

ОТЗЫВ
официального оппонента Кравцовой Валентины Ивановны
на диссертационную работу Медведевой Марии Андреевны
«Региональный мониторинг состояния заброшенных торфяников и зарастающих
лесом сельскохозяйственных угодий на основе мультиспектральных спутниковых данных»,
представленную в диссертационный совет Д 002.054.01 при ФГБУН
«Институт лесоведения Российской академии наук»
на соискание ученой степени кандидата биологических наук
по специальности 03.02.08 – Экология

Диссертационная работа Марии Андреевны Медведевой посвящена развитию методов дистанционного мониторинга земель, выведенных из хозяйственного оборота, – отработанных месторождений торфа и заброшенных сельскохозяйственных угодий.

Ее **актуальность** определяется значительным распространением в нашей стране с 1990-х годов отработанных торфяников, ставших пожароопасными, и заброшенных полей, зарастающих лесами, не оцененными в лесохозяйственном отношении, а также необходимостью их учета и контроля за их состоянием с использованием современных методов дистанционного зондирования и компьютерной обработки материалов аэрокосмических съемок.

Научная новизна заключается в разработке оригинальных методик регионального мониторинга неиспользуемых торфяников и сельскохозяйственных земель на основе применения многоспектральной съемки в определенных зонах спектра (показана необходимость среднего инфракрасного канала SWIR), выполнения требований по пространственному разрешению, срокам и повторяемости съемки, с рекомендациями по использованию методов автоматизированной обработки снимков и имеющегося программного обеспечения.

Работа проводилась в рамках ряда крупных российско-германских и международных проектов, при выполнении которых **личный вклад автора** заключался в подборе и компьютерной обработке всех используемых данных дистанционного зондирования, проведении экспериментов по поиску оптимального варианта решения задачи, а также в участии в полевых проверочных работах.

Структура и объем работы. Диссертация, изложенная на 126 стр., включает Введение, четыре главы, заключение, список литературы из 134 наименований (56 на английском языке), содержит 33 рисунка и 14 таблиц. Приложение включает описание выделенных при обработке классов земного покрова на заброшенных торфоразработках и статистику по соотношению этих классов в Московской области, выявленную за период мониторинга.

Во **Введении** в качестве цели и задач исследования поставлена разработка методики мониторинга по спутниковым данным неиспользуемых торфяников и зарастающих лесом сельскохозяйственных земель, развитие методов регионального анализа их состояния. Однако, сформулированные защищаемые положения много уже поставленной цели и сводятся к необходимости использования канала SWIR, рекомендациям по пространственному разрешению, периодичности и времени съемки.

В **главе 1 «Проблемы оценки состояния неиспользуемых антропогенно- нарушенных земель»** ярко показаны экологические проблемы, возникающие на неиспользуемых нарушенных землях – пожароопасность заброшенных полей торфодобычи, необходимость определения среди них приоритетных объектов для обводнения; отсутствие данных о реальных масштабах зарастания сельскохозяйственных угодий, типах появившихся насаждений, их лесохозяйственном и природоохранном значении.

На фоне хорошего понимания проблем, выделяется некомпетентностью **раздел 1.3** этой главы – обзор технических средств дистанционного зондирования, который содержит случайный набор сведений о дистанционных методах, изложенный бессистемно, с многочисленными неточностями («на базе космических аппаратов предоставляется возможность сбора и передачи набора диапазонов электромагнитного спектра», «космическое зондирование для определения ... предметов земной поверхности... при помощи распространяемых сигналов» с.17) и прямыми

ошибками. Особое внимание в этом разделе уделено радиолокационным методам, хотя они в данной работе не применяются. В *выводах по этой главе* третий вывод - о необходимости использования съемки в оптическом диапазоне с определенными характеристиками, никак не вытекает из раздела 1.3 и материалом 1 главы не обоснован.

В *главе 2 «Объекты и методы»* раздел 2.1 характеризует объекты исследования – торфоразработки в Национальном парке «Мещера» и в Московской области, а также сельхозполя Угличского района Ярославской области.

