



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)

ул. Профессора Попова, д.5, Санкт-Петербург, 197376
Телефон: (812) 234-46-51; факс: (812) 346-27-58; e-mail: info@etu.ru; <https://etu.ru>
ОКПО 02068539; ОГРН 1027806875381; ИНН/КПП 7813045402/781301001

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

д.т.н., профессор

В.А. Тупик

2021 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бобровского Алексея Ивановича на тему
«Теоретические основы синтеза методов и алгоритмов адаптивной обработки
видеоинформации в космических системах наблюдения динамических сцен»,
представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по
специальности 2.3.1 – Системный анализ, управление и обработка информации

Автоматическая сегментация изображений многих объектов интереса является перспективным направлением исследований в области интеллектуальных видеоинформационных систем. При этом селекция объектов интереса является проблемой, которая решается в каждом конкретном случае специфическим образом, но всегда должно учитывать роль векторов движения объектов и фоновых образований. Одним из главных направлений развития прикладных телевизионных систем, используемых для контроля различных технологических процессов, является повышение уровня их интеллектуальности для расширения рабочего диапазона условий применения и повышения эффективности контроля в реальном масштабе времени. Поэтому диссертационная работа Бобровского А. И., посвященная развитию теоретических основ синтеза методов и алгоритмов адаптивной обработки видеоинформации в космических системах наблюдения динамических сцен с целью расширения границы чувствительности бортовых видеоинформационных систем (ВИС), увеличения дальности обнаружения космических аппаратов (КА) на фоне звезд и повышения качества информации, выдаваемой потребителю на всех этапах наблюдения от обнаружения до стыковки (обслуживания), выполнена на

актуальную тему. В автореферате приведено развернутое и аргументированное обоснование актуальности тематики диссертационных исследований.

Соискатель, как следует из автореферата, корректно сформулировал решаемую в диссертации **научно-техническую проблему**, существование которой связано с появлением КМОП-фотоприемных матриц с возможностью управления параметрами формируемых цифровых изображений, необходимостью создания эффективных бортовых оптико-электронных систем технического зрения для перспективных приложений и недостаточной разработанностью теории синтеза адаптивных ВИС для космических систем орбитального обслуживания пассивных КА и их обломков. Проблема, которую решает автор, связана с анализом признаков и функции принадлежности блоков кластерам на начальном этапе кластеризации при неизвестном числе кластеров – в первом приближении кластеров спутников, звёзд и дефектов фотоприемной матрицы.

Научная новизна и практическая значимость результатов диссертационного исследования, как следует из автореферата, определяется следующими положениями.

1. Разработана концепция адаптации параметров ВИС, опирающаяся на принцип С. П. Королева итерационного сближения КА, а также принцип доминантной информации, сформулированный научной школой НИИ Телевидения, позволяющая значительно увеличить дальность обнаружения и уменьшить погрешность оценивания пространственно-временных координат объекта интереса.

2. Разработаны метод и алгоритм управления кадровой частотой фотоприемной матрицы (ФПМ) на основе гистерезиса пороговых ограничений и введенной численной оценки величины «скоростного смаза» движущегося объекта интереса, формируемых в ходе обнаружения целевого объекта на большой дальности, что в совокупности позволяет существенно расширить горизонт чувствительности системы.

3. Разработаны новые метод и алгоритм обнаружения и классификации изображений КА на фоне изображений звезд, основанный на использовании на модификации сверточной нейронной сети YOLO v2, осуществляющей обработку фрагмента изображения большого размера с высокой достоверностью.

4. Разработан новый метод кодирования источника в адаптивной ВИС, опирающийся на критерий минимума взвешенной среднеквадратической ошибки с различными весами ошибки передачи изображения объекта и фона, позволяющий значительно сократить требуемую скорость передачи видеoinформации.

Практическая значимость результатов диссертации так же заключается в том, что разработанные автором теоретические основы синтеза адаптивных ВИС для космических систем орбитального обслуживания пассивных КА и их обломков, как следует из автореферата, позволяют проектировать перспективные прикладные

телевизионные системы, имеющие расширенный рабочий диапазон дальностей обнаружения и безопасного сближения с обслуживаемыми объектами.

Теоретическая значимость полученных автором результатов, как следует из автореферата, обоснована следующими положениями:

1) предложена оригинальная концепция построения адаптивных космических ВИС;

2) введены важные понятия горизонта крупной детали и границы своевременной реакции, разделяющие различные методы адаптации кадровой частоты;

3) разработаны новые результативные методы и алгоритмы управления кадровой частотой и разрешением фотоприемной матрицы с использованием гистерезиса для разных дистанций и динамических свойств наблюдаемых космических сцен;

4) предложены новые методы и алгоритмы обнаружения КА на фоне звезд, реализуемые в прикладных телевизионных системах наблюдения динамических космических сцен;

5) изложены результативные методы параметрического синтеза контуров управления ВИС наблюдения динамических космических сцен.

Полученные результаты прошли широкую **апробацию** на научно-технических конференциях и с достаточной полнотой **опубликованы** в рецензируемых изданиях, в том числе, включённых в международные базы цитирования Scopus и Web of Science. Автор диссертации имеет 7 публикации без соавторов в рецензируемых научных изданиях, что свидетельствует о значительном личном вкладе Бобровского А.И. в получении результатов рассматриваемого исследования.

Достоверность полученных результатов подтверждается результатами имитационного моделирования работы адаптивной ВИС с использованием натуральных изображений космических динамических сцен.

Судя по автореферату, в диссертации имеются отдельные **недостатки**:

1) Одна из основных задач, которую решает автор, - это обнаружение объектов интереса на сложном фоне. Для оценки эффективности решения задачи обнаружения существуют общепринятые метрики, а именно, вероятность ошибки первого и второго рода, под которыми в рамках задачи обнаружения понимают вероятность принятия шумов за цель (объект интереса) и вероятность пропуска цели (объекта

интереса), соответственно. Из текста автореферата недостаточно понятно, почему автор не использует эти общепринятые метрики, и что автор понимает под введенными им терминами: максимальной достоверностью классификации стр. 7 Автореферата, высокой достоверностью обнаружения стр. 6 Автореферата и др.

2) На рис. 5 стр.13 Автореферата приведены экспериментальные данные, иллюстрирующие зависимость суммарного нормированного сигнала межкадровой разности от расстояния. Эти экспериментальные данные рассматриваются автором, как подтверждение аналитического вида зависимости предложенного на стр. 13, формула 3. Из текста автореферата недостаточно ясно, применял ли автор аппарат регрессии для оценки адекватности экспериментальных данных введенной им модели, рассчитывались ли дисперсии адекватности и воспроизводимости, и удовлетворяют ли полученные экспериментальные данные гипотезе об адекватности предложенной аналитической модели.

3) Как следует из текста автореферата глава 3 посвящена параметрическому синтезу подсистемы видеоинформационной системы, ответственной за обнаружение сигнала объекта интереса и его селекцию на фоне звёзд. Как указывает автор, «важным результатом экспериментальных исследований явилась оценка порогового значения времени накопления, необходимого для надёжного различения сигналов по признаку «скоростного смаза». К сожалению, в тексте автореферата нет никаких данных о том, какие именно значения вероятностей ошибки первого и второго рода обеспечивает предложенный метод и что именно автор понимает под надёжным различением сигналов.

Отмеченные недостатки не снижают общей положительной оценки результатов диссертационного исследования.

Выводы:

1. Диссертация Бобровского А.И., судя по автореферату, является законченной научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная научно-техническая проблема, носящая теоретико-прикладной характер и имеющая важное хозяйственное значение для космической отрасли.

2. Результаты диссертации соответствуют паспорту специальности 2.3.1. – Системный анализ, управление и обработка информации, обладают научной новизной, теоретической и практической значимостью.

3. Диссертация соответствует критериям, предъявляемым к докторским диссертациям по п. 9–14 Положения о присуждении учёных

степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года, № 824, а ее автор Бобровский Алексей Иванович заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 2.3.1. – Системный анализ, управление и обработка информации.

И.о. декана факультета радиотехники и телекоммуникаций,
заведующая кафедрой телевидения и видеотехники
доктор технических наук, доцент



Н.А. Обухова

Доцент кафедрой телевидения и видеотехники
кандидат технических наук, доцент



А.А. Мотыко

Подписи д. т. н. Н. А. Обуховой и к.т.н. А. А. Мотыко заверяю.

Начальник отдела кадров



П.А. Бутенко