деформационные процессы, возникающие под воздействием природных и антропогенных факторов, могут привести к изменению геометрических параметров зданий, снижению их несущей способности и созданию потенциальной угрозы для жизни и здоровья людей.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью комплексного подхода к изучению и совершенствованию технологий геодезического мониторинга, особенно в условиях городской застройки и многоэтажного строительства.

Геодезический мониторинг за деформациями высотных зданий и сооружений, расположенных в сейсмической зоне, включает в себя целый комплекс мер, направленных в первую очередь на обеспечение безопасности и стабильности конструкций. Геодезический мониторинг предполагает проведение регулярных наблюдений за осадками, кренами, деформациями и другими геометрическими параметрами для своевременного выявления возможных проблем и принятия необходимых мер на ранней стадии для предотвращения аварийных ситуаций.

Современные антропогенно-техногенные сооружения и конструкции отличаются значительной масштабностью и востребованностью их устойчивости на всех этапах их реализации. Решение этой проблемы требует внедрения автоматизированных систем геодезического мониторинга деформаций (АСГДМ), основанных на передовых геодезических аппаратно-программных комплексах и технологиях, таких как спутниковая ГНСС, электронная тахеометрия, высокоточные цифровые инклинометры, геотехнические датчики-акселерометры, тензометры и другие устройства, интегрированные в единую систему мониторинга устойчивости сооружений. Использование геодезических методов и автоматизированных систем наблюдений позволяет значительно повысить точность, оперативность и надежность получаемых данных. Для обеспечения их устойчивости и безопасности на этапах строительства и эксплуатации необходимо внедрение автоматизированных систем геодезического мониторинга деформаций (АСГДМ), использующих передовые технологии, такие как спутниковые ГНСС, электронная тахеометрия и высокоточные инклинометры. В Алматы

более 300 уникальных объектов требуют особого внимания к вопросам безопасности.

Строящиеся и эксплуатируемые сооружения подвержены деформациям, вызванных воздействием ряда факторов, таких как климат, сейсмическая активность, внеплановые точечные и подземные застройки в городах, статические и динамические нагрузки технологического характера, а также геологические и тектонические процессы. Наиболее эффективным подходом своевременного выявления деформаций в конструкциях антропогенных техногенных сооружений является использование АСГДМ. Результаты мониторинга, полученные с помощью таких систем, являются основой для принятия решений, таких как проведение капитального ремонта, приостановка эксплуатации или производства, а также эвакуация людей. Такие системы должны быть предусмотрены на стадии разработки технического задания для строительства, с учетом всех условий использования и эксплуатации сооружения, включая мониторинг совокупности всех видов деформаций.

Традиционные геодезические методы мониторинга, такие как микротриангуляция и гидронивелирование, хотя и обладают высокой точностью, являются трудоемкими и требуют значительного времени для выполнения. Современные технологии, такие как роботизированные тахеометры и цифровые инклинометры, позволяют проводить непрерывный мониторинг с высокой точностью и оперативностью. Эти системы обеспечивают контроль за деформациями в реальном времени, что значительно повышает безопасность и стабильность инженерных объектов.

Современные технологии АСГДМ, таких как спутниковые ГНСС и роботизированные тахеометры, обеспечивает необходимую точность и оперативность для контроля деформаций. Эти технологии и их успешная реализация на практике подчеркивают актуальность исследования, направленного на повышение эффективности и надежности эксплуатации уникальных инженерных объектов с использованием автоматизированных систем геодезического мониторинга. Автоматизированные системы геодезического мониторинга деформаций играют ключевую роль в общей системе обеспечения безопасности строительства и эксплуатации зданий и сооружений, особенно в случае объектов, относящихся к категории особо опасных, технически сложных и уникальных.

Для обеспечения систематизации, хранения и анализа информации, получаемой в ходе геодезических наблюдений за деформациями здания ГУК КазНУ, была разработана специализированная база данных. Данная база служит основой для мониторинга, последующего анализа деформационных процессов и формирования отчетной документации. Внедрение современных измерительных технологий, включающих спутниковые приемники ГЛОНАСС/GPS, автоматизированные электронные тахеометры и цифровые инклинометры, обеспечивает высокую точность мониторинга при значительной оптимизации трудовых ресурсов. Автоматизация процессов

сбора, обработки и анализа данных позволяет получать актуальную информацию о деформациях в режиме, близком к реальному времени.

Цель диссертационной работы: Обоснование методов мониторинга деформационных процессов при эксплуатации высотных зданий и сооружений на основе использования современных автоматизированных геодезических приборов.

Объект исследования: высотное здание ректората Казахского национального университета имени аль-Фараби (ректорат) в городе Алматы.

