

На правах рукописи

ЧАН Мань Хунг



**ГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ С УЧЕТОМ
ЗОН ТЕКТОНИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ**

Специальность 25.00.32 - Геодезия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата технических наук

Санкт-Петербург – 2020

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет»

Научный руководитель:
доктор технических наук, доцент

Мустафин Мурат Газизович

Официальные оппоненты:

Столбов Юрий Викторович

доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет», кафедра «Проектирование дорог», профессор

Афонин Дмитрий Андреевич

кандидат технических наук, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», кафедра «Инженерная геодезия», доцент

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет геосистем и технологий» (СГУГиТ), г. Новосибирск.

Защита диссертации состоится 24 декабря 2020 г. в 11 ч. 00 мин. на заседании диссертационного совета ГУ 212.224.08 Горного университета по адресу: 199106, Санкт-Петербург, 21-я линия, д. 2, ауд. 1163.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Горного университета и на сайте www.spmi.ru.

Автореферат разослан 23 октября 2020 г.

УЧЕНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
диссертационного совета



КУЗИН
Антон Александрович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В нормативном документе Свод правил СП 11-104-97 "Инженерно-геодезические изыскания для строительства (далее «Свод правил») приведен перечень опасных природных и техноприродных процессов, которые исследуются при проведении инженерно-геодезических изысканий. Для их изучения создаются специальные геодезические сети для оценки деформационного процесса, включающие исходные и деформационные пункты (марки). Наряду с исследованием этих процессов, выполняются геодезические наблюдения за деформациями зданий и сооружений. При этом проектирование реперов проводится применительно к однородному грунтовому массиву. Соответственно в «Своде правил» не регламентируются геодезические наблюдения при строительстве зданий и сооружений вблизи зон тектонических нарушений (ЗТН), которые оказывают существенное влияние на деформационный процесс земной поверхности и соответственно строящегося объекта. Известен ряд случаев, когда здания и сооружения вблизи ЗТН оказывались в аварийном состоянии. Некоторые исследователи ЗТН относят к так называемым геопатогенным зонам, где могут формироваться различные негативные процессы. В маркшейдерской практике зоны выхода породных пластов на земную поверхность признаются опасными, в которых могут возникать провалы. Зафиксировано также существенное увеличение количества аварий на автодорогах в местах пересечения ЗТН. Влияние ЗТН признается в целом ряде областей науки. Построение карт ЗТН (разломов) становится уже необходимой процедурой, позволяющей повысить уровень разработок в различных аспектах жизнедеятельности. В этой связи представляется актуальной геодезической задачей построение координатной основы при строительстве с учетом ЗТН. При этом речь идет и о наблюдениях за деформациями строящегося объекта вблизи ЗТН, и коррективах в ходе строительства разбивочной и возможно опорной сети.

В части решения задачи по оценке деформационного процесса, предпосылки состоят в известных схемах основных типов тектонических нарушений и наличие инженерных программных комплексов моделирования деформаций земной поверхности. Эти данные позволяют внести коррективы в методики геодезических наблюдений. Основой для уточнения методики геодезических работ

при строительстве с учетом ЗТН является нормативные положения о производстве наблюдений за деформациями зданий и сооружений, где рассматривается однородный грунтовый массив, что безусловно требует совершенствования.

Значительный вклад в развитие методов геодезического обеспечения и наблюдений за деформациями зданий и сооружений при строительстве внесли такие ученые как: Ассане А. А., Афонин А.Д., Брынъ М.Я., Волков В.И., Ганышин В. Н., Гуляев Ю. П, Зайцев А.К., Кафтан, В.И., Колмогоров В.Г., Коугия В.А., Машимов М. М., Мазуров Б.Т., Нгуен Х. В., Панжин А.А., Столбов Ю.В., Стороженко А. Ф., Шеховцов Г.А., Ямбаев Х.К. и др. В представленных работах в той или иной степени затрагиваются вопросы темы настоящих исследований, что только повышает необходимость их решения. Следует особенно подчеркнуть об актуальности этой задачи в связи со строительством ряда объектов во Вьетнаме вблизи ЗТН.

Объект и предмет исследования. Здания и сооружения, а также окружающий грунтовый массив представляю объект исследования, а процесс его деформирования и геодезические измерения составляют предмет исследования.

Цель работы. Разработка геодезического обеспечения при строительстве зданий и сооружений с учетом зон тектонических нарушений.

Идея работы состоит в использовании известных моделей тектонических нарушений, оценке деформированного состояния земной поверхности с учетом зон тектонических нарушений и проектируемых зданий (сооружений), выделении в этих условиях зон влияния строящегося объекта, и на этой основе разработке геодезических схем наблюдательных станций и разбивочной основы.

Основные задачи исследований:

1. Анализ геодезических методик наблюдений за осадками земной поверхности и оснований зданий и сооружений для обоснования и детализации методики исследований.

2. Оценка деформированного состояния земной поверхности с учетом зон тектонических нарушений и строящегося объекта для определения зоны его влияния в неоднородном грунтовом массиве.

3. Разработка методики построения геодезических схем наблюдений за деформациями зданий (сооружений) и разбивочной основы.

