ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Зареи Саджад «Картографирование ландшафтов по данным спутникового термического зондирования и моделирования тепловых полей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 25.00.34 – «Аэрокосмические исследования Земли, фотограмметрия» (технические науки)

Задача информационного обеспечения мониторинга природопользования с целью расширения и актуализации базы геоданных, включающей формализованное и не формализованное деление территории картографирования, описание выделенных ландшафтных единиц параметрами сезонной изменчивости, температуры земной поверхности, и сезонной изменчивости нормализованного индекса растительности является актуальной научной проблемой. Решение данной проблемы возможно только с созданием современной методики автоматизированного дешифрирования разновременных материалов спутникового зондирования с целью геоинформационного картографирования ландшафтов, основанного на использовании интегрального показателя- индикатора состояния природно-ландшафтных ресурсов, так как именно автоматизированное дешифрирование природно-ресурсной космической информации обладает высокой оперативностью и объективностью и экономической эффективностью.

Экспериментальные исследования выполнены автором на примере аридного региона, расположенного на территории Ирана, который является ярким примером хрупкой экосистемы, подверженной значительным естественным (внешним) и антропогенным нагрузкам, для которой

критически важна реализация мер по оценке состояния природных ресурсов и выработке системы рационального и устойчивого управления данными ресурсами.

Основной задачей выполненного исследования являлась разработка методики автоматизированного дешифрирования разновременных материалов спутникового зондирования с целью геоинформационного картографирования ландшафтов, основанного на использовании интегрального показателя - индикатора состояния природно-ландшафтных ресурсов.

Для достижения поставленной цели решены следующие **основные задачи:**

1. Разработка методики формализованного деления исследуемой территории на типы элементарных поверхностей (в соответствии с требованиями к сельхозугодьям), параметризуемые сезонной изменчивостью значений вегетационного индекса *NDVI* и радиационной температуры земной поверхности.
2. Создание геобазы данных, включающей табличные и картографические представления динамики *Iind*, а также частных показателей вегетационного индекса *NDVI* и радиационной температуры земной поверхности за период 2011 - 2016 гг.
3. Разработка методики составления оценочных карт, отражающих варианты представления интегрального индикатора состояния природно-ландшафтных ресурсов провинции Хузестан Ирана для элементарных поверхностей, для территорий определенных видов землепользования, для административных районов.

Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка литературы включающего 171 наименования, в том числе 97

иностранных источников. В работе 136 страница текста, 25 рисунков, 17 таблиц.

Основные результаты диссертационного исследования изложены в 11 публикациях, из которых 8 представлены в рекомендованных ВАК России и/или входят в базы данных SCOPUS и Web of Science журналах и 3 научных докладов опубликованных в трудах международных конференций.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулирована цель и поставлены задачи исследования, описывается структура диссертации, и формулируются основные научные результаты выполненного исследования.

В первой главе рассмотрены основные характеристики орбит искусственных спутников Земли природно-ресурсного назначения и краткое описание аппаратуры дистанционного зондирования Земли, размещенной на борту космических аппаратов, приведены описания программных средств обработки материалов спутниковой съемки, изложены методы расчета оценочных многокритериальных показателей состояния подстилающих земных покровов. Приведен обзор научных работ по теме данной диссертационной работы. Представлено современное картографическое описание провинции Хузестан и ее географические особенности, включая климат, растительность, водоемы суши, характеристики сельскохозяйственных земель.

Во второй главе представлены методы предварительной обработки материалов спутниковой съемки, включая радиометрическую коррекцию, атмосферную коррекцию. Описана использованная автором методика построения мозаики снимков средствами ArcGIS. Описаны математические алгоритмы расчета и построения полей значений NDVI и температурных полей по 10 временным интервалам теплых периодов 2011 – 2016 гг.

Выполнено моделирование рельефа земной поверхности в границах провинции Хузестан (рис. 2.7) в соответствии с типизацией элементарных поверхностей (табл. 2.3). Описана, разработанная автором методика автоматизированного дешифрирования разновременных космических данных для картографирования состояния природно-ландшафтных ресурсов *Iind* провинции Хузестан Ирана по показателям сезонной изменчивости температуры земной поверхности ТЗП и вегетационного индекса NDVI.

В третьей главе представлены результаты географического деления территории провинции Хузестан по методике разработанной автором, изложена методика создания слоев картографической основы и значений частных показателей температуры земной поверхности ТЗП и NDVI для оценки состояния сельскохозяйственных угодий. Картографическая основа включает в себя: слой растровых копий топографических карт, слой космического цветного фотоизображения, предназначенный для обновления результатов топографического картографирования и слои моделирования рельефа. Приведены примеры созданных автором слоев картографической основы и слоев специального содержания оценочных карт.

