

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу

Мальцева Евгения Алексеевича

на тему «Разработка алгоритмов обработки данных дистанционного зондирования Земли для распознавания пространственных объектов сельскохозяйственного назначения с линейной геометрической структурой»
по направлению 05.13.17 – Теоретические основы информатики.

Актуальность темы исследований.

Изучение природных систем, в которых живет человеческая цивилизация, является неотъемлемой частью развития и прогресса общества. Любая попытка изучения, понимания, моделирования, прогнозирования поведения природных систем актуальна и востребована. Последние десятилетия проходят под влиянием глобального потепления, усиления ураганных ситуаций, лесных пожаров и других катаклизмов регионального и локального масштаба. Одним из эффективных способов исследований различных природных явлений является дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) по космическим снимкам высокого пространственного разрешения.

Данные дистанционного зондирования Земли, получаемые с орбитальных и воздушных носителей, являются источником актуальной информации о пространственных объектах и служат идеальным средством глобального, постоянного и надежного мониторинга окружающей среды, включая атмосферу, сушу и океан.

К настоящему времени разработано множество моделей и методов обработки данных ДДЗ для решения различных экологических задач и задач сельскохозяйственного назначения: мониторинга наземных экосистем, оценки состояния растительного покрова, прогнозирования урожайности зерновых культур, анализа противопожарной вспашки и др.

Сложность детектирования пространственных объектов сельскохозяйственного назначения по космическим снимкам значительная, что определяет достаточно низкую степень автоматизации решения этой задачи в мировой и отечественной практике. Одним из способов повышения степени автоматизации и точности распознавания является создание объектно-ориентированных моделей предметной направленности в заданной совокупности ограничений. Это позволяет привлекать дополнительную информацию о рассматриваемых типах пространственных объектов и формировать математические модели и алгоритмы, ориентированные на выявление эталонных объектов данного типа.

Пространственные объекты с линейной геометрической структурой (формой, контуром) – один из типов пространственных объектов. Противопожарная вспашка относится к наиболее характерным пространственным объектам сельскохозяйственного назначения с линейной геометрической структурой. Анализ противопожарной вспашки требуется для МЧС с целью контроля выполнения необходимых мероприятий по противопожарной безопасности, и для органов государственной власти с целью контроля расходования бюджетных средств, субсидируемых для выполнения данных мероприятий. Несмотря на существенную значимость данной задачи, разработке методов и алгоритмов ее решения на основе ДДЗ уделено незначительное количество работ. В основном эти работы касаются в целом пространственных объектов с линейной геометрической структурой и не учитывают определенные особенности противопожарной вспашки (спектральные характеристики и пространственные признаки объекта). Таким образом, диссертационные исследования являются актуальными как для отрасли сельского хозяйства, так и для задач МЧС.

Целью диссертационной работы является разработка алгоритмов распознавания пространственных объектов сельскохозяйственного назначения с линейной

геометрической структурой по многоспектральным космическим снимкам с учетом влияния облачности.

В качестве объекта распознавания в данной диссертационной работе выступает противопожарная вспашка.

Обоснованность и достоверность полученных результатов диссертационного исследования подтверждена практическими работами, выполненными по реальным данным, с использованием наземных, натурных экспериментов. Также достоверность подтверждается корректным использованием существующих, теоретически обоснованных и проверенных на практике методов предварительной и тематической обработки данных ДЗЗ.

Научная новизна диссертационной работы.

1. Разработан алгоритм распознавания пространственных объектов сельскохозяйственного назначения с линейной геометрической структурой по данным ДЗЗ с учетом влияния облачности, который, в отличие от существующих алгоритмов, позволяет сократить количество анализируемых участков территорий за счёт использования разнородных признаков исследуемого объекта (противопожарной вспашки);
2. Разработан алгоритм оценки облачности для спутниковых данных космической программы SPOT. Алгоритм позволяет проводить оценку облачности спутниковых снимков в системе предварительной обработки данных регионального центра ДЗЗ и, в отличие от существующих алгоритмов, оценивать её геометрическую концентрацию;
3. Разработана информационная модель пространственного объекта сельскохозяйственного назначения с линейной геометрической структурой (противопожарная вспашка), отличающаяся от существующих моделей многоаспектностью. Модель позволяет учесть как топологические, метрические и пространственные признаки исследуемого объекта, так и его спектральные характеристики.

Практическая значимость полученных результатов.