4. Адаптация разработанной методики на проектируемых

объектах вблизи зон тектонических нарушений во Вьетнаме.

Методология и методы исследований состоят в научно-обоснованном применении в русле нормативно-методической документации методов: анализа и обобщения результатов исследований в области геодезических наблюдений за деформациями различных объектов, оценки напряженно-деформированного оснований зданий и сооружений, математической обработки геодезических измерений, статистики, геоинформационных технологий, и проверке полученных результатов в натуральных условиях.

Научная новизна работы:

- Предложено геодезическое обеспечение при строительстве зданий и сооружений на территориях с наличием зоны тектонических нарушений.

- Обосновано качественное и количественное отличие деформированного состояния оснований зданий, сооружений при наличии зоны тектонических нарушений от случая однородного грунтового массива.

- Разработана методика построения схем геодезических наблюдательных станций за деформациями зданий и сооружений вблизи зон тектонических нарушений.

- Разработаны практические рекомендации по проектированию и корректированию геодезической разбивочной основы в условиях наличия зон тектонических нарушений.

Положения, выносимые на защиту:

1. При инженерно-геодезических изысканиях и строительстве зданий, сооружений следует учитывать зоны тектонических нарушений, при наличии которых зона влияния строящегося объекта может увеличиться в 2 и более раз от нормативных значений в зависимости от нагрузки на основание и свойств грунтового массива.

2. Геодезические наблюдения за осадками зданий и сооружений при применении традиционной методики в условиях наличия зоны тектонических нарушений следует выполнять с расположением исходных реперов за расчетной зоной влияния строящегося объекта, либо использовать способ наблюдений со свободных станций единой деформационной сети.

3. При наличии зоны тектонических нарушений необходимо выполнять проектирование и корректирование геодезической разбивочной основы с учетом расчетной зоны влияния строящегося объекта.

Теоретическая и практическая значимость работы.

Разработаны научно-обоснованные принципы геодезического обеспечения при строительстве зданий и сооружений в условиях наличия зон тектонических нарушений. Показано различие величины зоны влияния от строящегося объекта при наличии зоны тектонических нарушений от случая однородного грунтового массива. Полученные результаты дают основу для развития теоретических исследований в направлении более глубокого изучения массива горных пород как главного фактора устойчивого и безопасного строительства и эксплуатации различных объектов. Практическая значимость работы состоит в разработке методики проведения геодезических работ при строительстве зданий и сооружений в условиях наличия зоны тектонических нарушений.

Достоверность и обоснованность научных положений и рекомендаций обеспечивается корректной постановкой исследовательских задач, тщательным планированием эксперимента, использованием соответствующего целям и задачам исследования математического аппарата, применением аттестованных измерительных средств, апробированных методик измерения и обработки данных с оценкой точности измерений. Результаты исследований согласуются с выводами, полученными разными исследователями, независимо от разработок автора.

Практическое использование результатов работы. Выводы и рекомендации работы целесообразно использовать в геодезических, строительных и проектных организациях, а также в учебном процессе при обучении студентов по специальности 21.05.01 «Прикладная геодезия», в том числе в Горном университете. Внедрение результатов работы предполагается в геодезических фирмах Вьетнама и России (ЗАО «Геодезические приборы», ООО «БЕНТА», ООО «Экоскан»).

Апробация работы. Основные результаты исследований докладывались и обсуждались на: международной конференции ИОР (Институт физики, интернет конференция) «Материаловедение и инженерия» (2019); международной конференций «строительство и архитектура: теория и практика инновационного развития» (САТРИД 2019); международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования», (2019, Пенза); международной научно-практической конференции «Синтез науки и общества в решении глобальных проблем современности», (2017, Уфа);

XXX международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы науки» (2017, Москва); ежегодных научно-технических советах и конференциях молодых специалистов строительного факультета Горного университета. Выводы диссертации обсуждались также в ведущих геодезических организациях Санкт-Петербурга и на заседаниях кафедры инженерной геодезии Горного университета.

Личный вклад автора. Автор активно участвовал на всех этапах диссертационной работы. Автору принадлежит детализация постановки задач, исследования и их решение. В частности, им самостоятельно: проведены расчеты зоны тектонических нарушений в различных условиях и построены зоны влияния; выполнена оценка точности геодезической разбивочной сети; выбраны объекты, на которых продемонстрирована эффективность предлагаемых рекомендаций.

Публикации. Результаты диссертационной работы в достаточной степени освещены в 9 печатных работах, в том числе в 3 статьях - в изданиях из перечня рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (далее – Перечень ВАК), в 1 статье - в издании, входящем в международную базу данных и систему цитирования Scopus.

Объем и структура работы: Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, изложенных на 109 страницах машинописного текста. Диссертация содержит 51 рисунок, 10 таблиц, список литературы из 123 российских и зарубежных наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении приводятся вкратце актуальность темы диссертации и основные результаты работы.

В первой главе приведено состояние изученности вопроса о геодезических наблюдениях за деформациями оснований зданий и сооружений. Дано обоснование совершенствованию разработок по наблюдениям за деформациями оснований зданий и сооружений при наличии ЗТН. Сформулированы цель и задачи исследований.

