

## УТВЕРЖДАЮ

Заместитель начальника  
Военного учебно-научного центравоенно-воздушных сил  
«Военно-воздушная академия  
им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»  
кандидат технических наук, доцент

А. Нагалин

«30» августа 2018 г.

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Ржаниковой Елены Дмитриевны на тему: «Метод сокращения времени передачи цифрового видео с микробеспилотных летательных аппаратов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения»

**Актуальность темы диссертационного исследования.** В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) находят применение для решения широкого круга задач как в военной, так и гражданской области. Наиболее распространенными целевыми нагрузками на БПЛА по-прежнему являются средства получения фото и видео информации. Реализация передачи такой информации в высоком разрешении по радиоканалу с борта БПЛА на наземный пункт управления связана с необходимостью использования ресурсоемких алгоритмов сжатия данных. В случае миниатюрных БПЛА (с массой, не превышающей 200 грамм) ограничения на энергопотребление и массу для целевых нагрузок не позволяют устанавливать на них специализированные устройства обработки сигналов, что требует разработки новых методов сжатия видеоинформации не требующих больших вычислительных затрат.

Исходя из прагматической проблематики соискатель определяет в качестве **цели работы** разработку метода сокращения времени передачи с миниатюрных БПЛА статических и динамических многоуровневых цифровых изображений (МЦИ), состоящих из групп разрядных двоичных изображений (ГРДИ), многофазными сигналами (МФМ).

**Научную новизну представляют** полученные в диссертации **научные результаты**, выносимые на защиту:

1) Метод преобразования сигналов статических и динамических МЦИ из разрядных двоичных изображений (РДИ), в МЦИ из ГРДИ, включающих два и более РДИ, без искажений и вычислительных операций на борту миниатюрного БПЛА, позволяющий сократить время передачи оригиналов МЦИ МФМ сигналами во столько раз, сколько РДИ включено в ГРДИ.



2) Двумерная и трехмерная математическая модель МЦИ из ГРДИ, на основе двумерных и трехмерных цепей Маркова с несколькими состояниями ( $N > 2$ ), адекватные оригиналам статических и динамических МЦИ.

3) Алгоритмы двумерной и трехмерной нелинейной фильтрации статических и динамических МЦИ из ГРДИ, эффективно реализующие статистическую избыточность оригиналов МФМ для компенсации потерь помехоустойчивости, вызванных применением МФМ сигналов для передачи МЦИ с МБЛА при наличии БГШ и аддитивной смеси БГШ и импульсных помех типа «перец-соль».

4) Адаптивный алгоритм двумерной нелинейной фильтрации статических МЦИ из ГРДИ, при частичном и полном отсутствии априорных данных о статистических характеристиках МЦИ, отличающийся высокой скоростью адаптации в реальном масштабе времени.

5) Результаты исследований разработанного метода сокращения времени передачи статических и динамических МЦИ с компенсацией потерь помехоустойчивости, вызванных применением МФМ сигналов и реализацией статистической избыточности нелинейной фильтрацией МФМ сигналов.

**Теоретическая значимость** результатов исследования состоит в развитии методов и алгоритмов цифровой обработки сигналов, обеспечивающих сжатие видеoinформации при ограничениях на вычислительные затраты.

**Практическая значимость** диссертации заключается:

1) В сокращении энергопотребления и массы системы обработки фото и видеoinформации в два раза за счет уменьшения количества вычислительных операций, выполняемых при сжатии МЦИ.

2) В сокращении времени передачи статических и динамических МЦИ в два...четыре раза при одновременной компенсации потерь помехоустойчивости.

Достоверность полученных результатов обеспечивается обоснованностью принятых допущений и ограничений, корректным выбором методов статистической радиотехники, теории условных марковских процессов, линейной и булевой алгебры, а также сходимостью результатов математического и имитационного моделирования.

Автореферат в достаточной степени отражает основное содержание диссертации. Новые результаты, полученные в диссертации лично соискателем, позволяют сделать вывод о том, что в работе решена актуальная научная задача, имеющая важную научную и практическую ценность. Диссертационная работа имеет требуемый научный уровень, основные выводы и рекомендации базируются на глубокой проработке решаемой научной задачи, логически обоснованы, подкреплены необходимыми экспериментальными исследованиями.

Вместе с тем необходимо отметить следующие замечания по материалам автореферата:

1) в автореферате присутствует множество аббревиатур, причем некоторые из них в тексте не раскрываются, например: РДИ, МФМ, ГРДИ, что затрудняет прочтение и изучение материала автореферата;



2) в автореферате не приводится сравнение скорости передачи статических и динамических МЦИ при использовании предложенного метода с известными методами, основанными на применении алгоритмов JPEG, H.264, H.265, MPEG и др., а также его сравнение по помехоустойчивости и качеству формируемых изображений;

3) в автореферате отмечается, что применение нелинейной фильтрации МЦИ (рисунки 5 и 11) позволяет скомпенсировать потери помехоустойчивости, однако оценка этих потерь в автореферате не приводится.

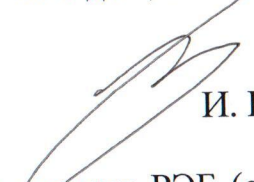
Отмеченные выше замечания носят частный характер и не снижают общего научного уровня и практической значимости выводов и рекомендаций выполненной диссертационной работы.

**Вывод:** исходя из содержания автореферата, диссертация является самостоятельно выполненной, завершенной научно-квалификационной работой. В ней получено решение актуальной задачи, заключающейся в разработке метода сокращения времени передачи с миниатюрных БПЛА статических и динамических многоуровневых цифровых изображений, состоящих из групп разрядных двоичных изображений, многофазными сигналами.

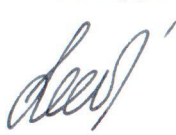
По научному содержанию, глубине и полноте выполненных исследований, а также полученным результатам диссертационное исследование соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Ржаникова Елена Дмитриевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.04 – «Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения».

Отзыв подготовили:

Доцент 53 кафедры боевого применения средств РЭБ (с воздушно-космическими системами управления и наводящимся оружием)  
доктор технических наук, доцент

  
И. Купряшкин

Докторант 53 кафедры боевого применения средств РЭБ (с воздушно-космическими системами управления и наводящимся оружием)  
кандидат технических наук

  
Л. Рязанцев