



ÚSTAV FYZIKÁLNYCH VIED

ÚFV PF UPJŠ, Park Angelinum 9, 041 54 Košice
tel.: +421 (055) 234 6101, fax: +421 (055) 622 21 24, IČO: 00397768
e-mail: ufv@upjs.sk, http://www.science.upjs.sk

ОТЗЫВ

члена диссертационного совета Гнатича Михала на диссертацию Каримова Сардора Илхом угли на тему «Методы и средства обработки спутниковых данных для мониторинга на примере территории Узбекистана», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.5 «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей»

Диссертация Каримова С.И. посвящена решению актуальных задач, связанных с получением и обработкой спутниковых данных.

Новизна работы заключается в разработке алгоритмов анализа спутниковых данных, основанных на определении вегетационных индексов и методов глубокого обучения. При этом автором предложены методы для оценки состояния сельскохозяйственных зон, классификации сельскохозяйственных культур и мониторинга городских территорий. Эти методы обработки спутниковых данных впервые позволили получить объективную информацию об использовании сельскохозяйственных земель Узбекистана. Автором разработан новый метод атмосферной коррекции спутниковых изображений. В работе также предложен и реализован алгоритм обнаружения объектов на сельскохозяйственных и городских территориях.

Для реализации предложенных методов разработаны и внедрены алгоритмы, автоматические технологии и соответствующее программное обеспечение для обработки данных спутниковых наблюдений, используемых при решении задач

сельскохозяйственного и городского мониторинга. Эта разработка представляет собой **практическую ценность**, так как с ее помощью были получены важные результаты:

1. Разработан алгоритм атмосферной коррекции для формирования наборов спутниковых данных, свободных от влияния атмосферных искажений. Этот алгоритм позволяет повысить точность сегментации спутниковых изображений Земли и достоверность получаемых результатов, а также дает возможность унифицировать изображения, получаемых с разных спутников.
2. Разработан метод обработки спутниковых данных для идентификации сельскохозяйственной продукции на сельскохозяйственных территориях. Этот метод позволяет провести классификацию по видам продукции, выращиваемой на землях сельскохозяйственного назначения.
3. Разработан метод идентификации городских объектов путем анализа и сегментации спутниковых изображений. Этот метод позволяет классифицировать объекты, расположенные на урбанистических территориях, а также дает возможность выявлять вновь построенные объекты.
4. Разработано программное обеспечение обработки спутниковых данных для решения сельскохозяйственных задач и мониторинга урбанизации. Это программное обеспечение позволяет, с помощью атмосферной коррекции, повысить качество спутниковых данных, обеспечивает получение данных о состоянии сельскохозяйственных территорий и типов сельскохозяйственной продукции, выращиваемых на этих территориях, а также позволяет осуществить мониторинг урбанистических территорий.

По теме диссертации опубликовано 9 научных статей, 1 - в рецензируемых изданиях из перечня ВАК РФ, 5 - в сборниках Scopus/WoS, одна государственная регистрация программы для ЭВМ. Результаты диссертационной работы докладывались на 8 научных конференциях, как российских, так и международных. Публикации автора в полной мере отражают полученные результаты.

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Общий объем состоит из 142 страниц. Библиография состоит из 125 наименований.

Введение является крайне информативным. Автор демонстрирует глубокое понимание актуальности исследований в контексте рассматриваемой предметной области.

В первой главе описаны основные задачи обработки спутниковых данных. Это создание карт пахотных земель, ежегодных карт посевов, карт мониторинга посевов, карт урожайности, карт мониторинга городских территорий и карт планирования участков.

Вторая глава посвящена анализу методов предварительной обработки и методов классификации данных дистанционного зондирования Земли. Достаточно подробно описаны методы атмосферной коррекции и сделан вывод о необходимости объединения результатов такой коррекции, чего можно добиться с помощью нейронной сети. В главе также описаны алгоритмы расчета различных показателей вегетации, которые рекомендуется использовать при классификации культур, выращиваемых на землях сельскохозяйственного назначения.

В третьей главе развиваются предложенные методы. Сначала определяются места мониторинга. Затем описываются методы, используемые для доступа к открытым источникам данных — агрегатору Google Earth Engine и платформе Sentinel Hub. В этой же главе разрабатывается архитектура нейронной сети для атмосферной коррекции спутниковых снимков на основе структуры кодер-декодер. Такой подход позволяет объединить данные с разных спутников и избежать использования интерактивных программ, традиционно используемых для такой коррекции. Далее в главе анализируются архитектуры известных нейронных сетей и разрабатываются их модификации для эффективной сегментации спутниковых изображений наблюдаемых территорий и классификации сельскохозяйственных культур, выращиваемых на землях сельскохозяйственного назначения.

В четвертой главе описано экспериментальное исследование инструментов, разработанных для обработки спутниковых снимков территории Узбекистана. Подробно обсуждаются наборы данных, используемые для обучения всех предложенных нейронных сетей. Следует отметить, что набор данных для сети атмосферной коррекции был создан автором самостоятельно. Результаты экспериментального исследования показывают, что применение разработанных инструментов позволяет повысить точность сегментации и классификации спутниковых снимков.

В заключении подведены итоги исследования, сформулированы основные выводы и возможные перспективы развития данного исследования.

Успешная реализация теоретической разработки метода является несомненным достижением автора и позволяет сделать вывод о высоких профессиональных качествах автора диссертации. Работа изложена хорошо, все выводы и рекомендации изложены полностью. Однако к работе есть замечания и вопросы:

1. Процесс построения нейронной архитектуры требует большего внимания со стороны пользователя, который должен обеспечить корректность результатов обработки. Кажется разумным пойти по пути упрощения процесса объединения двух нейросетей для проверки правильности используемых параметров.

2. В диссертации приведены примеры использования программного обеспечения атмосферной коррекции только для данных, полученных от спутников одного типа.
3. Какие следующие шаги нужны для повышения точности полученных результатов? Или приводимая точность - около 90% - достаточна для практических целей?

Данные вопросы и указанные замечания носят рекомендательный характер и не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы, которая производит очень хорошее впечатление.

Диссертация Каримова Сардора Илхом угли на тему: «Методы и средства обработки спутниковых данных для мониторинга на примере территории Узбекистана» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 №11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Каримов Сардор Илхом угли заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.3.5. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей. Нарушения пунктов 9 и 11 указанного Порядка в диссертации не обнаружены.

Член диссертационного совета
д.ф.-м.н., профессор,
профессор Факультета естествознания,
Университет П.Й. Шафарика в Кошице,
Словакия

Дата
25.01.2025

Гнатич М.