Во второй главе выполнено моделирование деформированного состояния грунтовых массивов при наличии и отсутствия ЗТН, а также сооружения. Приведены расчеты зон влияния от сооружений,

разной высоты и глубины котлована. Показано, что зоны влияния от построенного сооружения существенно больше при наличии ЗТН, чем в однородном грунтовом массиве.

В третьей главе разработаны методики геодезических наблюдений за деформациями оснований зданий и сооружений, опирающиеся на схемы с учетом ЗТН, их оценки и интерпретации, а также проектирования и корректирования разбивочной основы.

В четвертой главе. Выбраны объекты практического применения разработанных схем геодезических наблюдений. Приведено описание производства наблюдений во Вьетнаме

В заключении приведены основные результаты и выводы, полученные при исследованиях.

Главные результаты диссертационного исследования отражены в следующих защищаемых положениях:

1. При инженерно-геодезических изысканиях и строительстве зданий, сооружений следует учитывать зоны тектонических нарушений, при наличии которых зона влияния строящегося объекта может увеличиться в 2 и более раз от нормативных значений в зависимости от нагрузки на основание и свойств грунтового массива.

В соответствии с нормативными документами при обнаружении инженерными изысканиями опасных техноприродных или природных проявлений, производятся специальные геодезические наблюдения за строящимися объектами. При этом к опасным проявлениям относятся: склоновые процессы, карст, переработка берегов рек, морей, озер и водохранилищ, подвижки земной поверхности в районах разрывных тектонических смещений (РТС), деформации (смещения, наклоны) земной поверхности на подрабатываемых территориях и подтопляемые территории. При исследовании этих процессов создают специальные геодезические сети, включающие исходные и деформационные пункты. Исходные (глубинные) реперы располагают за зоной влияния от строящегося здания. Расстояние грунтового репера от здания или сооружения должно быть в интервале от 50 до 100 м. При этом не уточняется тип грунтового массива и высота или давление на основание фундамента.

В последние годы большое внимание ученые стали уделять геологическим нарушениям разрывного типа или разломам. Негативное влияние разломов или зон тектонических нарушений

(ЗТН) признается многими учеными. Карты разломов уже используются в ряде крупных городов при планировании, развитии и прогнозировании ситуаций. Так, например, уже для многих городов, в том числе и для Санкт-Петербурга составлена карта разломов. Важно отметить, что ЗТН отличаются по своим характеристикам от интегральных механических свойств всего рассматриваемого грунтового массива. Надо заметить, что при освоении месторождений полезных ископаемых ЗТН давно учитываются. Эти зоны относят к опасным на предмет разных динамических проявлений горного и газового давлений. При оценке влияния подземных горных работ на земную поверхность ЗТН особо выделяют, как зону, где возможны уступы и провалы земной поверхности.

Выбор методики геодезических измерений и их точности нормируются и определяются с учетом осадок фундаментов сооружений. При этом не обойтись без рассмотрения типов грунтов, от которых зависят средние квадратические погрешности измерений.

Основные схемы ЗТН определяются дизъюнктивными дислокациями типа: сброс, взброс, надвиг и сдвиг. При установлении подвижек по сместителю они будут представлять собой РТС, при их пассивности ЗТН.

Таким образом, задача состоит в определении влияния ЗТН на формирование деформационной зоны от объекта строительства. Это хорошо коррелируется с устойчивым понятием науки «Геодезия», как определяющей форму и размеры Земли и ее участков. В развитии этого в горной геодезии (маркшейдерском деле) давно выделяют разные зоны, например, опасные по сдвигению земной поверхности при подработках, опасные по подтоплению, зоны влияния горных выработок, опасные по оползневым проявлениям и т.д. В обязанности геодезической службы входит организация мониторинга деформационного процесса и, конечно, он должен знать, что измеряет.

В настоящее время для оценки деформационного процесса созданы, можно сказать, все условия. Начиная от адаптированности к инженерным расчетам ряда программных комплексов (ПО), использование которых не требуют глубокой профессиональной подготовки, но необходимы при этом знания механики в объеме, включенного в образовательные программы по направлению «Прикладная геодезия». С другой стороны, алгоритм реализации метода конечных элементов (МКЭ) подробно описан в целом ряде

литературных источников, что позволяет создавать авторские программы. Примером может служить ПК «НЕДРА». Можно также заметить, что сегодня четко обозначается тенденция в учете деформационных полей при интерпретации геодезических наблюдений.

В результате изучения нормативных значений параметров механических свойств грунтов, разработана модель грунтового массива (рисунок 1, см. вкладку). Сначала выполнено моделирование картины деформирования без ЗТН, затем с наличием ЗТН, и в последствии со зданием, разной этажности и глубины котлована.