Раздел 2.2 «Формирование банка данных» автор сразу начинает с представления основного вида используемых материалов – снимков Landsat , ссылаясь на его преимущества, «показанные в главе 1», хотя в ней характеризуются в основном радарные и лидарные данные, а выбор снимков Landsat никак не обоснован. Снимки SPOT-6,7 автор исключает из рекомендуемых, как не имеющие канала SWIR, однако нигде в предыдущих разделах не рассматривает преимущества этого канала, не обосновывает его необходимости, хотя и делает его наличие одним из защищаемых положений. Представлены в работе и снимки Sentinel-2, как потенциально по своим характеристикам подходящие для решения поставленных задач, но также без обоснования.

В *разделе 2.3 «Используемые методы классификации спутниковых данных»* приведен перечень семи стандартных применяемых для обработки снимков пиксельных методов классификации; представлены также объектно ориентированные методы классификации с сегментацией изображения, различной в зависимости от требуемой степени генерализации. Никаких сравнительных оценок этих методов применительно к поставленным задачам не дается, а в *выводах по главе* сказано о возможности выбора метода исполнителем в зависимости от конкретной задачи, а также о возможности адекватного перехода от одного программного продукта к другому.

Центральная в работе, содержащая основной экспериментальный исследовательский материал – *глава 3 «Анализ состояния заброшенных торфоразработок»* начинается с перечня этапов работы, на основе которого можно было бы дать схему предлагаемой методики мониторинга состояния нарушенных земель (однако, этого не сделано).

В *разделе 3.1* для анализа состояния торфоразработок НП «Мещера» в разные годы выбраны майские и августовские снимки Landsat, и возникает вопрос о правомочности анализа межгодовых изменений растительности на основе сравнения снимков, отражающих разные фазы вегетации.

В этом разделе автор, наконец, обращается к анализу спектральной яркости шести выбранных для мониторинга видов объектов – к кривым их спектральной яркости и к анализу различимости этих видов в двумерном пространстве спектральных признаков (рис.3.1.2, 3.1.3), четко показывающему преимущества среднего инфракрасного диапазона SWIR для разделения сухого и влажного открытого торфа.

Поочередное опробование всех возможных алгоритмов классификации объектов по снимкам Landsat с последующей полевой проверкой результатов классификации и анализом матриц ошибок, которых пришлось построить десятки, выявило преимущества классификации с использованием метода минимальных расстояний. Попутно сделан важный вывод, что снимки Landsat обеспечивают оценку уровня потенциальной пожароопасности и выделение участков, требующих первоочередного обводнения.

Выбрав на примере анализа снимков Landsat подходящий метод классификации (минимальных расстояний), диссертант выполнила эксперименты по формированию набора обучающих данных и опробованию методов контролируемой классификации (минимального расстояния и объектно-ориентированных) для других рассматриваемых снимков - SPOT-5,6, Landsat-7,8, Sentinel-2 с оценкой качества классификации. В этих экспериментах, где для проверки точности классификации использовались сотни точек полевых наблюдений и построены десятки матриц ошибок, убедительно показаны преимущества наличия канала SWIR. Другой аспект – оценка пространственного разрешения. Показано, что хотя повышение разрешения улучшает результаты, но спектральные характеристики данных – наличие канала SWIR – оказываются важнее.

Оценка на основе учета матриц ошибок возможностей различных классификаторов – с обучением и с использованием деревьев и нейронных сетей – показала недостаточность последних.

На основе экспериментов продемонстрирована возможность альтернативного перехода с метода минимального расстояния в программе ERDAS на объектно-ориентированный метод с итеративной классификацией в программе ScanEx Image Processor, что важно для практической реализации мониторинга.

В *разделе 3.2*, посвященном торфоразработкам в Московской области, показано, что с опорой на методику, разработанную для НП «Мещера», можно вести мониторинг и по другим территориям, однако нигде эта методика четко не прописана. На примере Московской области видно, что мониторинг за ряд лет далеко не всегда обеспечен данными космической съемки; приходится прибегать к различным ухищрениям, используя и пригодные, и не очень пригодные снимки, но с близкими характеристиками, чтобы уловить динамику.

