

Отзыв

официального оппонента кандидата технических наук, доцента Алтынцева Максима Александровича на диссертацию Дубровина Константина Николаевича на тему «Разработка методики мониторинга пахотных земель Дальнего Востока на основе данных дистанционного зондирования Земли и машинного обучения», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.19. Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия

Актуальность избранной темы

Дистанционное зондирование Земли является важным источником данных для решения задачи мониторинга сельскохозяйственных территорий страны. Используя космические снимки оптического и радиодиапазона, можно выполнять распознавания отдельных сельскохозяйственных культур на обширных площадях, уточнять границы существующих пахотных земель, выполнять планирование мероприятий по созданию новых посевных площадей и прогнозировать урожайность. Такие задачи особо актуальны на Дальнем Востоке, где велико количество заброшенных пахотных земель. Существующие базы данных не отражают в полной мере всю требуемую информацию и содержат большое количество недостоверных сведений. Своевременное обновление таких баз является важной проблемой, решить которую возможно посредством применения непрерывных временных рядов космических снимков, а также различных методик и алгоритмов их обработки.

Существующие в настоящее время алгоритмы обработки разновременных космических снимков не позволяют для всех регионов страны выполнять распознавание сельскохозяйственных культур с высокой точностью и уточнять границы пахотных земель. Требуется учитывать особенности многих регионов. Для Дальнего Востока – это большое количество облачных дней в период вегетации и дефицит архивных космических снимков. Преодолеть проблему такого дефицита в условиях большого количества облачных дней возможно на основе разработки алгоритмов аппроксимации временных рядов значений индексных изображений и их классификации с применением методов машинного обучения.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

В диссертации выполнен анализ методов применения данных дистанционного зондирования Земли с целью решения задач сельского хозяйства, рассмотрены основные космические съемочные системы, выполнен обзор наиболее часто используемых вегетационных индексов, проанализирована современное состояние вопроса создания масок пахотных земель. Анализ теоретической информации показал, что в пределах нашей страны карты пахотных земель более точно составлены только для европейской части Российской Федерации, как и критерии распознавания посевов сельскохозяйственных культур. Эти критерии не полностью подходят для регионов Дальнего Востока. Поэтому автор делает логический вывод о необходимости разработки методики мониторинга пахотных земель, подходящей для условий рассматриваемой территории.

Учитывая тот факт, что для достижения достоверных результатов распознавания сельскохозяйственных культур и составления подходящей методики мониторинга требуется большой объем спутниковых и статистических данных, автор сначала предлагает восстанавливать недостающую информацию путем аппроксимации с помощью разложения в ряд Фурье, а затем выполнять классификацию индексных изображений с помощью одного из методов машинного обучения – гистограммного градиентного бустинга.

Выполненные теоретические исследования подтверждаются результатами экспериментальных работ. Автор применяет большое количество космических снимков Sentinel, полученных для Хабаровского района Хабаровского края и трех районов

Вх № 01.05/01/46
Дата 15.09.2025

Амурской области на несколько лет. Также им собран значительный объем статистической информации в результате полевого обследования сельскохозяйственных полей, которая применялась для создания обучающих выборок и оценки точности распознавания сельскохозяйственных культур. Полученная достоверность распознавания, более 90%, свидетельствует о высокой работоспособности предложенных алгоритмов и обоснованности сделанных выводов.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается выступлениями на всероссийских и международных конференциях и конгрессах. Основные результаты исследований автор докладывал в период с 2020 по 2024 год. Достоверность результатов исследований подтверждается апробацией на реальных данных, полученных для территорий Хабаровского края и Амурской области.

Научная новизна

Научная новизна диссертационного исследования Дубровина Константина Николаевича заключается в:

- разработке способа построения непрерывных временных рядов индексных изображений посредством аппроксимации с использованием ряда Фурье с целью выполнения исследований пахотных земель;
- построении эталонных кривых сезонного хода оптических и радиолокационных вегетационных индексов для основных сельскохозяйственных культур;
- разработке алгоритма раннего распознавания посевов основных сельскохозяйственных культур Дальнего Востока, использующего космические снимки и методы машинного обучения, которые позволяют повысить оперативность построения карт пахотных земель;
- разработке принципов построения моделей для раннего прогнозирования урожайности с низкой ошибкой по спутниковым и метеорологическим данным.

Теоретическая и практическая значимость исследований

Теоретическая значимость исследований состоит в разработке подходов к применению разновременных космических снимков с целью распознавания основных сельскохозяйственных культур Дальнего Востока, а также в приложенных принципах построения регрессионных моделей для раннего прогнозирования урожайности по индексным изображениям и климатическим характеристикам.