Предварительными модельными расчетами определены размеры модели грунтового массива: длина 1500 м, глубина 240 м. При этих размерах нет влияния границ области на изучаемый процесс, а также обратное, таким образом корректно отражаются конечные результаты. Модель (ли) должны учитывать следующие факторы: углы залегания ЗТН (вариация от 35 до 90 градусов); ширина ЗТН (16 м); модуль упругости ЗТН (1 МПа) и грунтового массива (от 1 до 120 МПа). Моделирование нагрузок на грунт от здания (сооружения). Выбраны наиболее широко встречающиеся здания, высотой 20, 50 и 100 м, что примерно соответствует зданиям в 6, 20 и 40 этажей. Размер основания зданий принят усредненным значением, равным 48 м. Важным моментом было учесть глубину котлована, так как она существенно определяет нагрузки на основание фундамента. В целях определенного запаса объем бетонных конструкций принят равным 10% от общего объема сооружения.

Таким образом на разработанной модели было выполнено многовариантное моделирование. В общем выполнено более сотни расчетов.

Модель без ЗТН представлена на рисунке 1 (Е – модуль упругости грунтового массива, Н – высота здания, h – глубина котлована). Выполнено моделирование напряженно-деформированного состояния (НДС) грунтового массива.

Результаты моделирования по модели (рисунок 2, вкладка) схожи с нормативными величинами: зона влияния составила 50-100 м, что дает основание для дальнейших сравнений.

Научный и практический интерес представляет рассмотрение случая с наличием ЗТН. На рисунке 3 (см. вкладку) показана расчетная модель с учетом ЗТН (L- расстояние от здания до ЗТН). Картина вертикальных смещений представлена на рис. 4 (вкладка). Из

рассмотрения рисунков 2 и 4 видно, что картины значительно отличаются. Наличие ЗТН перераспределяет смещения. Вместе с тем эти значительные оседания (несколько метров) сформировались в ходе тектонических дислокаций, т.е. значительное время (миллионы лет) ранее. Главное в том, что наличие ЗТН существенно меняет картину деформаций, но ее влияние следует сравнивать по распределению вертикальных смещений на модели с ЗТН с различными параметрами L , H , α и h . Таким образом, при моделировании вертикальные смещения в каждом из вариантов сравнивались относительно базового варианта, содержащего лишь ЗТН. При таком подходе отчетливо выделяются зоны влияния (рисунок 5, $\alpha = 35^\circ$, $h = 4$ м, $H = 100$ м). На оси ординат размер зоны влияния (S , м), а на оси ординат расстояние от ЗТН до здания (L).

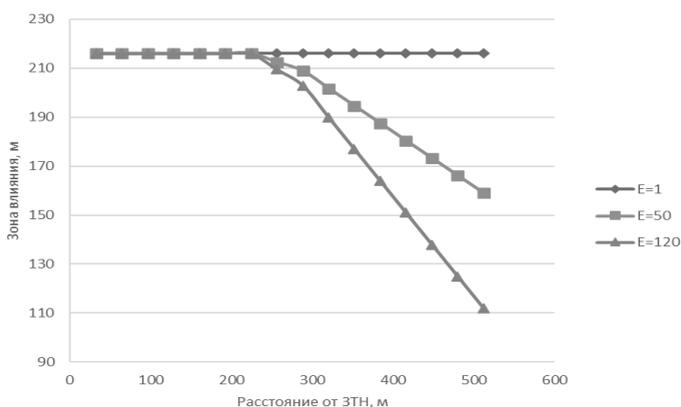


Рисунок 5 – Графики относительных вертикальных смещений земной поверхности при различных расстояниях здания от ЗТН

По графику видно, что инструктивные параметры зон влияния (50-100м) существенно превышаются (более, чем в два раза) при наличии ЗТН. В работе также показано, что при $E=1$ МПа, когда модуль упругости толщи становится равным принятому модулю упругости ЗТН, массив приобретает свойства однородного. В этом случае размер зоны стабилен и меняется лишь от значений давлений на основание фундамента. Исследованиями также показано, что при нахождении здания в лежащем боку ЗТН, зоны влияния на различном

отдалении от ЗТН имеют один размер. Это свидетельствует об экранирующем эффекте ЗТН.

В результате проведенного моделирования показано существенное влияние ЗТН на процесс деформирования оснований зданий и сооружений и, что зоны их влияния существенно увеличиваются при наличии ЗТН (рис. 6, вкладка). В этой связи возникает необходимость корректирования методики проведения наблюдений за деформациями зданий и сооружений вблизи ЗТН, а также создания геодзической разбивочной основы при строительстве.

2. Геодзические наблюдения за осадками зданий и сооружений при применении традиционной методики в условиях наличия зоны тектонических нарушений следует выполнять с расположением исходных реперов за расчетной зоной влияния строящегося объекта, либо использовать способ наблюдений со свободных станций единой деформационной сети.

Обобщение проведенных исследований выражает схема, приведенная на рисунке 7).

