

АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание ученой степени доктора философии PhD по специальности 6D071100 - Геодезия

Картбаева Куралай Туржановна

Тема диссертации: «Мониторинг сдвижений земной поверхности на примере Алматинского геодинамического полигона»

Цель исследования. Получение оперативной информации о смещениях земной коры на Алматинском геодинамическом полигоне путем проведения комплексного мониторинга для прогнозирования чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Объект исследования – сейсмоопасные зоны земной поверхности на примере Алматинского геодинамического полигона.

Предмет исследования – сдвиги и деформации земной поверхности.

Задачи исследований, их место выполнении научно-исследовательской работы в целом:

- анализ отечественного и зарубежного опыта в исследованиях, проведенных на геодинамических полигонах;
 - совершенствование методики геодезических наблюдений с учетом современной тенденции развития геодезического приборостроения и технологий для проведения комплексного мониторинга;
 - установить закономерность изменения процесса деформации земной коры в зависимости от показателей тектонических нарушений и сейсмических условий на территории Алматинского геодинамического полигона;
 - выполнить сравнительный анализ и создать пространственную базу данных комплексного мониторинга с использованием программных пакетов Gamit Globk и Giodis.
- разработка монографии по изучению и прогнозированию последствий природных и техногенных геодинамических катастроф;
 - внедрение результатов полученных в ходе исследования в производственный и учебный процесс;

Методы исследования. Для решения перечисленных задач использован комплексный метод исследований, включающий анализ литературных источников, геодезических методов наблюдений, современных приборов и технологий по ведению мониторинга сдвижений земной поверхности, компьютерное моделирование НДС земной коры сейсмически опасных районов юго-восточного Казахстана.

Актуальность темы. Проблемы прогноза современных движений земной коры, в частности – сбор и обработка радарных снимков Sentinel, полученных при съемке в С-диапазоне, интерпретация результатов наблюдений, являются актуальными по сей день, так как краткосрочное

предсказание землетрясений относится к до сих пор не решенной научной задаче. Вдвойне актуальна данная проблема для г. Алматы, который нуждается в постоянном изучении современных движений земной коры Тянь-Шаня – сейсмически активного геодинамического региона. Востребованность в геодинамических исследованиях также связана с увеличением в городе крупномасштабного высотного строительства, в т.ч. уплотнением застройки и проходкой метрополитена в условиях имеющихся под городом тектонических разломов.

Согласно статистическим данным от землетрясений пострадают: 7 миллионов казахстанцев и 450 000 квадратных километров территории республики. В целом на сейсмоопасной территории расположены 28 городов и 450 населенных пунктов. В том числе: Алматинская, Восточно-Казахстанская, Жамбылская, Южно-Казахстанская области Республики Казахстан и город Алматы относятся к регионам с разрушительными землетрясениями:

1. За последние 100-120 лет в нашей стране произошло 9 разрушительных землетрясений, из них три вошли в список мировых катастроф (Верный 1887 г.; Ковш 1889 г.; Кемин 1911 г.).

Активное увеличение техногенной деятельности людей приводят к изменению экологической и геодинамической безопасности природной среды, поэтому мониторинг ее показателей обязателен. Одними из передовых методов и технологий за наблюдениями геодинамических явлений являются геодезические. Применение геодезических методов в комплексе с другими научными методами, имеет большое значение в связи с высокой точностью определения абсолютного значения смещений земной поверхности при исследовании сейсмоопасных зон.

Комплексное изучение геодинамических процессов подразумевает использование классических геодезических методов наряду с использованием технологий ДЗЗ (Дистанционное зондирование земли), GPS и ГИС (Геоинформационные системы). Подобное решение комплексного подхода применяется во всем мире, а также на территории Центральной Азии, в том числе для г. Алматы.

Регион Центральной Азии (Казахстан, Кыргызстан, Таджикистан, Туркменистан и Узбекистан) относится к сложному рельефу и геодинамически его изучение является не простым. Землетрясения, наводнения, оползни, прорывы ледниковых озер, сели и др. природные аномалии являются следствием высокой геодинамической активности в Центральной Азии. Природные и природно-техногенные катастрофы приводят к гибели людей, материальным и экономическим потерям, создают экологические проблемы и, несомненно, негативно влияют на устойчивое развитие и благополучие общества в Центральной Азии.

2. Печальным примером и предостережением для г. Алматы служит недавнее землетрясение в Турции. Турция находится в одной из самых активных сейсмоопасных зон в мире. Район, в котором произошло землетрясение, находится на пересечении трёх тектонических плит:

Анатолийской, Аравийской и Африканской. Аравийская плита движется на север, в результате чего Анатолийская плита (на которой находится большая часть Турции) оттесняется на запад. Движение плит создаёт давление на зоны разломов между ними. Внезапный выброс накопленной энергии этого давления вызывает землетрясения.