Представленные в работе модель и алгоритмы реализованы программно, обеспечены методически и встроены в действующий программно-аппаратный комплекс центра дистанционного зондирования земли (ДЗЗ) Сибирского федерального университета (СФУ). Разработанные алгоритмы были использованы при реализации проектов: «Создание регионального центра ДЗЗ СФУ»; «Создание автоматизированной геоинформационной системы учета и актуализации данных о состоянии залежных земель на примере Манского района Красноярского края, позволяющей выработать рекомендации по вовлечению их в хозяйственный оборот»; «Внедрение системы космического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Красноярского края».

Основные результаты диссертационной работы автора докладывались и обсуждались на многих российских и зарубежных конференциях.

Структура и содержание работы.

Диссертация состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы и приложения. Основной текст диссертации включает 136 страниц. Изложение иллюстрируется 51 рисунком и 7 таблицами. Список литературы на 13 страницах содержит 110 наименований. В приложении приведены документы о внедрении и практическом использовании результатов диссертации.

В первой главе представлена формулировка задачи распознавания исследуемого объекта.

Проведен анализ методов получения и обработки космических снимков для мониторинга пространственных объектов. Рассмотрены методы получения и предварительной обработки исходных данных ДЗЗ на примере данных КА SPOT. Рассмотрены уровни предварительной обработки и её основные этапы. Проведен обзор методов детектирования облачности для данных ДЗЗ. Сделан анализ существующих методов решения задачи обнаружения пространственных объектов с линейной геометрической структурой по данным ДЗЗ.

Вторая глава посвящена разработке многоаспектной информационной модели объекта ППВ, алгоритмам обнаружения данных объектов по многоспектральным космическим снимкам с учетом влияния облачности.

Далее в главе 2 представлены результаты разработки базы данных и интерфейса доступа пользователя к каталогу спутниковых данных регионального центра ДЗЗ. Автором, в составе творческого коллектива, были созданы: инфраструктура каталога данных ДЗЗ, интерфейс доступа к данному каталогу, программные модули для автоматизации сквозного цикла приёма и предварительной и тематической обработки спутниковой информации, а также разработан и реализован алгоритм оценки облачности, который внедрен в цикл приема информации центра.

Разработанный алгоритм детектирования облачности позволяет применять алгоритм АССА для данных КА SPOT с точностью классификации до 90 %, строить маску облачности, рассчитывать процентное содержание облачности и её геометрическую концентрацию. Рассчитанная геометрическая концентрация облачности для снимков позволяет расширить спектр отбираемых данных либо, наоборот, выявлять снимки с низким процентом облачности, но со сплошным её расположением на изображении, тем самым являясь дополнительным инструментом эксперта при отборе снимков для решения прикладных задач.

В главе 2 также приводится описание разработанного алгоритма для задачи распознавания объектов противопожарной вспашки. Алгоритм включает в себя задачи распознавания противопожарной вспашки. Предварительная обработка данных включает дешифрирование и актуализацию сельскохозяйственных угодий. Предлагается эти действия выполнять для существующей карты сельскохозяйственных полей с использованием данных ДЗЗ КА SPOT и КА Landsat и методов контролируемой классификации с обучающей выборкой, расчетом признаков NDVI и PVI и с привлечением эксперта.

Дешифрирование объектов открытой почвы выполняется в локализованных участках территорий с использованием предиката. Решающим правилом наличия или отсутствия вспашки являются метрические, топологические и другие признаки полученных сегментов открытой почвы.

Разработанный алгоритм распознавания ППВ позволяет детектировать объекты исследования на снимках ДЗЗ. Разработанный алгоритм детектирования облачности позволяет отбирать исходные данные с учетом влияния облачности. Этап локализации территорий на основе анализа границ сельскохозяйственных полей и прилегающих к ним объектов позволяет получить карту участков, требующих контроля над наличием/отсутствием вспашки.

Третья глава посвящена экспериментальным исследованиям разработанных алгоритмов.

В рамках диссертационной работы создано следующее программное обеспечение: база данных и интерфейс доступа каталога спутниковых снимков регионального центра ДЗЗ; программная реализация алгоритма детектирования облачности для настольного комплекса ENVI и для кластерной аппаратной платформы с использованием пакета MatLabTM; программный модуль обнаружения объектов с линейной геометрической структурой по данным ДЗЗ.