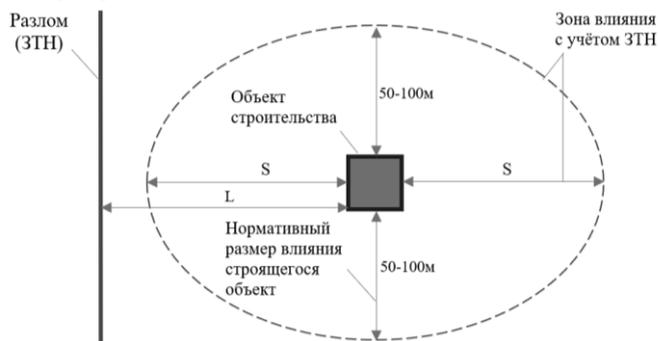


Рисунок 7 – Зона влияния строящегося объекта с учетом ЗТН земной поверхности (где: S – размер влияния строящегося объекта с учетом ЗТН, L - Расстояние от ЗТН до объекта)

Размер зоны влияния обозначен нормально простирающуюся ЗТН (рис. 7). В перпендикулярном направлении зона имеет значение, которые регламентируются нормативно (50-100 м).

При наличии ЗТН необходимо выполнение геодзических наблюдений с учетом построенных зон влияния строящегося объекта. Их построение проводится на основе графиков (подобных рис. 5).

Сначала строится зона влияния строящегося объекта (S). С учетом угла залегания ЗТН (α), глубины котлована (h), высоты здания (H), модуля упругости грунтового массива (E) и расстояния от объекта до ЗТН (L). На рисунке 8 показаны схемы зон влияния строящегося объекта при наличии ЗТН для конкретных значений вышеуказанных параметров.

Таким образом, методика наблюдений при наличии ЗТН отличается лишь вынесением за зоны влияния исходных (грунтовых) реперов (рисунок 8, А, В, С – исходные реперы, 1–4 – деформационные марки). При этом будет обеспечена правильность определения конечного результата - оценка деформационного процесса и степень отклонений от проектных значений.

Для выявления возможных вариантов было проведено моделирование результатов наблюдений оседаний земной поверхности. Моделировалась нивелирная сеть с использованием метода наименьших квадратов. Сеть представлена на рисунке 9. Прогнозная оценка деформаций земной поверхности выполнена для условий грунтового массива с ЗТН с отнесением исходных реперов за пределы зоны влияния от строящегося здания.

В работе также рассмотрен вопрос о возможности без информации о наличии ЗТН геодезическими подходами оценить деформационный процесс основания и сооружения. При наблюдениях с учетом ЗТН могут быть следующие варианты, вытекающие из проведенных исследований. В случае точного определения ЗТН следует проводить геодезические наблюдения по схемам, приведенным на рисунке 8.

При отсутствии достаточной информации о ЗТН (не известен угол падения и точное ее расположение) или существует прогнозное заключение при изысканиях о возможном тектоническом нарушении целесообразно использование способа моделирования деформационной сети (способ разработан Х.В. Нгуеном и М.Г. Мустафиним). Способ еще не так широко распространен и суть его состоит в следующем. Деформационная сеть представляет собой единую систему (модель).

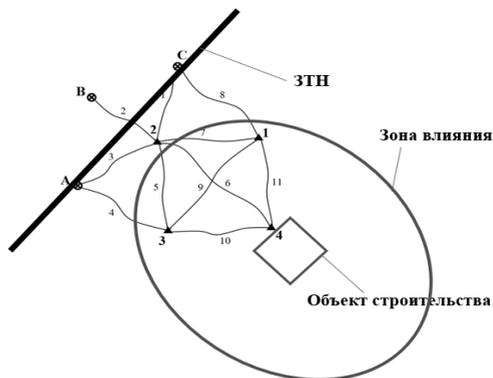


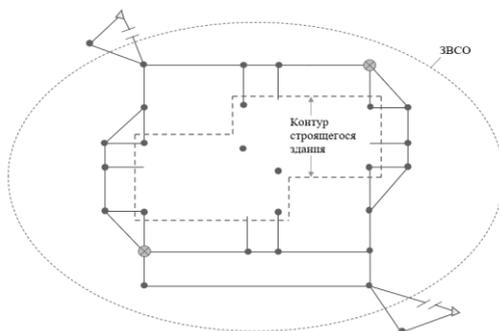
Рисунок 9 – Схема для моделирования и оценки возможных оседаний земной поверхности и фундамента

Смещения и в, конечном итоге, координаты исходных и рабочих реперов деформационной сети определяются на основе сравнения пространственного положения ее элементов относительно циклов наблюдений.

3. При наличии зоны тектонических нарушений необходимо выполнять проектирование и корректирование геодезической разбивочной основы с учетом расчетной зоны влияния строящегося объекта.

При наличии ЗТН и тем более выявлении смещений основания здания или сооружения необходимо выполнить корректировку координат пунктов геодезической разбивочной основы (ГРО). Следует заметить, что в нормативных документах рекомендуется знаки геодезической разбивочной основы в процессе строительства наблюдать и проверять инструментально не реже двух раз в год (в весенний и осенне-зимний периоды). Таким образом, в условиях ЗТН возникает необходимость дополнительно выполнять проверку ГРО по мере возведения здания.

Передача координат на пункты ГРО следует выполнять с пунктов ГГС (Государственной геодезической сети), расположенных вне зоны влияния от строящегося объекта (ЗВСО) либо с пунктов ГРО (внешняя ГРО) также расположенных вне ЗВСО, как показано на рисунке 9.



