

МИНОБРНАУКИ РОССИИ



ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
**ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**  
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИВТ СО РАН)

Проспект Академика Лаврентьева, д. 6, г. Новосибирск, 630090  
Тел.: +7 (383) 330-6150, факс: +7 (383) 330-6342, e-mail: ict@ict.nsc.ru  
ОКПО 05222159, ОГРН 1025403650920, ИНН/КПП 5408105390/540801001

От \_\_\_\_\_ № 15312-

УТВЕРЖДАЮ

на № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Директор ИВТ СО РАН

д.ф.м.н., профессор

Сергей Григорьевич Черный



\_\_\_\_\_ 2020 г.

## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу  
Сафоновой Анастасии Николаевны  
«Методы машинного обучения при обработке изображений  
сверхвысокого пространственного разрешения на примере  
задач классификации растительности», представленную на соискание  
ученой степени кандидата технических наук по специальности  
05.13.17 – «Теоретические основы информатики»

На отзыв представлены: диссертация на 104 страницах машинописного текста, включая 35 рисунков и 10 таблиц; автореферат диссертации на 24 страницах, включая список из 13 публикаций автора по теме диссертации, в том числе 2 статьи в журналах, рекомендованных ВАК.

**Актуальность темы выполненной работы.** В настоящее время сверточные нейронные сети (СНС) активно внедряются в различные сферы человеческой деятельности, однако многие проблемы, связанные с их использованием еще далеки от окончательного решения. В частности, при решении прикладных задач в условиях недостаточного качества и малого объема обучающих выборок СНС не позволяют достичь требуемых показателей качества классификации.

В диссертационной работе Сафоновой А.Н. предложены оригинальные методы и методики, основанные на использовании сверточных нейронных сетей,



для классификации повреждений растительности по RGB и мультиспектральным изображениям сверхвысокого пространственного разрешения, обеспечивающие высокое качество классификации в условиях малых выборок и ограниченного количества спектральных каналов. Поэтому актуальность темы диссертационной работы Сафоновой А.Н. и ее практическая значимость не вызывают сомнений.

**Структура и содержание диссертационной работы.** Диссертация Сафоновой А.Н. состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и трех приложений.

Во *введении* обосновывается актуальность темы, формулируются цели, задачи исследования, практическая значимость полученных результатов, результаты, выносимые на защиту, дается краткое содержание работы по главам.

В *первой главе* производится анализ развития СНС применительно к задачам обработки данных дистанционного зондирования Земли, дан обзор существующих в мире работ с применением современных нейронных сетей, указаны их преимущества и недостатки. Сформулированы основные задачи исследования и обоснована необходимость разработки новых и модернизации известных СНС для решения задач классификации объектов на изображениях.

*Вторая глава* посвящена разработке алгоритмов и архитектуры СНС для обработки изображений сверхвысокого пространственного разрешения. Приводится описание алгоритма построения и искусственного увеличения обучающей выборки, новой архитектуры СНС, методики формирования контрольной выборки. Предлагается модификация сверточной нейронной сети Mask R-CNN и метрика оценки эффективности.

В *третьей главе* приводятся результаты экспериментального применения разработанной архитектуры СНС. Представлено описание тестового участка и использованных данных ДЗЗ, а также процесса подготовки обучающего и тестового набора данных. Приводятся результаты, полученные в ходе обучения сети и результаты ее тестирования.

В *четвертой главе* представлены экспериментальные исследования модифицированного алгоритма сегментации изображений сверхвысокого пространственного разрешения. Глава содержит описание тестового участка и материалов ДЗЗ, формирование набора данных для обучения и результаты экспериментов.

В *заключении* диссертационной работы приведены выводы и сформулированы основные результаты. Приведен список использованных сокращений. Список литературы содержит 111 наименований.



В *приложении А* приведены фрагменты исходного кода программы реализации алгоритмов и методики, предложенных в исследовании. В *приложение Б* выносятся результаты тестирования современных СНС. В *приложении В* представлена справка о внедрении результатов исследований в учебный процесс.

**Научная новизна работы.** Новизна результатов диссертационной работы Сафоновой А.Н. заключается в следующем.

1. Разработана новая архитектура СНС, обученная в условиях малых выборок на искусственно увеличенном наборе данных ДЗЗ и позволяющая автоматически классифицировать размеченные категории повреждения растительности на трехканальных цветных изображениях сверхвысокого пространственного разрешения.

2. Разработана новая методика формирования контрольной выборки, отличающаяся более высокой степенью автоматизации, позволяющая локализовать категории повреждения растительности на трехканальных цветных изображениях сверхвысокого пространственного разрешения в условиях малых выборок, с целью ускорения процесса подготовки тестируемого набора данных.

3. Получена модификация алгоритма сегментации растительности на основе СНС ResNet50 и ResNet101, отличающаяся уникальным подбором параметров, включением искусственного увеличения размеченного набора данных, позволяющая строить маски регионов объектов на изображениях сверхвысокого пространственного разрешения в условиях малых выборок.

