

30.03.2017 № 4-25/329

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский
национальный исследовательский



университет информационных
технологий, механики и оптики»,
д.т.н., профессор

В. О. Никифоров

2017 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

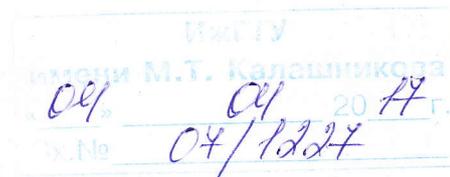
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики» (Университет ИТМО)

на диссертационную работу Соловьевой Александры Николаевны
на тему «Разработка и исследование методики автоматизированного дешифрирования
аэрокосмических снимков на основе многослойной семантической сети изображения»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации
(в науке и технике)

На отзыв ведущей организации представлены диссертация автора (основной текст,
список литературы из 108 наименований, 2 приложения; основной текст изложен на 177
страницах) и автореферат (на 23 страницах, включая список работ, опубликованных
автором по теме диссертации). По результатам анализа представленных материалов
можно отметить следующее.

1. Актуальность темы диссертационного исследования

Ключевым этапом решения задач составления и обновления топографических и
тематических карт, в том числе малоизученных и труднодоступных районов, является
дешифрирование объектов и особенностей местности на аэро- и космических снимках,
полученных в ходе дистанционного зондирования. Полная автоматизация этого процесса
представляет сложность ввиду необходимости учитывать множество взаимосвязанных
признаков, непосредственно характеризующих как визуальные свойства объектов
местности, так и их относительное расположение.


ИТМО
Инициалы М.Т. Калашникова
04/20/17
№ 04/1224

Существующие инструменты автоматизированного дешифрирования в современных ГИС учитывают при обработке и анализе снимков спектральные характеристики точек растра либо спектральные, текстурные и геометрические характеристики элементов (контуров, цветовых областей), не учитывая взаимосвязи между объектами, представленными на изображении. Это сужает доступный оператору инструментарий дешифровочных признаков, каждый из которых несет значительный объем информации изображения. Так, с помощью существующих алгоритмов сложно формализуются такие дешифровочные признаки, как форма объектов, образованный ими рисунок и структура сложных объектов, а также пространственные отношения между ними и отношения сравнения.

Актуальна разработка методики автоматизации дешифрирования, позволяющей учитывать в явном виде прямые и косвенные дешифровочные признаки объектов местности, предоставляющей возможность проконтролировать процесс логического вывода, а именно, как и чем обусловлен вывод о свойствах объекта на изображении. Для анализа отношений между изображенными объектами необходима явная формализация структуры изображения и знаний об изображенных объектах, которую удобно реализовать с помощью семантических сетей. Моделирование таких дешифровочных признаков, как рисунок и текстура, образованная объектами, предполагает обращение к нескольким уровням абстракции, настроенными над уровнем отдельных пикселей изображения (слоям семантической сети).

Вышесказанное подтверждает актуальность темы диссертации как с научной, так и с практической стороны.

2. Научная новизна результатов диссертационной работы

Ряд результатов диссертационной работы характеризуются научной новизной, в частности:

- разработана модель изображения, отличающаяся представлением иерархически структурированных формализованных описаний границ цветовых областей в виде многоуровневой семантической сети, позволяющей интерпретировать описания формы цветовых областей в терминах предметной области;
- разработан новый алгоритм формирования границы текстурного объекта для перехода от низкоуровневых характеристик изображения к дешифровочному признаку формы, отличающийся способом детализации выпуклого многоугольника;
- разработана методика автоматизированного дешифрирования аэрокосмических снимков, использующая, помимо статистических характеристик, параметры формы

объектов, аппарат классической и нечеткой логики, отличающаяся возможностью выполнять и интерпретировать запросы о значениях дешифровочных признаков от оператора-дешифровщика или программной системы, выполняющей анализ изображения.