Рисунке 10 – Схема ГРО с учетом зоны влияния строящегося объекта (ЗВСО) при наличии ЗТН (▲ - пункты ГГС, ● - пункты ГРО)

Таким образом, при наличии ЗТН производство разбивочных работ в ходе строительства объекта необходимо соразмерно с производством геодезических наблюдений за деформациями оснований строящегося объекта выполнять и корректировку разбивочной основы. Соразмерность подразумевает проведение работ в зависимости от этапов строительства. Например, при возведении каждого этажа выполняют цикл наблюдений за деформациями здания или сооружения и одновременно корректируется разбивочная основа.

Проверка разработанных методик выполнена на объектах Вьетнама. В Ханое ведется интенсивное строительство, которое особенно наблюдается в последние годы. Ханой расположен в дельте Красной реки, где зафиксирована целая система разломов

Выбраны проектируемые объекты, которые расположены вблизи разломов (ЗТН). На примере этих объектов планируется весь комплекс мероприятий по учету ЗТН, разработанный в предыдущих главах. В рамках мер предусматривается: оценка зоны влияния строящегося объекта с учетом ЗТН; выбор схемы геодезических наблюдений; обработка данных и определение вертикальных смещений; рекомендации по корректированию ГРО.

Покажем на примере строительства и эксплуатации здания Донгтау N5 в г. Ханое проектирование наблюдений за деформациями с учетом ЗТН. Для возведения жилого комплекса «Здание Донгтау N5 Тхиньлет – Хоангмай – г. Ханой» была произведена откопка котлована глубиной 4 м, размерами в плане 52 x 25 м, здание имеет 9 этажей (рисунок 11).

С 2014 года этот район стал опасным для проживания и проведено переселение жителей ряда зданий Донгтау из за значительных неравномерных осадок. В 2016 году произошел обвал жилых домов *N4, N6, N7* и *N10*.

В соответствии с нормативами ГРО на строительной площадке или вблизи объекта строительства следует создавать в виде сети закрепленных знаками геодезических пунктов в местах, обеспечивающих их сохранность на весь период строительства с учетом удобства, определения положения здания (сооружения) на местности и обеспечивающих выполнение дальнейших построений и измерений в процессе строительства с необходимой точностью. Следовательно, в случае подвижек земной поверхности необходимо проводить систематические измерения с целью корректировки координат пунктов ГРО.



Рисунок 11 – Здание Донгтау *N5* Тхиньльет – Хоангмай, г. Ханой

Схема наблюдения деформации здания Донгтау *N5* с учетом ЗТН. На рисунке 12 показан снимок территории в (Google Earth). Здание находится в опасной зоне (расселения) города Ханоя, расположенной между разломами Шонгтяй, Виньнинь, Шонгло.

Здание расположено в 200м от разлома Шонгтяй справа (рис. 12). По построенным графикам определена зона влияния, которая составляет 192 м. Так как сам разлом позиционируется в 200 м ЗТН , безусловно, больше.



Рисунок 12 – Общий вид территории местности и схема расположения марок вокруг здания Донгтау N5 (1-8 деформационные репера)

Наблюдения в соответствии с разработанной методикой проектируются по традиционной технологии нивелирования 2-го класса с вынесением исходных реперов за зону влияния строящегося здания.

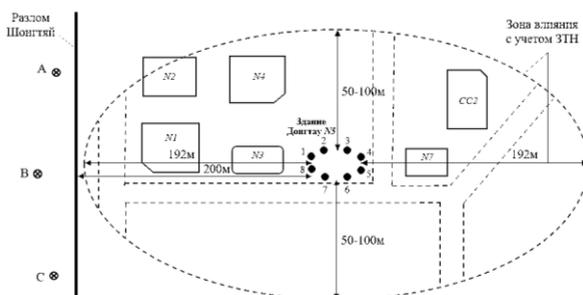


Рисунок 13 – Принципиальная схема, расположения исходных реперов и деформационных марок для наблюдения за вертикальными смещениями здания Донгтау N5

Проектирование наблюдений за деформациями проведено также и на другом объекте: «Мост Дуонг района Йенвьен - Жалам – г. Ханой». Запланировано проведение наблюдений по двум способам: первый – это традиционная схема с тремя исходными реперами, размещенными за зоной влияния от строящегося объекта; и второй – по схеме модельной деформационной сети.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований автором диссертации разработана методика геодезических наблюдений при строительстве зданий и сооружений в условиях наличия зон тектонических нарушений.

Основные выводы состоят в следующем

1. Обосновано качественное и количественное отличие деформационного процесса в основании строящегося здания, сооружения при наличии зоны тектонических нарушений.

2. Показано на основе моделирования напряженно-деформированного состояния грунтового массива, что при строительстве зданий, сооружений вблизи зоны тектонических нарушений размер зоны влияния строящегося объекта может увеличиваться в 2 и более раз от нормативных значений в зависимости от нагрузки на основание и свойств грунтового массива.