Горная территория Алматы образована слиянием Индийской плиты с Евразийской плитой. Алматинская область также находится в пределах горных образований и имеет на своей территории пять крупных разломов (Илийский, Алматинский, Предгорный, Боралдайский, Жанатурмынский).

Следует отметить, что кроме постоянного мониторинга за сдвигами земной поверхности, необходимо строго контролировать качество застройки. По словам Ералы Шокпарова представителя КазНИИСА «Строить что-либо кроме индивидуального жилищного строительства на разломах можно только на основании технических условий. Это особый документ, который разрабатывается под каждое конкретное здание. Дело в том, что нагрузки на конструкцию на тектонических разломах увеличиваются в 1,5-2 раза в сравнении со зданиями, которые стоят в сейсмичной зоне. То есть дом с особыми техусловиями и расположенный в 200 метрах от него дом без них - это два разных здания, так как они должны выдерживать совершенно другие нагрузки. Такие проекты разрабатываются с учетом специальных коэффициентов на основе геологических изысканий на участке. Требования по устойчивости конструкции могут повыситься от 1 до 1,5 раза. Кроме того, на тектонических разломах есть ограничения по высоте в девять этажей". В целом опыт Турции показал, что, когда строители и подрядчики отступают от требований действующих норм, это приводит к разрушительным последствиям. Если здание построено строго по проекту, разработанному с учетом особых технических условий, то оно должно выдержать землетрясение в 7 и более баллов. Однако при отсутствии специальных проверок нет никаких гарантий, что строители будут соблюдать строгие требования безопасности на практике.

Учитывая все вышеизложенные природные и техногенные факторы г. Алматы, одним из главных компонентов построения карты прогнозирования сейсмической опасности являются параметры напряженно-деформационного покрова земной коры (НДС). Для формирования базы данных параметров НДС используются данные высокоточного геодезического мониторинга. Для создания базы данных и апробации предлагаемого метода были проведены комплексные наблюдения на Алматинском геодинимическом полигоне (ГДП), а также собраны архивные данные предыдущих наблюдений.

Наиболее эффективной формой комплексного геодезического мониторинга, обеспечивающей скорость и высокую точность сбора пространственно-временной информации, являются технологии: ГНСС, ГИС и ДЗЗ. Реализация результатов проведенных исследовательских работ в ГИС позволит повысить эффективность своевременного принятия решений о сейсмической опасности на территориях.

Еще одним доказательством актуальности диссертации является то, что исследования проводилось в рамках программы СОМЭ «Ведение сейсмологического мониторинга на геодинамических полигонах Казахстана».

Исследования по изучению геодинамических процессов соответствуют приоритетным направлениям развития науки и техники Республики Казахстан и имеют научно-практическую ценность.

Научные положения, выносимые на защиту:

1. Применение комплексного мониторинга, включающего высокоточное повторное нивелирование, ГНСС – наблюдения, результаты обработки космических снимков методами радарной интерферометрии и геофизические исследования значительно повышает производительность труда, а также позволяет сформировать электронную базу пространственных данных для их последующего анализа состояния земной коры в сейсмоопасных зонах.

2. Алматинский прогностический геодинамический полигон имеет тенденцию медленной деформации земной коры, которая напрямую связана с некоторыми сейсмическими показателями и тектоническими возмущениями Заилийского Алатау.

Основные результаты исследования.

1. Разработана методика проведения комплексного мониторинга с учетом современного геодезического приборостроения и спутниковых технологий, позволяющая повысить: точность измерений и производительность труда при повторных наблюдениях на геодинамических полигонах. На основе разработанной комплексной методики обнаружены вертикальные и горизонтальные смещения в пункте Порт-Артур.

2. В Алматинском ГДП произошли большие изменения вертикального и горизонтального сдвига в пункте Порт-Артур геодезической сети 1 класса. Также, определено, что вертикальное перемещение составило -216 мм/год, в отличие от значения относительной скорости вертикального движения между 2015-2016 годами.

3. По результатам наблюдений ГНСС за 2017-2021 гг. вектор горизонтального смещения в Порт-Артурском пункте СВ составил 74,7 мм. Пионерский пункт ЮВ составил 73,4 мм. Пункты расположены вблизи крупных разломов.

4. Получены закономерности изменения процесса деформации земной коры в зависимости от показателей тектонических нарушений и сейсмических условий на территории Алматинского геодинамического полигона.

5. Создана пространственная база данных комплексного мониторинга и сравнительный анализ двух программ с использованием программных пакетов Gamit Globk и Giodis (32 глобальные станции GNSS и 10 локальных станций GNSS сетей исследуемой области за период 2017-2021 гг.).

