

УТВЕРЖДАЮНачальник ФАУ «ГНИИИ ПТЗИ
ФСТЭК России»

Зайцев А.Н.

7
мая 2026 г.**Отзыв**

ведущей организации

на диссертацию Шапиро Давида Александровича на тему «Фазовые водяные знаки, обеспечивающие защиту цифрового видеоконтента в информационных процессах», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы

Актуальность темы диссертации. В условиях развития цифровых информационных технологий и широкого распространения мультимедийных сервисов существенно возрастает значение методов защиты видеоданных от несанкционированного копирования и распространения. Современные системы передачи и хранения видеоконтента требуют эффективных механизмов идентификации правообладателя и подтверждения подлинности данных даже после различных преобразований видеопотока.

Одним из наиболее распространенных направлений решения данной задачи является использование цифровых водяных знаков (ЦВЗ), обеспечивающих скрытое встраивание информации непосредственно в структуру видеоданных. Однако существующие методы встраивания ЦВЗ зачастую обладают рядом ограничений, среди которых можно отметить зависимость от используемого кодека, недостаточную устойчивость к типовым атакам, возможность анализа водяного знака по отдельным кадрам, а также значительную вычислительную сложность и др.

В диссертации автор провел достаточно подробный анализ публикаций, касающихся разработанных методов покадрового и с использованием групп кадров встраивания ЦВЗ в пространственной и частотной области изображения, и показал следующее.

Наиболее популярным методом из набора известных методов является метод встраивания ЦВЗ в наименее значимые биты, однако автор не ограничился рассмотрением этого метода и проанализировал другие известные методы, например, методы, основанные на использовании

адаптивных масок. В результате он показал, что существенными недостатками этих методов является низкая стойкость к зашумлению, контрастированию, сжатию, а также к различным геометрическим искажениям изображения.

Аналогичный анализ был проведен и для других известных методов встраивания ЦВЗ в частотную область, таких как быстрое преобразование Фурье, дискретное вейвлет-преобразование, дискретное косинусное преобразование, метод SVD (Singular Value Decomposition – сингулярное разложение, метод нейронных сетей) и др., основанных на изменении спектральных характеристик видео, что делает ЦВЗ более устойчивым к зашумлению и различным яркостным и геометрическим искажениям. Однако, как отмечено в диссертации, у этих методов покадрового встраивания, как в пространственную, так и в частотную область, есть общий недостаток: встраивание происходит независимо в каждый кадр изображения. Это позволяет злоумышленнику иметь возможность оценки ЦВЗ в каждом кадре независимо друг от друга, тем самым собирая статистику о структуре и особенностях самого ЦВЗ. Но наличие сильной корреляции повышает вероятность удаления или подделки ЦВЗ, в связи с чем актуальной становится задача распределения ЦВЗ во времени между несколькими кадрами. Однако этот метод приводит к проблемам с синхронизацией, поскольку интерполяция кадров или их перестановки обуславливают возможность разрушения встроенного ЦВЗ.

В качестве альтернативы рассмотренным методам существуют также методы, использующие коды синхронизации (кодек-ориентированные методы, методы искусственного интеллекта – аппарат сверточных искусственных нейронных сетей и др.). Однако кодек-ориентированные методы не всегда могут быть использованы при произвольном выборе кодека, а использование аппарата нейронных сетей связано с большими вычислительными мощностями и временными затратами на обучение нейронной сети, при этом к важным недостаткам относятся строгие требования к объёму встраиваемой информации.

Проведенный автором достаточно глубокой анализ существующих методов встраивания ЦВЗ позволил доказать **актуальность темы** его диссертационного исследования и достаточно обоснованно сформулировать **задачи исследования**, направленные на разработку нового метода защиты видеoinформации с помощью ЦВЗ, который бы не позволял злоумышленнику иметь возможность извлечения информации из отдельного кадра видео и при этом сочетать стойкость к типовым атакам (приводящим к сжатию, зашумлению, потере синхронизации), высокую эффективность при извлечении и быть универсальным, т.е. не зависеть от типа и содержания видеоданных.

Вместе с тем следует отметить, что результаты такого анализа изложены только в первом разделе диссертации, а во введении диссертации подраздел, касающийся оценки **степени разработанности темы**, что требуется в соответствии с ГОСТ 7.0.11- 2011, отсутствует. Его нет и в

автореферате, хотя абзац с кратким анализом публикаций ученых, имеется. Это не позволяет согласиться с утверждением автора о том, что во введении к диссертации обоснована актуальность темы диссертации. На самом деле обоснование актуальности изложено в первом разделе диссертации.

Основные результаты исследований и их научная новизна.

К основным результатам диссертационных исследований Шапиро Д.А., обладающим научной новизной, на наш взгляд, следует отнести:

1. Метод защиты цифрового видеоконтента на основе фазовых ЦВЗ, отличающийся процедурой добавления в каждый пиксель видеокadra, рассматриваемый как функция времени, слабой синусоиды с индивидуальной фазой, при этом сам ЦВЗ представляет собой двумерное поле (изображение) фаз в кадре. Это позволило исключить возможность извлечения защитной информации из отдельного кадра и тем самым существенно повысить стойкость к типовым атакам и одновременно высокую эффективность извлечения ЦВЗ.