3. Разработана методика учета зон тектонических нарушений при геодезических наблюдениях за осадками их оснований, включающая построение зон влияния строящегося объекта, проектирование расположения исходных реперов за этой границей и непосредственное выполнение наблюдений по традиционной методике или с применением способа наблюдений со свободных на станциях и построением единой деформационной сети.

4. Разработаны принципы проектирования и корректирования геодезической разбивочной основы в условиях наличия зон тектонических нарушений, которые состоят в построении опорной сети за границей ЗТН и корректировании ГРО соразмерно этапам возведения объекта.

5. Работа имеет практическую направленность и имеет конкретно поставленную цель геодезического обеспечения наблюдений за зданиями и сооружениями с учетом ЗТН для Вьетнама. Вместе с тем разработки, представленные в диссертации, базируются в основном на результатах отечественных исследований и в этой связи актуальны и для России.

6. Перспективы дальнейших исследований состоят в уточнении параметров зон влияния строящихся объектов в условиях наличия ЗТН на основе исследований по результатам натурных данных, что послужит развитию методик геодезического обеспечения для неоднородных грунтовых массивов.

ОСНОВНЫЕ ОПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях из Перечня ВАК:

1. **Чан Мань Хунг**. Проектирование геодезических наблюдений за деформациями земной поверхности и охраняемых объектов с учетом геологических разломов / Чан Мань Хунг // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. № 01 (55). – С. 78-81.

2. Чан Тхань Шон. Примерение спутниковых технологий в проектировании инженерных геодезических сетей в условиях ландшафтных особенностей региона Вьетнама: Дельта красной реки / Тхань Шон Чан, Хыу Вьет Нгуен, **Чан Мань Хунг** // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. № 11 (65) часть 3. – С. 169-173.

3. Мустафин М.Г. Совершенствование геодезического обеспечения в строительстве с учётом зон тектонических нарушений и применения топоцентрических координат / М.Г. Мустафин, Ш. Т. Чан, **М. Х. Чан**. - Геодезия и картография. - 2019. Т. 80. - № 11. - С. 2-14.

Публикации в изданиях, входящих в международную базу данных и систему цитирования Scopus:

4. Mustafin M.G. Comprehensive impact assessment development of the Coal field Campha in Vietnam to the coastal territory / M.G. Mustafin, Thanh Son Tran., **Manh Hung Tran** // IOP Conference Series: Materials Science and En-gineering (2019) 698(5) (DOI: 10.1088/1757-899X/698/5/055014).

Публикации в прочих изданиях:

5. Мустафин М.Г. Особенности создания геодезических сетей сгущения во Вьетнаме / М.Г. Мустафин, Тхань Шон Чан, **Мань Хунг Чан** // Успехи современной науки. – 2017. – Том 9. № 4. – С. 241-246.

6. Нгуен Хыу Вьет. Особенности организации мониторинга вертикальных смещений деформационной сети во Вьетнаме / Хыу Вьет Нгуен, **Мань Хунг Чан**, Тхань Шон Чан // Актуальные вопросы науки: Материалы XXX Международной научно-практической конференции. – М.: Издательство «Спутник +». 2017. – С. 105-107.

7. **Чан Мань Хунг** Методика геодезических наблюдений за деформациями земной поверхности с учетом геологических разломов / Мань Хунг Чан, Хыу Вьет Нгуен // Актуальные вопросы науки:

Материалы XXX Международной научно-практической конференции. – М.: Издательство «Спутник +». 2017. – С. 108–111.

8. Нгуен Хыу Вьет. Пути развития способов оценки устойчивости опорной геодезической сети / **Хыу Вьет Нгуен, Мань Хунг Чан, Тхань Шон Чан** // Сборник статей Международной научно-практической конференции «Синтез науки и общества в решении глобальных проблем современности» 01 октября 2017. Уфа. – С. 135- 142.

9. **Чан Мань Хунг**. Особенности создания геодезической основы и деформационных сетей при наличии геологических разрывных нарушений / Мань Хунг Чан // Сборник статей Международной научно-практической конференции «Синтез науки и общества в решении глобальных проблем современности» 09 ноября 2017. Стерлитамак. – С. 59-61.

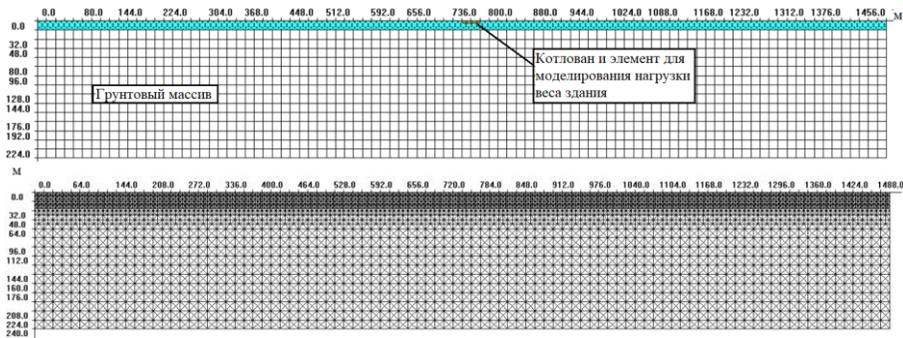


Рисунок 1 - Структурная модель грунтового массива (а) и конечно-элементная модель (б, более 10 тыс. элементов)