В заключении изложены основные научные результаты диссертационного исследования, представлены рекомендации по практическому использованию методики оценочного картографирования состояния природно-ландшафтных ресурсов по данным спутниковой съемки радиационной полуденной температуры земной поверхности и пространственного распределения значений вегетационного индекса NDVI, и предложения по методике обработки данных спутникового зондирования с целью вычисления значений индекса *Iind*, позволяющего выполнить процедуры параметризации типов элементарных поверхностей с оценкой их представительности.

Научная новизна работы заключается в следующем:

Автором впервые разработана методика автоматизированного дешифрирования разновременных материалов спутникового термического зондирования Земли, позволяющая вычислять значения индекса состояния природно-ландшафтных ресурсов по данным многозональной космической съёмки в видимом и тепловом диапазонах спектра.

Автором впервые произведено формализованное деление территории провинции Хузестан исламской республики Иран с выделением 25 формализованных типов морфологических образований (операционных единиц), отличающихся по экспозиции и углу падения склона согласно требованиям к сельскохозяйственным угодьям.

На основании сравнительного анализа формализованных типов морфологических образований определена независимость сезонной изменчивости их радиационных температур и значений вегетативного индекса NDVI, фиксируемых на мультиспектральных изображениях Landsat с 16-суточным интервалом космической съемки (с мая по сентябрь).

На основе комплексного автоматизированного дешифрирования материалов тепловой спутниковой съемки и цифрового моделирования тепловых полей, впервые составлены авторские оригинальные карты отражающие состояние различных видов землепользования в провинции Хузестан исламской республики Иран.

Сформулированы требования к актуализации и накоплению базы геоданных при мониторинге состояния природно-ландшафтных ресурсов с использованием материалов спутникового зондирования земной поверхности, включая автоматизированное дешифрирование космических изображений.

Практическая значимость диссертационной работы.

Провинция Хузестан представлена территориями, отличающимися по ресурсному потенциалу, который может быть охарактеризован интегральной характеристикой, включающей главным образом показатели сельскохозяйственного использования земель. Поэтому, соответствующая оценочная карта интегральных характеристик отражает эффективность эксплуатации природно-ландшафтных ресурсов в целом. Кроме того, другие оценочные карты могут представлять, например, долевое участие в интегральном показателе угодий пастбищного животноводства, пахотных площадей выращивания зерновых агрокультур, фруктовых плантаций и т.д. Такая природно-ресурсная информация позволяет составлять схемы территориального планирования, предусматривающие инженерное обустройство землевладений в границах, как отдельных сельских муниципальных образований, так и в пределах отдельных хозяйствующих субъектов - природно-хозяйственных систем.

Достоверность основных положений и выводов диссертационной работы достигается:

– применением корректных алгоритмов статистической обработки исследуемых автором температурных и тепловых полей;

– применением дисперсионного анализа для обработки экспериментальных данных, с использованием критерия Шеффе, предусматривающим формулирование критериев правомерности принятия нулевой или альтернативной гипотезы;

– использованием статистически значимых объемов данных инструментальных режимных метеонаблюдений;

– проведением автором компьютерных экспериментов по реализации геоинформационного моделирования.

Замечания по диссертации

В ходе изучения диссертационной работы выявлено что:

1.В работе не рассмотрены особенности российских съемочных систем работающих с тепловыми диапазонами электромагнитных волн, и не проведено их сравнение с американскими системами Landsat 7 и 8.

2.Текст диссертации содержит опечатки, стилистические и грамматические ошибки.

3.Лучше было бы, если бы площадки полевых работ (см. таблица 2.6 диссертации) были показаны на карте провинции Хузестан.

4.Не представлены направления дальнейших исследований.

Указание замечания по работе не снижают ее значимости и большая часть из них, может рассматриваться скорее как рекомендации по дальнейшему развитию исследований, проведенных в диссертации.

Общая оценка диссертационной работы

В целом диссертация Зареи Саджад является законченной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором научных исследований разработаны новые теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как решение научной задачи картографирования ландшафтов по тепловым данным спутникового зондирования Земли. Диссертационная работа выполнена на научном уровне, достаточном для кандидатской диссертации. Полученные автором результаты достоверны, обладают признаками научной новизны. Структура диссертации соответствует целям и задачам исследования.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертация соответствует требованиям п.4. и п. 5. Положения о присуждении учёных степеней, а её автор Зареи Саджад заслуживает

присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 25.00.34 – Аэрокосмические исследования Земли, фотограметрия (технические науки).

Официальный оппонент, доктор технических наук, профессор, заместитель директора НИИ «АЭРОКОСМОС» по научной работе (специальность 04.00.22 – геофизика,05.25.02.-безопасность в чрезвычайных ситуациях)

Шахраманьян Михаил Андраникович

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт аэрокосмического мониторинга «АЭРОКОСМОС»(НИИ «АЭРОКОСМОС»)

105064, Москва, Гороховский пер. 4

office@aerocosmos.info

7283763@mail.ru

+7(901) 528-37-63, +7(495) 632-16-54, +7(495) 632-17-19

Подпись Шахраманьяна М.А.

заверяю