2. Алгоритм извлечения фазового ЦВЗ, отличающийся от известных, во-первых, наличием пяти этапов извлечения, в том числе двух этапов предобработки подаваемого на вход видео путем сглаживания подаваемого сигнала и его вычитание из полученного, двух этапов постобработки ЦВЗ путем нормировки и сглаживания фазы, а также этапа узкополосной фильтрации, во-вторых, оригинальной процедурой накопления информации по видеопоследовательности, что позволило подобрать оптимальные параметры алгоритма, при которых точность извлечения ЦВЗ оказывается максимальной.

3. Модифицированный метод защиты видео, отличающийся использованием вторичного контейнера (дискретного спектра Фурье), что позволило существенно усложнить задачу злоумышленнику по извлечению ЦВЗ, так как ЦВЗ оказывается не связанным напрямую с основным видеопотоком, и тем самым обеспечить дополнительную защищенность видеоконтента и удобство извлечения защитной информации.

4. Модифицированный метод защиты видео, отличающийся использованием предельно высокой (с учетом дискретности аргумента) частоты синусоиды, при которой она превращается в осциллирующую последовательность положительных и отрицательных единиц, вследствие чего встраиваемый ЦВЗ становится двумерным изображением, что приводит к пятикратному снижению вычислительной сложности метода.

5. Статистическая модель цифровых видео, отличающаяся от известных использованием для описания свойств видео набора автокорреляционных функций, а также эвристических алгоритмов оценки параметров этой модели по реальным видеоданным. Такая модель позволила провести экспериментальные исследования разработанных методов защиты цифрового видеоконтента на основе ЦВЗ и подтвердить их эффективность.

Данные научные результаты, судя по публикациям, получены лично автором.

Теоретическая значимость работы заключается в аналитическом исследовании процесса встраивания ЦВЗ предложенным автором методом добавления к каждому пикселю видеосигнала малозаметной синусоидальной последовательности, развивающейся во времени и имеющей индивидуальную (изменяющуюся от пикселя к пикселю) фазу, что позволило получить аналитические соотношения для каждого этапа предложенного метода, в том числе для алгоритма встраивания ЦВЗ и алгоритмов его извлечения, в том числе сглаживания видео, фильтрации сигнала, нормировки и сглаживания фазы, усреднения и пороговой обработки, а также доказать низкую вычислительной сложность и высокое качество извлечения ЦВЗ.

Практическая значимость работы состоит в том, что разработанные методы и алгоритмы могут быть использованы в составе информационных систем, обеспечивающих устойчивую защиту цифрового видеоконтента с ограниченным доступом и предотвращающих его несанкционированное использование при передаче и обработке. Практическая значимость полученных результатов подтверждается их реализацией:

1. При выполнении проекта Российского научного фонда № 22-71-1009 «Методы защиты перспективных типов и форматов данных цифровыми водяными знаками».

2. При выполнении проекта «Методы идентификации мобильных динамических объектов по оптическим изображениям», выполняемого в Самарском университете по государственному заданию Министерства науки и высшего образования РФ (шифр проекта FSSS-2026-0003).

3. В ряде хоздоговорных НИОКР в АО «Самара-Информспутник».

4. В учебном процессе кафедры геоинформатики и информационной безопасности Самарского университета (дисциплина «Цифровые водяные знаки и стеганография»).

Обоснованность и достоверность полученных результатов обеспечена корректным применением математического и статистического аппарата, обсуждением результатов диссертации на международных и отечественных конференциях, а также многочисленными экспериментальными исследованиями автора, подтвердившими его теоретические изыскания.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования достаточно хорошо апробированы поскольку обсуждались на 5 конференциях, в том числе:

1. Международной конференции «Информационные технологии и нанотехнологии» (ИТНТ, Самара, Россия) – 2022 г.;

2. 11th International Symposium on Digital Forensics and Security (ISDFS, США) – 2023 г.;

3. Международной конференции «Информационные технологии и нанотехнологии» (ИТНТ, Самара, Россия) – 2024 г.;

4. 12th International Conference on Signal Processing & Integrated Networks (SPIN, Индия) – 2025 г.;

5. XI Международной научной конференции «Информационные технологии и нанотехнологии» (ITNT-2025, Самарканд, Узбекистан) – 2025 г.

Кроме того, судя по материалам диссертации и автореферата, соискателем было опубликовано по теме диссертации восемь работ, из которых две опубликованы в изданиях, рекомендуемых ВАК, четыре работы опубликованы в рецензируемых изданиях, входящих в международные базы данных Scopus и/или WebOfScience, а также зарегистрирована программа для ЭВМ № 2025660321 «Метод защиты видео с помощью фазовых цифровых водяных знаков».