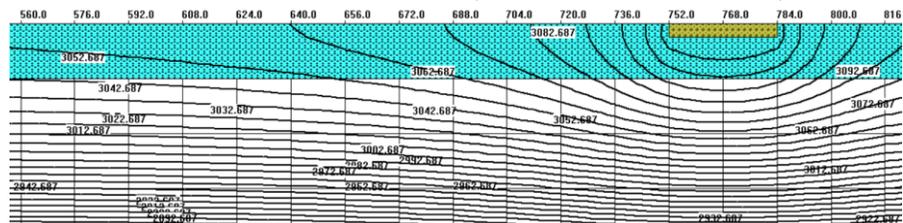


Рисунок 2 - Укрупненная картина оседаний земной поверхности ($E = 120 \text{ кПа}$, $H = 100 \text{ м}$, $h = 4 \text{ м}$)

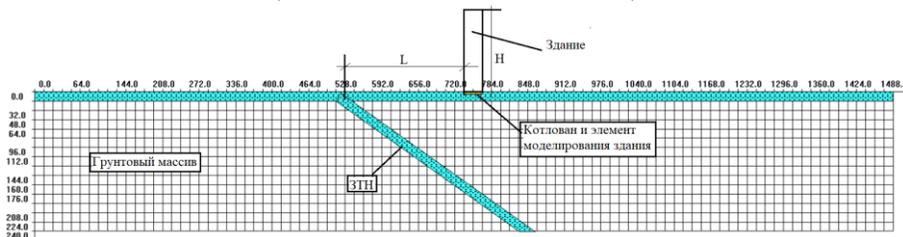


Рисунок 3 - Структурная модель грунтового массива с наличием ЗТН

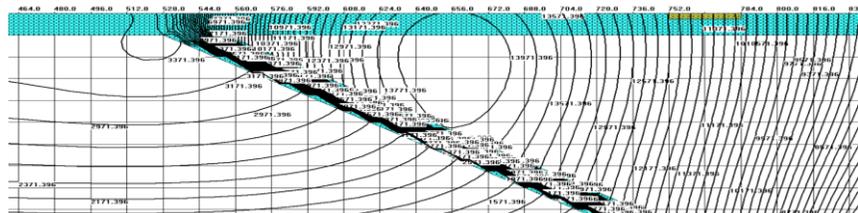


Рисунок 4 - Укрупненная картина оседаний земной поверхности ($E = 120 \text{ кПа}$, $H = 100 \text{ м}$, $h = 4 \text{ м}$, угол залегания ЗТН, $\alpha = 35^\circ$)

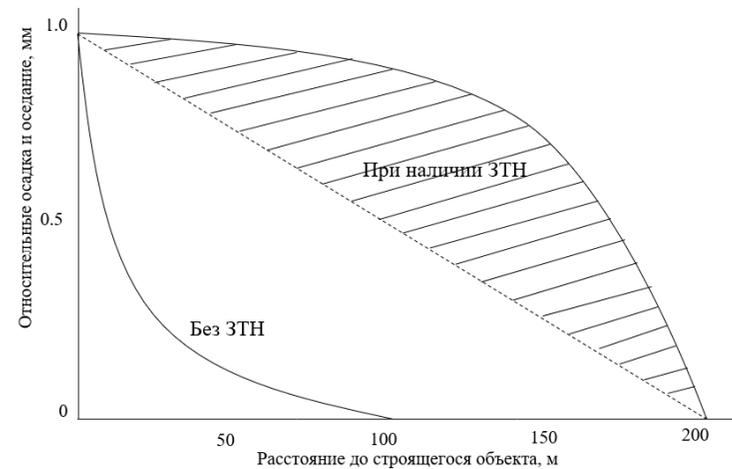


Рисунок 6 - Схематизация отличия влияния строящегося объекта на земную поверхность (основания) с наличием ЗТН и без ЗТН

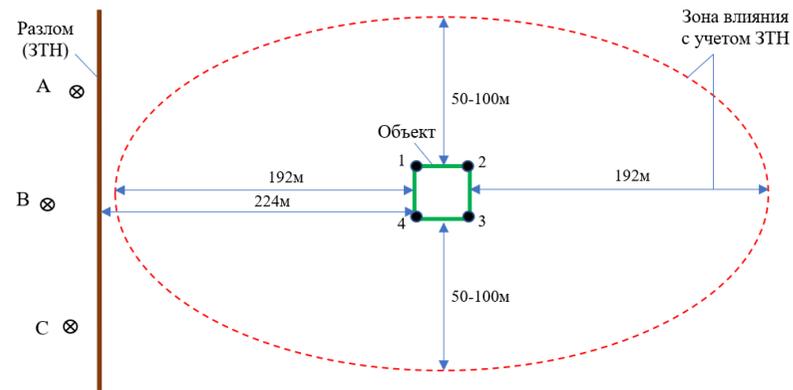


Рисунок 8 - Схема геодезических наблюдений за вертикальными