Практическая значимость исследований состоит в возможности автоматизированного распознавания сельскохозяйственных культур с высокой точностью, что позволяет оценивать и прогнозировать урожайность на уровне муниципальных районов. Предложенная методика и алгоритмы позволяют строить карты пахотных земель и оценивать площади посевов сельскохозяйственных культур.

Замечания

1. В схеме картографирования пахотных земель с применением ДЗЗ и машинного обучения, представленной на рисунке 2.2, этап формирования карты пахотных полей осуществляется сразу после этапа классификации с использованием машинного обучения вне зависимости от результатов оценки точности классификации, так как этап оценки

точности вынесен отдельно. То есть даже при неудовлетворительных результатах классификации можно выполнять формирование карты пахотных полей.

2. На странице 62 допущена ошибка в утверждении: «Показатель F1 можно интерпретировать как среднее гармоническое значение метрик OA и PA, которое варьируется от 0 до 1. Относительный вклад этих двух метрик в интегральный показатель F1 одинаков». Вместо метрики OA в этой фразе должна стоять метрика UA.

3. Не выполнены исследования применения других методов преобразования изображений, кроме NDVI, для классификации снимков с целью распознавания сельскохозяйственных культур. Индекс NDVI задействует только два спектральных канала. Применение большего числа каналов могло бы повысить точность распознавания культур, таких как гречиха и кукуруза.

4. Автор заявляет, что радарный индекс DpRVI можно применять для распознавания сельскохозяйственных культур и уточнения границ, описывает преимущества его применения в виде отсутствия влияния освещенности и облачности. Но согласно результатам оценки точности классификации сельскохозяйственных культур (таблицы 3.1 и 3.7), индекс DpRVI значительно уступает вегетационному индексу NDVI. Поэтому автор на странице 101 диссертации пишет, что индекс DpRVI может быть применен при сильной разреженности временных рядов NDVI. Но отсутствуют критерии такой разреженности. До какой степени должны быть разрежены временные ряды NDVI, чтобы применение индекса DpRVI стало иметь смысл?

5. Автор выносит на защиту алгоритм распознавания посевов основных сельскохозяйственных культур Дальнего Востока, а также раннего распознавания. В диссертации приведено текстовое описание разработанных алгоритмов, но отсутствуют их блок-схемы.

Заключение

Приведенные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертации и носят рекомендательный характер. Диссертационная работа является в достаточной степени завершенным исследованием для подтверждения научной квалификации соискателя. Все выполненные исследования актуальны и имеют четко выраженную научную новизну.

Диссертационная работа соответствует областям исследования паспорта научной специальности 1.6.19. Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия, разработанного экспертным советом ВАК Минобрнауки России по техническим наукам: 10 – Развитие и применение методов обработки и анализа больших данных, формируемых средствами ДЗЗ, в том числе с применением машинного обучения и искусственного интеллекта, для решения задач геофизики, геодинамики, климатологии, океанологии и др. наук о Земле; 12 – Теория и методы автоматизации фотограмметрических измерений и дешифрирования изображений, в том числе на основе систем искусственного интеллекта, с целью картографирования и формирования ГИС различной тематической направленности.

Результаты работы опубликованы в 26 научных изданиях, 3 из которых опубликованы в изданиях, входящих в перечень рецензируемых научных изданий, 7 статей входят в базы данных Scopus и Web of Science. Получено 3 свидетельства о государственной регистрации программы на ЭВМ и 1 свидетельство о государственной регистрации базы данных.

Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

Диссертация Дубровина Константина Николаевича на тему «Разработка методики мониторинга пахотных земель Дальнего Востока на основе данных дистанционного зондирования Земли и машинного обучения» является законченной научной работой, в которой приводится решение следующих основных задач: предложен способ построения непрерывных временных рядов индексных изображений с использованием аппроксимации рядами Фурье; разработаны алгоритмы распознавания посевов основных

сельскохозяйственных культур Дальнего Востока; предложены принципы построения моделей раннего прогнозирования урожайности сои, основанных на расчете максимума вегетации.

Диссертация соответствует критериям п. 9 «Положение о присуждении ученых степеней» ВАК Минобрнауки РФ, утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор Дубровин Константин Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.6.19. Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия.

Официальный оппонент
канд. техн. наук, доцент

15.09

Ученый секретарь

Гербовая печать



Алтынцев Максим Александрович

Радченко Людмила Константиновна

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Сибирский государственный университет
геосистем и технологий» (СГУГиТ)
630108, Новосибирск, ул. Плахотного, 10,
доцент кафедры инженерной геодезии и маркшейдерского дела.
383-343-29-55
mnbcv@mail.ru

Шифр научной специальности, по которой была защищена кандидатская диссертация:
1.6.19. Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия