

## ОТЗЫВ

председателя диссертационного совета Богданова Александра Владимировича о диссертации 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»

**Целью исследования** Каримова С.И. является разработка методов, алгоритмов и инструментов автоматизации, а также разработка соответствующего программного обеспечения для обработки данных спутниковых наблюдений регионов земной поверхности, с целью решения задач мониторинга в сельском хозяйстве и городских районах.

Результаты исследования Каримова С.И. вносят существенный вклад в область обработки спутниковых изображений, подчеркивая необходимость детального анализа всей совокупности методов обработки данных, которые могут быть использованы при создании программного обеспечения подобных систем.

**Актуальность темы** исследования определяется тем, что проблема совершенствования методов и качества обработки спутниковых данных для получения объективной информации о распределении земельных площадей на наблюдаемых территориях, в том числе и на территории Республики Узбекистан, является актуальной как с практической, так и с научной стороны.

**Практическая значимость** диссертация выражается в том, что разработанные методы позволяют повысить достоверность результатов обработки спутниковых данных, увеличить скорость их обработки и снизить требования к необходимым вычислительным ресурсам.

Разработанный метод предварительной обработки данных дистанционного зондирования позволяет получать изображения, свободные от облачности и других мешающих факторов. Полученные изображения используются для решения различных задач дистанционного зондирования. Разработанный метод идентификации сельскохозяйственных культур был использован для получения данных о пространственном распределении озимых культур, подсолнечника и чистых залежных земель в Ферганской области. Результатом данного исследования стало создание важного

программного инструмента для национальной системы мониторинга сельскохозяйственных угодий и городских территорий, разрабатываемой в Узбекистане.

Создавая и совершенствуя методы обработки спутниковых изображений, диссертация вносит вклад в разработку и внедрение эффективных вычислительных систем для геоанализа. Разработанные методы могут найти применение в самых разных геодезических областях: от научных исследований до инженерных проектов, помогая повысить общую эффективность и качество выполнения задач. Возможные области применения:

- Повышение эффективности и производительности, улучшение качества кадастровых проектов.
- Создание методов анализа спутниковых данных высокого уровня. Соответствующее им программное обеспечение может быть использовано для улучшения качества и устойчивости инженерных проектов.

Конкретные практические результаты работы и новизна заключаются в разработке программного обеспечения обработки спутниковых данных для решения сельскохозяйственных задач и мониторинга урбанизации. Это программное обеспечение позволит повысить качество обработки спутниковых данных с помощью атмосферной коррекции, обеспечит получение адекватной информации о состоянии сельскохозяйственных территорий и типов сельскохозяйственной продукции, выращиваемых на этих территориях, а также позволит осуществить мониторинг урбанистских территорий.

**Научная новизна.** В работе получены следующие новые научные результаты:

1. На основе подходов глубокого обучения предложен и реализован метод атмосферной коррекции спутниковых изображений. Метод позволяет проводить унифицированную атмосферную коррекцию для снимков, получаемых с разных типов спутников.
2. Предложены и реализованы методы оценки состояния сельскохозяйственных зон и классификации посевов с использованием алгоритмов определения вегетационных индексов и методов глубокого обучения. Методы позволяют получать объективную информацию о распределении и состоянии сельскохозяйственных угодий, выращиваемых культурах, а также о распределении городских земель.
3. Предложен и реализован метод, основанный на модификации архитектуры нейронной сети глубокого обучения, который позволяет идентифицировать объекты на территориях, включая городские и сельскохозяйственные районы. Метод

позволяет существенно снизить требования к вычислительным ресурсам, необходимым при решении подобных задач.

Основные теоретические и практические результаты диссертации опубликованы в 9 научных статьях, одна статья - в рецензируемом издании из перечня ВАК РФ, 5 статей - в изданиях, индексируемых в базе данных Scopus. Имеется государственная регистрация программы для ЭВМ. Публикации автора в полном объеме отражают полученные результаты.

По диссертационной работе следует сделать следующие замечания:

1. В работе рассматривается большое количество вегетационных индексов, рассчитываемых по мультиспектральным изображениям. Однако только индексы растительности NDVI и SAVI были выбраны в качестве входных данных, как для обучения, так и для применения в предлагаемой нейронной сети для распознавания растительности. Если в анализе не используются другие индексы, почему в качестве примеров, приведенных в работе, используются также другие индексы?
2. В работе описан метод атмосферной коррекции, созданный с использованием нейронной сети. Однако приведены результаты его применения только для одного типа спутников.
3. В работе указывается, что для мониторинга городских территорий проведен анализ двух разных методов с помощью нейронных сетей. Однако порядок подготовки данных для каждого метода не описан.

С учетом всего вышесказанного полагаю:

Содержание диссертации Каримова Сардора Илхом угли соответствует научной специальности 2.3.5 «Математическое и программное обеспечение вычислительных систем, комплексов и компьютерных сетей».

Диссертация является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, либо изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие практическое применение.

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

Председатель диссертационного совета

д.ф.-м.н., профессор,

профессор кафедры фундаментальной

информатики и распределенных систем,

Санкт-петербургский государственный Университет

Богданов А.В.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'A.V. Bogdanov', with a stylized flourish at the end.

15.01.2025