Автореферат в полной мере соответствует диссертации.

Рекомендации по использованию результатов работы. Результаты диссертационных исследований представляют значительный практический интерес и могут быть использованы:

- в профильных научно-исследовательских организациях и ВУЗах, занимающихся вопросами технической защиты информации, таких как ФАУ «ГНИИИ ПТЗИ ФСТЭК России», АО «НПО «Эшелон», ООО «Центр безопасности информации», ОАО «Инфотекс», ФГНУ «НИИ «СПЕЦВУЗАВТОМАТИКА», ФГБОУ ВО «МГТУ им. Н.Э. Баумана» др., а также в промышленных организациях и предприятиях, привлекаемых для разработки систем защиты цифрового видеоконтента ограниченного доступа для информационных систем в защищенном исполнении;

- в высших учебных заведениях при преподавании дисциплин по тематике стеганографии.

Кроме указанного выше недостатка, касающегося отсутствия подраздела во введении, в котором должна оцениваться степень разработанности темы, к основным замечаниям, на наш взгляд, необходимо отнести следующие.

1. В работе не даны определения широко используемых по тексту понятий «эффективность метода» и «эффективность работы метода» (при этом рассматривается базовый метод защиты видео фазовыми ЦВЗ), «эффективность работы метода и алгоритмов», «эффективность метода при извлечении», «эффективность (качество извлечения ЦВЗ)», «эффективность работы ... подходов». При этом автор не различает между собой эффективность метода защиты, методов встраивания фазовых ЦВЗ и методов извлечения ЦВЗ, используя для оценки эффективности только вероятность корректного извлечения ЦВЗ, то есть оценивается только «качество извлечения», а другие характеристики методов, такие как объем вычислений, «защищенность видеоконтента и удобство извлечения защитной информации», стойкость к искажениям и др., упоминаемые по тексту работы, в оценку эффективности метода защиты и методов встраивания не входят. Кроме того, никаких пояснений, а тем более обоснований применяемого показателя в работе нет.

2. На наш взгляд, в работе неправильно изложены выводы по каждому разделу. При этом автор ограничился простым перечислением того, что

сделано в каждом разделе, а не изложением полученных научных результатов и тем более оценки, по мнению автора, их научной новизны.

3. В работе приведён обзор современных методов защиты видео на основе нейронных сетей, однако количественное экспериментальное сравнение предложенного подхода с современными алгоритмами представлено в ограниченном объёме. В частности, отсутствует сопоставление по численным метрикам «качества» и «устойчивости».

4. В разделе 5.2 при исследовании корректности работы метода встраивания фазовых ЦВЗ и его модификаций при распространенных атаках на видео автор не раскрыл содержание самих атак, таких как наложение шума (почему-то только белого), потеря синхронизации, а тем более геометрических и яркостных атак, что существенно затрудняет оценки корректности выводов автора.

Вместе с тем отмеченные недостатки не снижают общей положительной оценки выполненной автором работы.

Вывод: Диссертация Шапиро Д.А. на тему «Фазовые водяные знаки, обеспечивающие защиту цифрового видеоконтента в информационных процессах», является завершённой научно-исследовательской работой, выполненной самостоятельно на высоком научном уровне. По актуальности, содержанию, полноте поставленных и решенных задач, совокупности новых научных результатов диссертация отвечает п. 9 «Положения о присуждении учёных степеней», а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы.

Главный научный сотрудник управления

ФАУ «ГНИИИ ПТЗИ ФСТЭК России»

доктор технических наук, профессор



Язов Юрий Константинович

Заместитель начальника управления

ФАУ «ГНИИИ ПТЗИ ФСТЭК России»

кандидат технических наук



Тишанинов Михаил Владимирович

Отзыв обсужден и одобрен на заседании секции НТС-2
ФАУ «ГНИИИ ПТЗИ ФСТЭК России», протокол № 14 от 25.05.2026 г.

ФАУ «ГНИИИ ПТЗИ ФСТЭК России».

394020, г. Воронеж, ул. 9 января, д. 280а, тлф. (8473)-257-9286,

E-mail gniii@fstec.ru



ФЕДЕРАЛЬНОЕ
АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ
ТЕХНИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ
И ЭКСПОРТНОМУ КОНТРОЛЮ»
(ФАУ «ГНИИИ ПТЗИ ФСТЭК РОССИИ»)

Студенческая ул., д. 36, г. Воронеж, 394036
Тел., факс: (473) 257-92-58, 279-25-16
E-mail: gniii@fstec.ru

29.05. 2026 № 1219
На № 104-2093/1 от 14.04.2026

О направлении отзыва
ведущей организации

Уважаемый Виктор Александрович!

Высылаем отзыв ведущей организации на диссертацию Шапиро Давида Александровича на тему «Фазовые водяные знаки, обеспечивающие защиту цифрового видеоконтента в информационных процессах», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы.

Приложение: Отзыв ведущей организации на 6 листах в 2 экз.

Начальник института

А.Зайцев