В *выводах по 3 главе* объявлено, что разработана методика использования мультиспектральных данных для мониторинга состояния заброшенных торфоразработок. Однако из массы экспериментального материала эта методика нигде четко не выделена, не сформулирована, нет схемы последовательности действий, конкретных рекомендаций по используемым материалам и методам обработки. В то же время достаточно ясно сказано о возможности использования данных различных многоканальных сканеров, но обязательно с каналом SWIR. Указана также альтернативная возможность использования для классификации объектов торфоразработок разных программ – ERDAS (метод минимального расстояния) и ScanEx Image Processor (объектно-ориентированный подход).

В *4 главе «Анализ состояния застраивающих сельскохозяйственных угодий»* изложены материалы эксперимента по определению зарастания лесом сельхозполей в Угличском районе Ярославской области. Место этого эксперимента среди аналогичных исследований, выполненных другими авторами и упомянутых в работе, не определено и достоинства перед ними не ясны. Стиль изложения – отчет о проделанной работе, без каких либо обоснований. Предложена многоэтапная методика классификации. Но почему выбран именно такой путь? Для каких районов годится эта методика? Какие другие снимки, кроме использованных, применимы для этих целей? – все эти вопросы в главе 4 не освещаются, а рекомендации по материалам для мониторинга застраивающих лесом сельхозземель, включенные в защищаемые положения, не обосновываются. Поэтому выводы по этой главе, утверждающие, что разработана методология (даже не методика, а методология!) оценки зарастания сельхозугодий по картографическим материалам и снимкам Landsat-7,8 при 2-х уровневой классификации и с использованием зимних снимков – не воспринимаются как относящиеся к заброшенным сельхоз полям вообще. Здесь скорее речь идет о результате хотя и вполне удачного, но частного конкретного эксперимента.

В *общих выводах* по работе подчеркивается перспективность и практическая реализуемость применения данных дистанционного зондирования в качестве основы для исследования антропогенно-нарушенных земель. В отношении дистанционных материалов четко указана неприменимость набора многоспектральных данных без канала SWIR и значительно менее четко определено рекомендуемое пространственное разрешение: «использование спутниковых данных с разрешением 30 м возможно, но не является достаточным». Очень важна также недостаточно четко выраженная рекомендация о возможности «составления временных рядов с применением серии однотипных приборов с близкой точностью конечного результата». Избыточно оптимистичным представляется вывод 5 о возможности прогноза динамики растительного покрова при изменении землепользования, а также возможности оценки появляющихся насаждений в контексте углеродного цикла и в качестве потенциального источника древесины и энергетического сырья.

Замечания к работе частично сделаны при оценке материала по главам. Выделим наиболее существенные.

1. Защищаемые положения, сформулированные на с.8, значительно уже поставленной цели – развития «методов регионального анализа состояния неиспользуемых осущененных торфяников и

зарастающих лесом сельскохозяйственных земель» и касаются только материалов дистанционных съемок (спектральных каналов, пространственного разрешения, сроков и повторяемости съемки).

2. Предложенная методика мониторинга антропогенно-нарушенных земель, хотя и вычитывается по тексту работы в ее разных разделах, но нигде не сформулирована в полном объеме – с охватом дистанционных материалов, методов их компьютерной обработки, необходимых наземных исследований, оценки точности. Нет блок-схемы, показывающей порядок действий, альтернативные варианты.

3. Для работы характерны нарушения логики изложения – заключения и выводы опережают экспериментальные материалы, из которых они следуют. Вывод о необходимости канала SWIR сделан в 1 главе, где об этом канале даже не говорится, во 2 главе с учетом этого вывода подбираются дистанционные материалы для мониторинга, и только в 3 главе из проведенных экспериментов вытекает необходимость этого канала.

4. В 1 главе, в разделе 1.3 при обзоре дистанционных средств оценки состояния нарушенных земель диссертант недостаточно квалифицированно излагает общие вопросы дистанционного зондирования (правда, этого от него и не требуется), а также допускает и прямые ошибки (С.18 - «первые радарные данные начали поступать с европейской системы ERS-2 и канадской Radarsat-1 с 1995 г», в то время, как американский Seasat работал уже в 1978 г., российский Космос-1500 в 1983 г., Алмаз в 1987 г., европейский ERS-1 в 1991 г.).