3. Достоверность и обоснованность полученных результатов исследования

Достоверность и обоснованность полученных результатов обеспечиваются использованием реальных исходных видеоданных и информации о свойствах объектов соответствующей местности, корректным использованием методов системного анализа, теории множеств, теории графов, формальной логики, нечеткой логики, аналитической геометрии и линейной алгебры. Выполнена оценка релевантности применяемых формул расчета значений визуальных характеристик объектов изображения, которая составила 84% для простых и 71% для текстурных объектов.

Разработанная автором программная система семантического кодирования изображений была испытана на космических снимках Landsat-7 и снимках, полученных с помощью сервиса «Google Планета Земля». Выполнено сравнение результатов дешифрирования снимков в разработанной системе с результатами ручного дешифрирования изображений экспертами, которое не обнаружило противоречий. Полученные высокие значения показателей точности (92%) и полноты (93%) выделения значимых объектов в системе, реализующей предложенную методику, и то, что эти результаты согласуются с аналогичными показателями существующих систем, подтверждают достоверность заявленных теоретических положений.

4. Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость диссертационной работы определяется разработанными формализованной моделью изображения в виде многоуровневой семантической сети и методикой автоматизированного дешифрирования аэрокосмических снимков, позволяющими сопоставить низкоуровневым характеристикам изображения иерархически структурированный комплекс высокоуровневых понятий.

Практическую значимость имеет разработанная автором диссертационной работы программная система семантического кодирования изображений, предназначенная для автоматизации дешифрирования аэрокосмических снимков. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Выполнена оценка точности классификации и полноты выделения значимых объектов на снимках с помощью

разработанной системы, которые составили 92% и 93% соответственно. Эти результаты сопоставлены с показателями, полученными в аналогичных исследованиях других авторов, проведенных для существующих систем анализа аэрокосмических снимков. Разработанная автором система позволяет получать результаты, сопоставимые с возможностями аналогичных существующих систем, и при этом позволяет извлекать дополнительные характеристики объектов на анализируемых снимках.

Результаты диссертации использованы:

– в рамках госбюджетной работы № 4043 Госзаказ МОиН на 2012 год по теме «Разработка и экспериментальное исследование системы аэрокосмического и геоинформационного мониторинга для визуализации результатов геоэкологических исследований северных экосистем»;

– на кафедре «Автоматизированные системы обработки информации и управления» ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М. Т. Калашникова» для проведения практических занятий и оценки знаний студентов при изучении дисциплин «Геоинформационные системы» и «Геоинформационные системы и технологии».

5. Рекомендации по использованию результатов и выводов

Разработанная формализованная модель изображения в виде иерархической семантической сети может быть использована при решении задач, связанных с автоматическим дешифрированием аэрокосмических снимков и поиском изображений по содержанию.

Целесообразно применение разработанной автором программной системы семантического кодирования изображений, реализующей предложенную методику автоматизированного дешифрирования, для выявления и анализа визуальных свойств объектов местности, изображенных на аэрокосмических снимках, на этапе формирования цифровой карты. Программная система позволит выполнять автоматическое выделение и оконтуривание объектов местности (водоемов, лесов, населенных пунктов и др.), интерпретировать запросы оператора об их свойствах (вид и возраст деревьев, величина разлива реки и др.), в том числе отслеживать изменения во времени. Система позволит более надежно интерпретировать аэрокосмические снимки и обеспечить объективность дешифрирования.

6. Оценка структуры и содержания работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложений.

Во **введении** приведена актуальность работы, сформулированы цель и задачи исследования, представлены научная новизна и практическая значимость работы, приведены положения, выносимые на защиту, дано краткое содержание работы по главам.

В **первой главе** содержится аналитический обзор существующих методов автоматизированного дешифрирования. Приведен обзор подходов к представлению содержания изображения с помощью графов, обзор существующих алгоритмов оконтуривания объектов путем построения невыпуклой оболочки набора точек. По результатам обзора сформулированы цель и задачи диссертационного исследования.

Во **второй главе** представлена формализованная модель содержания изображения, включающая растровую и векторную информацию, а также многоуровневую семантическую сеть, уровни которой соответствуют простым, текстурным и значимым объектам изображения. Приведен пример построения многоуровневой семантической сети по космическому снимку. Описаны типы запросов к семантической сети, позволяющие получать описание изображения.

В **третьей главе** рассматривается методика автоматизированного дешифрирования аэрокосмических снимков на основе нечеткой логики, позволяющей моделировать неоднозначность интерпретации объектов изображения. Приведены формулы расчета количественных значений признаков дешифрирования простых и текстурных объектов, описан переход к соответствующим качественным характеристикам. Представлен алгоритм формирования границы текстурного объекта путем построения невыпуклой оболочки множества точек, алгоритм выделения значимых объектов на снимке.

В **четвертой главе** рассматривается построение и реализация программной системы семантического кодирования изображений, основанной на предложенной формализованной модели содержания изображения и методике автоматизированного дешифрирования. Приводятся результаты экспериментов по оценке релевантности используемых формул расчета значений характеристик простых и текстурных объектов изображения, по оценке точности, полноты и вероятности пропуска значимых объектов на снимке. Представлены результаты сравнения показателей разработанной системы с аналогичными показателями существующих систем объектно-ориентированного анализа аэрокосмических снимков, полученными другими авторами.

В **заключении** приведены основные результаты и выводы, полученные в ходе исследования, которые подтверждают достижение цели диссертационного исследования: повышение достоверности автоматического дешифрирования объектов местности по прямым и косвенным дешифровочным признакам.

В приложениях приводятся описание применения разработанных модели и методики в задаче синтеза словесного портрета человека по фотографиям, акты о внедрении результатов диссертационной работы.

7. Соответствие паспорту специальности

Содержание диссертации соответствует требованиям паспорта специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в науке и технике). Область исследований соответствует следующим пунктам паспорта специальности:

- п. 4. Разработка методов и алгоритмов решения задач системного анализа, оптимизации, управления, принятия решений и обработки информации;
- п. 7. Методы и алгоритмы структурно-параметрического синтеза и идентификации сложных систем;
- п. 12. Визуализация, трансформация и анализ информации на основе компьютерных методов обработки информации.

8. Замечания по диссертационной работе

1. В тексте не приведено четкое обоснование выбора семантической сети в качестве формы представления модели изображения.
2. Декларированное соискателем применение методов системного анализа в основном тексте работы в явном виде как таковое не упоминается, хотя фактически эти методы действительно используются.
3. Представленное в диссертационной работе сопоставление параметров разработанной программной системы с аналогичными параметрами известных систем дешифрирования аэрокосмических снимков выполнено не вполне корректно, поскольку параметры сравниваемых систем были получены при использовании различающихся выборок тестовых изображений.

Указанные замечания не снижают ценности выполненного научного исследования.

9. Заключение

Диссертация Соловьевой Александры Николаевны, представленная на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в науке и технике), является законченной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне.

В работе содержится решение задачи развития алгоритмов машинного построения формализованного описания изображений, имеющей существенное значение для совершенствования методов системного анализа изображений как сложных систем и управления принятием решений на основе графической информации.

Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Стил ь изложения диссертации четкий и ясный, работа грамотно и аккуратно оформлена. Каждая глава диссертации завершается обстоятельными выводами.

Основные результаты диссертации достаточно полно отражены в 12 публикациях, в том числе в пяти изданиях из перечня, рекомендованного ВАК при Минобрнауки РФ, и в издании, индексируемом в системе цитирования Scopus. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Диссертационная работа отвечает требованиям Положения о присуждении ученых степеней от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Соловьева Александра Николаевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (в науке и технике).

Отзыв обсужден и одобрен на заседании кафедры компьютерной фотоники и видеоинформатики ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики» «27» марта 2017 г. (протокол № 3).

Зав. кафедрой компьютерной
фотоники и видеоинформатики
д. т. н., профессор



И. П. Гуров

Контактные данные

Почтовый адрес: Университет ИТМО, Кронверкский пр., д. 49, Санкт-Петербург, 197101

Телефон: (812) 232-97-04 (общий отдел)

e-mail: vasilev@mail.ifmo.ru

Исполнил Луцив В.Р., проф. каф. КФиВИ

Тел. +7 921 912 6293