

«УТВЕРЖДАЮ»

Первый проректор-проректор по  
научной работе РУДН  
доктор медицинских наук, профессор,  
член-корр. РАН



А.А. Костин

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного автономного образовательного учреждения  
высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса  
Лумумбы» (РУДН)

на основании решения, принятого на заседании кафедры механики и процессов  
управления инженерной академии

Диссертация «Methods for processing multi-temporal composite synthetic aperture radar data to detect land surface displacement» («Методы обработки мультитременных композитных радиолокационных данных для регистрации движения земной коры») выполнена на кафедре механики и процессов управления инженерной академии.

Хатамиафкуиех Джавад, 1991 года рождения, гражданин Республики Иран, в 2015 году окончил магистратуру университета «Азад Эслами» (Тегеран, Республика Иран) по специальности «Дистанционное зондирование земли и географическая информационная система – городские и сельские исследования».

С 23.09.2019 года по 01.07.2023 обучался в аспирантуре РУДН по программе подготовки научно-педагогических кадров по направлению, соответствующему научной специальности *2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика*, по которой подготовлена диссертация.

В настоящее время работает ассистентом на кафедре механики и процессов управления инженерной академии РУДН.

Документ о сдаче кандидатских экзаменов выдан в 2024 году в РУДН.

Научный руководитель – Разумный Юрий Николаевич, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой механики и процессов управления инженерной академии РУДН.

Тема диссертации в окончательной редакции утверждена на заседании ученого совета инженерной академии РУДН 31.05.2023, протокол № 2022-08/23-05/2.

По итогам обсуждения диссертации на заседании кафедры механики и процессов управления инженерной академии принято следующее заключение.

Диссертация выполнена в полном объеме, затрагивает вопросы исследования методов мониторинга поверхности Земли с использованием интерферометрического синтезированного апертурного радара. Исследование фокусируется на анализе радиолокационных данных с использованием метода малых базовых линий (SBAS). Результаты исследования позволяют оценить движения земной коры, в том числе вследствие добычи нефти и газа. Рассматриваются ограничения, связанные с методологией InSAR и доступностью данных.

Соискатель внес большой личный вклад в работу.

Достоверность получаемых результатов подтверждается данными с 85 станций GPS. Получено качественное и количественное совпадение результатов автора с результатами, представленными в независимых источниках по этой теме.

Исследование использует изображения спутника Sentinel-1, собранные в период с 2014 по 2022 год. Данные как с восходящих, так и с нисходящих орбит используются для захвата как вертикальной, так и горизонтальной деформации.

**Автор принимал непосредственное личное участие** в получении основных результатов диссертационной работы.

Концепция и результаты исследований обсуждались и представлялись на международных научных конференциях 13th AARSE International Conference (AARSE 2022) «Space and Geospatial Technologies for the Africa We Want» (г. Кигали, Руанда, 24-28 октября 2022 г.), The 1st International Conference of Remote Sensing and Space Sciences Applications (г. Хугарда, Египет, 8-11 декабря 2022 г.).

Участие в этих значимых событиях позволило автору представить свои наработки широкой научной аудитории и обсудить полученные результаты с ведущими специалистами.

**Достоверность результатов** диссертационной работы подтверждается экспериментами, сравнением с результатами применения иных апробированных методов, успешным использованием полученных результатов на практике.

**Новизна результатов** проведенных исследований состоит в следующем:

1. Предложен новый подход к полуавтономному извлечению миллиметровых деформаций из временных рядов радара InSAR, направленный на всестороннее понимание динамического поведения поверхности земли в пределах участков нефтегазовых месторождений.

2. Предложена новый способ анализа временных рядов оседаний в паттернах смещений с высоким пространственным разрешением. Интеграция подробных методов оценки точности, включая сравнение с данными GPS-станций, повышает надежность и обоснованность разработанных методов.

3. Предложен метод решения задачи с нечеткой структурой с использованием подхода CSBAS, который устраняет нечеткую природу уравнения путем введения эталонного уравнения с минимальной нормой, действующее как фундаментальное ограничение для стабилизации процесса решения.

4. Предложен метод измерения трех компонент вектора смещений с использованием снимков одного и того же участка поверхности с нисходящей и восходящей орбиты.

5. Разработана методика мониторинга смещений земной поверхности в областях с низкой когерентностью и различной степенью пространственно-временной декогерентности путем отслеживания смещения пикселей.

**Практическая значимость** диссертационной работы состоит в том, что полученные результаты могут использоваться для:

1. Выявления оседания земли, в том числе в области нефтяных месторождений.  
2. Использования данных об оседании земли в ходе градостроительного проектирования позволяет, что позволяет принимать решения в процессе строительства в зонах повышенного риска и определять меры для защиты существующей инфраструктуры от возможных повреждений, вызванных деформациями земной поверхности.

3. Разработки устойчивых стратегий управления, которые сбалансируют добычу природных ресурсов с минимальным влиянием на окружающую среду.

Результаты проведенных исследований позволили выявить взаимосвязь деформаций земной поверхности с добычей нефти и газа, откачкой подземных вод и естественными процессами уплотнения.

4. Разработки планов действий при возникновении чрезвычайных ситуаций, связанных с подвижками земной поверхности.

**Ценность научных работ** соискателя состоит в том, что разработанная методика анализа радиолокационных данных позволяет значительно повысить качество получаемых карт смещений земной коры. Под качеством в данной работе понимается детализация результатов, а также возможность анализа пространственно-временных изменений земной поверхности, обусловленных в том числе деятельностью нефтегазовых предприятий. Ретроспективный учет многовременных данных о деформации земной коры позволяет более точно оценивать последствия техногенных воздействий и природных процессов, а также учитывать динамику нестационарных процессов при воздействии на окружающую среду.

**Область диссертационного** исследования соответствует пунктам 1, 3, 4 и 5 паспорта научной специальности 2.3.1 Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

**Полнота изложения материалов диссертации** обеспечена их публикацией в рецензируемых научных журналах, в том числе за последние 5 лет публикацией 9 статей в изданиях, индексируемых в международной базе Scopus. Полный перечень публикаций соискателя, в которых изложены основные научные результаты диссертации, приведен в автореферате диссертации.

**Текст диссертации был проверен на использование заимствованного материала** без ссылки на авторов и источники заимствования. После исключения всех корректных совпадений иных заимствований не обнаружено.

Диссертационная работа Хатамиафкуиех Джавад рекомендуется к публичной защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации, статистика.

Заключение принято 16.05.2024 на заседании кафедры механики и процессов управления инженерной академии РУДН, протокол заседания № 2022-15-04/09.

Присутствовало на заседании 40 чел.

Результаты голосования: «за» – 40 чел., «против» – нет, «воздержался» – нет.

Председательствующий на заседании  
профессор кафедры механики и процессов управления  
инженерной академии РУДН  
доктор технических наук, доцент



С.А. Купреев

Подпись С.А. Купреева удостоверяю.  
Ученый секретарь ученого совета  
инженерной академии РУДН




О.Е. Самусенко