5. В главе 2 на схеме НП «Мещера» (рис.2.1.2) не указаны названия и номера участков торфоразработок, используемых в дальнейшем анализе, поэтому важные заключения об особенностях временной динамики, связанных с изменением увлажнения на массивах Островском, Мезиновском и др., положение которых неизвестно, для читателя теряют смысл.

6. В главе 3 большой раздел по НП «Мещера» (стр.48-72), не имеет внутренней рубрикации, что при разнообразии проведенных экспериментов затрудняет восприятие материала.

7. В разделе 3.1 при исследовании межгодовых изменений состояния растительности заброшенных торфяников используются снимки за разные годы, полученные в мае и августе, без какого либо объяснения, не помешают ли сезонные различия в состоянии растительности правильно судить о межгодовой динамике.

8. Отсутствуют ссылки на рисунки 3.1.4, 3.1.6 на стр.54, 55, а иллюстрируемые ими участки не названы.

9. В списке литературы отсутствуют фундаментальные работы по дистанционному зондированию Земли.

10. В списке опубликованных работ автора по теме диссертации все работы коллективные, от 6 до 18 авторов. Персональные работы диссертанта отсутствуют.

Несмотря на имеющиеся недостатки в построении диссертации и в представлении разработанной методики, в ней содержится огромный экспериментальный материал по опробованию всех возможных стандартных вариантов компьютерной обработки снимков в разных пакетах программного обеспечения; эксперименты выполнены применительно к значительному набору снимков, полученных различной многоспектральной съемочной аппаратурой подходящего для исследуемых объектов пространственного разрешения (опробовано 8 видов снимков). Ключевые объекты, для которых выполняется автоматизированное выделение их по снимкам, определены на основании полевых исследований, а результаты автоматизированной классификации проверены на местности по точкам наземного контроля (в НП «Мещера» их насчитывалось до 480). По результатам проверки созданы полные матрицы ошибок с расчетом точности классификации (в работе представлено более 20 матриц ошибок), анализ которых и позволил сделать выводы о необходимых спектральных каналах съемки, требованиях к разрешению снимков и времени съемки. Это дает возможность считать поставленную в работе задачу выполненной.

Работа отличается значительной научной новизной и практической значимостью. Диссертация написана хорошим литературным языком, хорошо оформлена и иллюстрирована.

Работа выполнялась по нескольким крупным международным и российским проектам, ее результаты докладывались на российских и международных конференциях, отражены в 13 публикациях, в том числе в 5 статьях в журналах из перечня ВАК.

Заключение. Диссертационная работа М.А.Медведевой «Региональный мониторинг состояния заброшенных торфяников и застраивающих лесом сельскохозяйственных угодий на основе мультиспектральных спутниковых данных» представляет собой законченное научно-квалификационное исследование. Работа актуальна, обладает научной новизной, содержащиеся в ней выводы и рекомендации достоверны и обоснованы. Основное содержание диссертации опубликовано в 13 научных работах, в том числе 5 статьях в журналах из перечня ВАК. Содержание автореферата соответствует содержанию и выводам диссертации.

Исходя из изложенного считаю, что представленная к защите диссертационная работа «Региональный мониторинг состояния заброшенных торфяников и застраивающих лесом сельскохозяйственных угодий на основе мультиспектральных спутниковых данных» соответствует критериям, которые установлены в пунктах 9 и 10 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 для ученой степени кандидата наук, а ее автор Медведева Мария Андреевна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08-Экология.

Официальный оппонент:

Кравцова Валентина Ивановна

Доктор географических наук по специальности 25.00.33-Картография

Ведущий научный сотрудник географического факультета Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова

Почтовый адрес: 119991, Москва, Ленинские горы, д.1, МГУ, Географический ф-т

Тел.(рабочий) 8-495-939-3420

Эл. адрес: valentinamsu@yandex.ru

Кравцов В.И.

В.И.Кравцова

Подпись руки Кравцовой В.И. заверяю:

Декан географического факультета, чл.-корр.

21.02.2018



С.А.Добролюбов