6. По данным наблюдений космических снимков за период с 2017 по 2021 годов на территории Алматинского геодинамического полигона определены и зафиксированы смещения в юго-восточной частях земной поверхности исследуемого объекта.

7. Результаты диссертационной работы внедрены в производство Сейсмологический институт г.Алматы и включены в лекционные материалы, практические занятия для магистрантов Международной образовательной корпорации, что подтверждается соответствующими Актами внедрения (Приложение А, Э).

Научная новизна и важность полученных результатов:

- разработана методика проведения комплексного мониторинга с учетом современного геодезического приборостроения и спутниковых технологий. Методика позволяет повысить: точность измерений и производительность труда при повторных наблюдениях на геодинимических полигонах, а также надежность определения напряженно-деформированное состояние земной коры;

- получены закономерности изменения процесса деформации земной коры в зависимости от показателей тектонических нарушений и сейсмических условий на территории Алматинского геодинимического полигона;

- проведен сравнительный анализ и создана пространственная база данных комплексного мониторинга с использованием программных пакетов Gamit Globk и Giodis (32 глобальные станции GNSS и 10 локальных станций GNSS сетей исследуемой области за период 2017-2021 гг.).

Личный вклад автора состоит в:

- постановке цели исследования, задач для решения проблемы, определении методов и направлений исследования;

- выполнении части полевых измерений, обработке данных инструментальных наблюдений, обработке космических снимков;

- формировании и обосновании научных принципов геодезических исследований геодинимических процессов;

- анализе геодезических методов проведения мониторинга и точности их выполнения;

- совершенствовании классических геодезических методов проведения мониторинга с учетом современного приборостроения и спутниковых технологий;

- внедрение полученных в ходе исследования результатов в процесс производства и обучения.

Практическая значимость диссертации заключается в создании пространственной базы данных геодезического мониторинга с использованием программных пакетов GAMIT GLOBK и Giodis, а также обновленного каталога ГНСС измерений ГДП Алматы за 2017-2021 годы. Данная база успешно применяется при решении задач прогнозирования и минимизации последствий геодинимических катастроф природного и техногенного характера путем проведения комплексного мониторинга.

Обоснованность и достоверность научных положений и выводов подтверждается математически обработанными результатами повторного высокоточного геодезического нивелирования и ГНСС наблюдений, проведенных на Алматинском геодинимическом полигоне. Все полученные результаты комплексного геодинимического мониторинга были применены в

работе Алматинского института сейсмологии, методика внедрена в учебный процесс МОК (акты внедрения приведены в Приложении А и Э).

Научная значимость диссертации заключается в теоретическом и экспериментальном обосновании применения современных технологий для сбора информации о пространственно-временном состоянии территории Алматинского геодинамического полигона, прогнозирования НДС земной коры и получения новых знаний о сейсмоопасных зонах.

Публикации и апробация работы. Основные результаты диссертации: Сатпаевские чтения (Алматы. КазНУ, 2018, 2019гг.); Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы и перспективы развития рационального и безопасного недропользования» (Ташкент:ТашГУ, 2018г); международная научно-практическая конференция " Эффективное использование минерального и техногенного сырья в условиях Индустрии 4.0 " (Алматы: Сатпаевский университет, 2019г); Международный форум маркшейдеров (ISM) Международный форум маркшейдеров (ISM) «цифровые технологии в геодезии, маркшейдерии и геомеханике» (Караганлы: КарГУ, 2019 г.); «Проблемы создания недр в XXI век глазами молодых» Международная научная школа (Москва, ИПКОН РАН, 2019); " XVII-международный конгресс (ISM) маркшейдеров «(Иркутск: ИрНУ, 2019г.) и Сатпаевского университета на научном семинаре кафедры» маркшейдерского дела и геодезии " (2020г.).

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация представлена в 123-страничном компьютерном тексте, состоящем из введения, 4 глав, заключения и приложения. В него включены 54 рисунка, 12 таблиц, Заключение, Список использованной литературы и приложения.

Соответствие направлениям развития науки или государственным программам. Диссертационная работа выполнена в рамках программы СОМЭ «Ведение сейсмологического мониторинга на геодинамических полигонах Казахстана».

По теме диссертации опубликовано 16 публикаций, в которых докторант принял непосредственное участие в качестве автора и соавтора:

1. Nurpeissova M.1, Menayakov K.T.1, Kartbayeva K.T. 1, Ashirov B.M. 2, Dai Huayang3. Satellite observations of earth crust at almaty geodynamic polygon / Известия НАН РК, Серия геологии и технических наук, Выпуск 6(450), 2021, С. 93-101 процентиль 37% ISSN 2224-5278, <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.124>

2. Caiya Yue, Qiang Yang, Kartbayeva K.T. Present-day movement trends of the major tectonic faults in the Sichuan-Yunnan region based on the constraint of GPS velocity fields// Advances in Space Research (ASR), Май, 2021, С.1719-1731, ISSN: 0273-1177 DOI:10.1016/j.asr.2021.04.014, процентиль 83%

3. Нурпеисова М.Б., Кенесбаева А., Картбаева К.Т. Complex evaluation of geodynamic safety in the development of hydrocarbon reserves deposits// Известия НАН РК, Серия геологии и технических наук, № 1, Том 1, Выпуск 439, 2020, С. 90-98 ISSN 22245278 DOI10.32014/2020.2518-170X.11, процентиль 37%

4. Картбаева К.Т., Нурпеисова М.Б. Анализ и интерпретация данных геодинимического мониторинга // Вестник КазГАСА, №4(74), 2019, С.302-308. ISSN 1680-080X
5. Картбаева К.Т., Нурпеисова М.Б. Роль космической геодезии при определении вертикальных движений земной поверхности // Вестник КазННТУ, № 1(131), 2019, С.12-15, ISSN 1680-9211
6. Картбаева К.Т., Нурпеисова М.Б. Алматы геодинимикалык полигонындағы геодезиялык бақылаулар // Вестник КазГАСА, №1(71), 2019, С.182-188. ISSN 1680-080X
7. Картбаева К.Т., Омиржанова Ж.Т., Киргизбаева Д.М. Организация системы наблюдений на Алматинском геодинимическом полигоне// Маркшейдерия и недропользование, №2, март-апрель 2019, С. 22-31, ISSN 2079-3332.
8. Нурпеисова М., Дай Хуаян, Омиржанова Ж.Т. Применение GPS мониторинга в оценке современных деформаций земной коры на Алматинском ГДП// «Проблемы освоения недр XXI века глазами молодых», Сборник 14-МНШ МУ и С. - М: ИПКОН РАН, 2019, С.132-135, ISBN 978-5-6041084-8-2.
9. Картбаева К.Т., Нурпеисова М.Б. Алматы геодинимикалык полигонындағы геодезиялык бақылаулар нәтижесі// Международный форум маркшейдеров (ISM) «Цифровые технологии в геодезии, маркшейдерия и геомеханика», 19-20 апрель 2019, Карағанда, КарГТУ, С. 941-945, ISBN 979-601-315-731-3
10. Картбаева К.Т., Нурпеисова М.Б. Геодезиялык полигондарда геодезиялык бақылаулар жүргізудің әдістемесі// Международная научно-практическая конференция «Рациональное использование минерального и техногенного сырья в условиях индустрии 4.0», 14-15 марта 2019, Университет Сатпаева, С. 79-83, ISBN 978-601-323-168-6
11. Картбаева К.Т., Нурпеисова М.Б. Алматы геодинимикалык полигонындағы геодезиялык бақылаулар// Труды Сатпаевских чтений «Инновационные технологии – ключ к успешному решению фундаментальных и прикладных задач в рудном и нефтегазовом секторах экономики РК», Т 1, 2019, С. 888-892, ISBN 978-601-323-145-7
12. Картбаева К.Т., Нурпеисова М.Б. О геодинимических полигонах и спутниковой системе наблюдений за деформациями геосреды// Труды Сатпаевских чтений – 2018, «Инновационные решения традиционных проблем: инженерия и технологии», ҚазҰТЗУ, 2018, С. 941-945, ISBN -601-341-174-3
13. Картбаева К.Т., Нурпеисова М.Б. Geodesic support of geodynamic polygons// Горный журнал Казахстана, №4, 2018, С.14-18 ISSN 2227-4766
14. Картбаева К.Т., Нурпеисова М.Б., Омиржанова Ж.Т. Геодезические наблюдения на Алматинском геодинимическом полигоне//«Горный вестник Узбекистана», Ташкент, ТашГТУ, 2018, С.63-74, ISSN 2181-7383
15. Картбаева К.Т., Омиржанова Ж.Т. Анализ деформации земной поверхности на Алматинском ГДП// Сборник материалов XXXII

международной научной конференции «Тенденции развития науки и образования» от 30 ноября 2017, №32, часть 4, Изд. НИЦ «Л-Журнал», Самара, 2017, С. 56-59, SPLN 001-000001-0216-LJ

16. Картбаева К.Т., Нурпеисова М.Б., Омиржанова Ж.Т. Изучение геодинамических процессов на территории Средней Азии и Казахстана (Монография)// Германия, Lambert, 2020, 125с., ISBN 978-616-9-84036-6.