При экспериментальных исследованиях алгоритма распознавания объектов ППВ проводился подбор требуемых ДЗЗ (КА SPOT 6) на территории Красноярского края со значениями облачности менее 10 %. Для этого использовался разработанный каталог регионального центра ДЗЗ. Осуществлялось дешифрирование экспертом с привязкой по наземным GPS-данным дополнительных объектов следующих типов: лесные массивы; автомобильные дороги; железные дороги; ЛЭП; сельскохозяйственные поля. После дешифрирования вспомогательных объектов была проведена локализация участков территорий для поиска на них объектов вспашки. Для этого векторные слои были загружены в разработанный модуль локализации объектов противопожарной вспашки, после проведения обработки были выделены участки территорий для дальнейшего дешифрирования.

Производилось дешифрирование локализованных участков территорий и классификация объектов ППВ. Экспериментальные исследования алгоритма детектирования облачности выполнялись в автоматическом режиме. Реализованный алгоритм в виде модуля запускался и работал в цикле предобработки спутниковых данных в региональном центре ДЗЗ на высокопроизводительном вычислительном кластере. Обработка базы данных спутниковых снимков велась в параллельном режиме. Для каждого снимка КА SPOT, хранящегося в каталоге, разработанный модуль построил маску, рассчитал процентное содержание облачности и геометрическую концентрацию.

В заключении диссертационной работы приведены выводы и сформулированы основные результаты.

Замечания по диссертационной работе.

По диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. В тексте диссертации в разделе *научная новизна* не используются такие слова, как **впервые** предложен подход, разработан **новый** алгоритм и т.д. Автор указывает лишь на отличия от существующих алгоритмов.
2. В тексте диссертации используется термин *триангуляционная диаграмма*, а в тексте автореферата присутствует фраза *диаграммы триангуляции*. В классической литературе приняты термины *диаграмма Вороного* или *триангуляция Делоне*.
3. Утверждение в описании алгоритма вычисления значения геометрической концентрации объектов «*площадь треугольной области, образованной тремя геометрическими центрами областей, представляющих целевые объекты, находящихся на минимальном евклидовом расстоянии друг от друга*» является некорректным с точки зрения построения триангуляции Делоне.
4. В предложенном алгоритме оценки облачности для спутниковых данных не ясен физический смысл этого алгоритма.
5. В работе не рассмотрены требования к качеству ортокоррекции космоснимка. При этом распознаваемые объекты толщиной в несколько пикселей легко могут оказаться за пределами зон ожидаемого положения.
6. Из текста диссертации не ясно, как распознаются полосы вспашки шириной в 4 метра по космоснимкам с разрешением 6 метров на пиксел.
7. При апробации работы автор ссылается лишь на один эксперимент по идентификации противопожарной вспашки, что является недостаточным объемом для испытания программного комплекса.

Указанные замечания не снижают значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку представленной работы.

Публикации и апробация результатов диссертации.

Результаты исследований достаточно полно представлены в печати: по теме диссертации опубликовано 13 статей, из них 6 – в журналах, входящих в перечень

Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации в качестве изданий, рекомендуемых для опубликования научных результатов диссертации на соискание учёной степени кандидата и доктора наук, 2 свидетельства о регистрации программ, зарегистрированных в Российском реестре программ для ЭВМ.

Заключение.

Диссертационная работа Мальцева Евгения Алексеевича является законченной научно-квалификационной работой и соответствует требованиям пункта 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики.

Официальный оппонент,

старший научный сотрудник
лаборатории 4.1. Комплексных информационных систем
ИДСТУ СО РАН,
кандидат технических наук



Гаченко Андрей Сергеевич

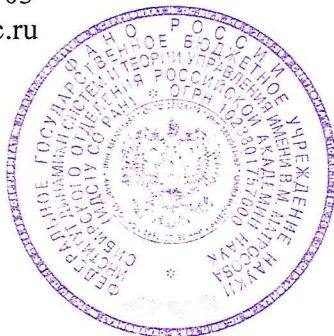
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова Сибирского отделения Российской академии наук (ИДСТУ РАН)

Адрес: 664033, Иркутск, ул. Лермонтова, 134, а/я 292

Телефон: (3952) 453103

E-mail: gachenko@icc.ru

«21» марта 2017 г.



Подпись заверяю
Нач. отдела делопроизводства
и организационного обеспечения
ИДСТУ СО РАН

 Г.Б. Кононенко

21.03.2017