**Достоверность основных научных положений, выводов и рекомендаций.** В работе использованы методы предварительной обработки данных ДЗЗ, методы искусственного увеличения объема обучающей выборки, методы машинного обучения, ГИС-технологии, методы математической статистики. Используемые в диссертации методы теоретических исследований научно обоснованы. Достоверность полученных результатов и выводов обеспечивается правильным выбором соответствующего задачам математического аппарата, корректностью проведенных выкладок, адекватностью моделей, сопоставимостью полученных результатов с имеющимися современными теоретическими и экспериментальными данными, полученными другими исследователями, публикациями в рекомендованных ВАК РФ научных журналах, апробацией на российских и международных конференциях, а также сопоставлением результатов, полученных теоретически и экспериментально.



**Научная и практическая значимость диссертации.** Разработанные методы машинного обучения позволяют улучшить численные показатели при обработке изображений сверхвысокого пространственного разрешения на примере задач сегментации, классификации и категоризации характера повреждения растительности, а также могут быть использованы в системе мониторинга лесного и сельского хозяйства с применением беспилотных летательных аппаратов. Предложенные в работе модели и алгоритмы могут быть использованы для развития методов построения и применения сверточных нейронных сетей в условиях малых выборок.

**Полнота опубликования научных результатов и апробация.** По теме диссертации опубликовано 13 работ, в том числе 2 статьи в журналах, включенных в перечень ВАК, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук, 4 статьи в журналах, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science. Результаты работы докладывались на научных конференциях международного и всероссийского уровня. Все полученные новые результаты диссертационного исследования достаточно полно отражены в опубликованных работах.

**Замечания по содержанию диссертации.**

1. Ни в диссертации, ни в автореферате не указан личный вклад автора.
2. В диссертации используется термин “сверхвысокое пространственное разрешение”, однако общепринятое определение этого термина в настоящее время отсутствует, а автор не поясняет, что под этим термином подразумевается в данной работе.
3. Отсутствует оценка точности предложенной автором методики формирования контрольной выборки для локализации категорий повреждения растительности.
4. Неясно, почему задача сегментации оливковых деревьев при наличии четырех спектральных каналов изображения решается с использованием максимум трех каналов.
5. Не проведено сравнение полученных результатов классификации и сегментации с классическими методами машинного обучения (не основанными на сверточных нейронных сетях).
6. Отсутствуют системные требования для эксплуатации разработанного автором диссертации программно-алгоритмического инструментария.



## **Заключение.**

Отмеченные выше недостатки не носят принципиального характера и не снижают общей положительной оценки работы.

Работа Сафоновой А.Н. выполнена на высоком научно-техническом уровне и написана грамотным научным языком. Содержание диссертации достаточно полно представляет научные исследования и практические разработки, проведенные автором. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации и отражает основные результаты исследований.

Достоверность результатов работы не вызывает сомнений, сами результаты достаточно полно опубликованы и известны специалистам в области обработки данных дистанционного зондирования. По своему содержанию работа соответствует паспорту специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики, а именно п. 5 – «Разработка и исследование моделей и алгоритмов анализа данных, обнаружения закономерностей в данных и их извлечение, разработка и исследование методов и алгоритмов анализа текста, устной речи и изображений»; п. 7 – «Разработка методов распознавания образов, фильтрации, распознавания и синтеза изображений, решающих правил. Моделирование формирования эмпирического знания».

Таким образом, диссертация Сафоновой А.Н. имеет внутреннее единство и является завершенной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение важной научно-технической задачи: разработки методов машинного обучения при обработке изображений сверхвысокого пространственного разрешения в условиях малых выборок по искусственно увеличенным данным на примере задач сегментации, классификации и категоризации характера повреждения растительности.

По своей актуальности, научной новизне, объему выполненных экспериментальных исследований и практической значимости, представленная работа соответствует п.9 "Положения о присуждении учёных степеней" постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.17 – Теоретические основы информатики, а её автор Сафонова Анастасия Николаевна достойна присуждения учёной степени кандидата технических наук по указанной специальности.

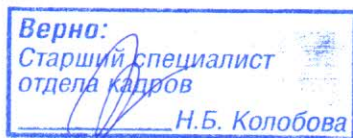
Отзыв на диссертацию обсужден и одобрен на научном семинаре лаборатории аэрокосмического мониторинга и обработки данных (совместно с АлтГУ) (протокол № 2 от 11 февраля 2020 г.).

Пестунов Игорь Алексеевич,  
кандидат физико-математических наук, доцент,  
ведущий научный сотрудник,  
и.о. заведующего лабораторией аэрокосмического мониторинга и  
обработки данных (совместно с АлтГУ),  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт вычислительных технологий  
Сибирского отделения Российской академии наук (ИВТ СО РАН),  
Россия, 630090, г. Новосибирск, пр-т Академика Лаврентьева, 6.  
Телефон: +7(383) 334-91-55  
Эл. почта: [pestunov@ict.sbras.ru](mailto:pestunov@ict.sbras.ru)

Подпись \_\_\_\_\_

И.А. Пестунов

11.02.2020 г.



11.02.2020