Предметом исследования является интегрированный комплекс сбора и обработки пространственной информации с целью выявления деформаций высотных зданий в процессе эксплуатации с использованием автоматизированных высокоточных геодезических приборов.

Основные задачи исследований:

- анализ существующих методов мониторинга деформаций высотных зданий и сооружений на основе автоматизированных геодезических систем;
- исследование текущего состояния деформаций объекта диссертационного исследования (АЗ КазНУ им. аль-Фараби).
- использование в полевых условиях методик геодезического контроля деформаций с использованием GPS-технологий, сканера Rigel, а также электронных и высокоточных цифровых приборов;
- обоснование и разработка алгоритм оценки результатов геодезических измерений деформаций зданий и сооружений.

Методы исследования:

- анализ теоретических данных о деформациях высотных зданий с использованием современных геодезических приборов;
- полевые исследования (съемка) с учетом климатических условий и возможностей использования геодезических приборов и выявления деформаций;
- создание 3D графической моделей объектов для выявления точности деформаций;
- обработка результатов геодезических измерений с помощью математической статистики и компьютерных технологий.

Научная новизна работы заключается:

- в разработке концепции на основе анализа существующих методов мониторинга за деформациями высотных зданий и сооружений, и геодезических подходов с применением автоматизированных систем, направленной на обеспечение точности измерения, повышение эффективности мониторинга деформаций как единого комплекса;
- в создании информационной базы данных с информацией сдвижения высотных отметок и применением геодезических методов автоматизированного оборудования, с идентификатором параметров конструкций;
- в разработке алгоритма для исследования конструктивных систем высотных зданий и анализа деформаций, основанный на интеграции данных лазерного сканирования, высокоточного геометрического нивелирования,

технологий БПЛА и сейсмических наблюдений с целью выявления деформаций сооружений.

- в разработке программы измерений и графических построений по результатам наблюдений с использованием рекомендованной методики.

Научное значение работы заключается в разработке и проведении комплексного геодезического мониторинга за деформациями высотных зданий и сооружений на основе использования современных технологий сбора и обработки пространственно–временных данных измерений.

Теоретические и практическая значимость исследования: Основные результаты исследований и практических работ заключаются в обосновании оптимального алгоритма разработки структуры, содержания и процесса реализации автоматизированной системы геодезического деформационного мониторинга высотных инженерных сооружений. Внедрение полученных результатов позволят обеспечить безопасную эксплуатацию высотных зданий и сооружений, использование АСГДМ обеспечат повысить точность и оперативности мониторинговых исследований в режиме реального времени.

Научные положения, выносимые на защиту:

- пространственно–временные деформации высотного здания КазНУ им. Аль - Фараби проявляются в виде линейной зависимости от конструктивных параметров и свойств основания, фиксируемой автоматизированной системой геодезического мониторинга, основанной на комплексе современных методов наблюдений.

- алгоритм обработки результатов измерений деформаций высотного здания формируется на основе сравнения данных лазерного сканирования, съёмки с БПЛА и наземных геодезических измерений по разнице усреднённых координат, обеспечивая получение количественной оценки результатов измерений.

- оценка деформаций высотного объекта формируется на основе алгоритма обработки результатов измерений, обеспечивая достоверность и эффективность определения напряжённо-деформированного состояния сооружения.

Реализация результатов работ. Основные положения диссертационной работы могут рекомендованы к использованию при проведении геодезического мониторинга за деформациями зданий и сооружений, расположенных в сейсмических и техногенных зонах.

Личный вклад автора заключается в анализе существующих методов мониторинга деформаций в высотных зданиях и сооружениях с применением автоматизированных систем, исследовании текущего состояния деформаций высотного здания Казахского национального университета (КазНУ), разработке алгоритма оценки результатов геодезических измерений деформаций зданий и сооружений, создании базы данных с результатами исследования.

Публикации и апробация работы. По теме диссертации опубликовано две статьи в рейтинговых журналах, входящих в базу Scopus и Web of Science: («The geodetic monitoring of deformations of a highrise building using ground-

based laser scanning technology», Journal of Applied Engineering Science, издательство: Institute for research and design in Industry, Belgrade, Serbia, «Advanced topographic-geodetic surveys and GNSS methodologies in urban planning», Journal of Applied Geodesy, Австралия, издательство: University of New South Wales), четыре статей в изданиях, рекомендуемых Комитет по обеспечению качества в сфере науки и высшего образования; четыре статьи в сборниках Международных конференций.

Имеются Свидетельства интеллектуальной собственности о внесении сведений в Государственный реестр, охраняемые авторским правом (в соавторстве):