

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.379.09,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
АВТОНОМНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «САМАРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЁНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 29 июня 2026 г. № 6

о присуждении Шапиро Давиду Александровичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Фазовые водяные знаки, обеспечивающие защиту цифрового видеоконтента в информационных процессах» по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы принята к защите 22 апреля 2026 года (протокол заседания № 4) диссертационным советом 24.2.379.09, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева» Министерства образования и науки Российской Федерации (443086, г. Самара, Московское шоссе, 34), приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 26.01.2023 г. №81/нк, с изменениями, внесенными приказами Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.07.2023г. №1215/нк, от 26.05.2025 №433/нк, от 25.11.2025 №1140/нк, от 10.06.2026 №495/нк.

Соискатель Шапиро Давид Александрович, 15.09.1999 года рождения, в 2022 году окончил федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева» по специальности 10.05.03 «Информационная безопасность автоматизированных систем». В период подготовки диссертации с 2022 г. по настоящее время осваивает программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева» по направлению 2.3.8 «Информатика и информационные процессы», работает в должности инженера в АО «Самара-Информспутник», по совместительству – в должности ассистента кафедры геоинформатики и информационной безопасности федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика

С. П. Королева» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре геоинформатики и информационной безопасности федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – Сергей Владислав Викторович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры геоинформатики и информационной безопасности федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева».

Официальные оппоненты:

Бабенко Людмила Климентьевна, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет», профессор кафедры безопасности информационных технологий им. О.Б. Макаревича;

Ложников Павел Сергеевич, доктор технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный технический университет», проректор по научной и инновационной деятельности,

- дали **положительные отзывы** на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное автономное учреждение «Государственный научно-исследовательский испытательный институт проблем технической защиты информации», г. Воронеж, в своем **положительном заключении**, подписанном главным научным сотрудником управления, доктором технических наук, профессором РАН Язовым Юрием Константиновичем и заместителем начальника управления ФАУ «ГНИИИ ПТЗИ ФСТЭК России», кандидатом технических наук Тишаниновым Михаилом Владимировичем, утвержденном начальником института Зайцевым Андреем Николаевичем, указала, что диссертационная работа Шапиро Давида Александровича по своей актуальности, новизне, теоретической и практической значимости, характеру изложения и оформления полученных результатов соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8. – Информатика и информационные процессы.

Соискатель имеет 18 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 8 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ, получено 1 свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ. Из материалов совместных публикаций лично соискателю принадлежат: разработка методов и алгоритмов формирования, встраивания и извлечения фазовых

цифровых водяных знаков, разработка статистической модели синтеза тестовых видеопоследовательностей на основе автокорреляционных функций, постановка и проведение экспериментальных исследований, анализ и интерпретация полученных результатов.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации. Наиболее значимые работы:

1. Сергеев, В.В. Фазовые цифровые водяные знаки для защиты видеосигналов / В.В. Сергеев, В.А. Федосеев, Д.А. Шапиро // Автометрия. - 2022. - № 5. - С. 3-13. (научная статья 0,85 п.л./ 0,3 п.л.)

2. Шапиро, Д.А. Использование спектрального вторичного контейнера в методе защиты видео с помощью фазовых ЦВЗ / Д.А. Шапиро, В.В. Сергеев // Компьютерная оптика. - 2025. - №5. - С. 805-810. (научная статья 0,5 п.л./ 0,3 п.л.)

3. Shapiro, D. Improved ECC-based Phase Watermarking Method for Video Copyright Protection / D. Shapiro, V. Sergeyev, V. Fedoseev // ISDFS 2023: 11th International Symposium on Digital Forensics and Security. - IEEE, 2023. - P. 1-6. (научная статья 0,5 п.л./ 0,25 п.л.)

4. Shapiro, D. A Simple Method to Protect Video Using Binary Phase Watermarks / D. Shapiro, V. Sergeyev // 2024 X International Conference on Information Technology and Nanotechnology (ITNT). - Samara, 2024. - P. 1-6. (научная статья 0,5 п.л./ 0,3 п.л.)

5. Shapiro, D.A. A Method for Synthesizing Test Videos Based on the Evaluation of the Autocorrelation Function / D.A. Shapiro // International Conference on Signal Processing and Integrated Networks. - Singapore: Springer Nature Singapore, 2025. - P. 347-358. (научная статья 0,8 п.л./ 0,8 п.л.)

На диссертацию и автореферат поступили отзывы от организаций:

1. ФГБУН «Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН» г. Москва, подписан доктором физико-математических наук, старшим научным сотрудником, главным научным сотрудником Обуховым Ю.В. Замечания: 1) в работе недостаточно подробно представлены результаты сравнительного анализа предложенных методов с существующими решениями, что затрудняет оценку полученных преимуществ по отношению к известным подходам; 2) в работе ограничено рассмотрены вопросы масштабируемости предложенных алгоритмов при обработке видеоданных более высокого разрешения.

2. ФАУ «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем» (ГосНИИАС) г. Москва, подписан доктором физико-математических наук, профессором РАН, руководителем научного комплекса «Искусственный интеллект и техническое зрение» Визильтером Ю.В. Замечания: 1) неопределенность понятия эффективности метода – основные эксперименты сводятся к оценке вероятности корректного извлечения, при этом другие характеристики метода либо не рассмотрены, либо рассмотрены в меньшем объеме;

2) в части предложенной статистической модели видео из текста автореферата неясно, какие именно результаты являются новыми и в чем заключаются их отличия от ранее известных решений; 3) в автореферате не приведены результаты анализа или экспериментальной оценки ухудшения качества визуального восприятия информации после наложения водяных знаков.

3. ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный технический университет» г. Ульяновск, подписан доктором технических наук, профессором, директором научно-исследовательского центра обработки цифровых изображений и сигналов «Сигнал» Ташлинским А.Г. Замечания: 1) из автореферата непонятно, исследовалось ли влияние на качество извлечения фазы разности между исходным и сглаженным кадром, есть ли оптимальный уровень сглаживания; 2) нет обоснования почему в разработанном алгоритме нормировки фазы диапазон, в котором извлекается фаза, сдвигается именно в середину диапазона $[0; 2\pi]$; 3) не понятно насколько универсальными являются найденные оптимальные значения параметров, обеспечивающие наибольшую вероятность правильного извлечения ЦВЗ из видео (значение опорной частоты 3, параметры сглаживания видео 0,93 и фазы 0,96); 4) утверждение, что разностный сигнал позволяет минимизировать влияние «одиночных скачков» на итоговый результат извлечения фазы, на взгляд рецензента спорно; 5) среди незначительных замечаний можно отметить отдельные небрежности в тексте, например, ссылка на формулу (4) дана до ее появления, «На рисунке 3 приведен приведены примеры» (стр. 14), «метод продемонстрировал более высокую устойчивость к корреляционному анализу» и ряд других.

4. ФГБУН «Институт автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук» г. Новосибирск, подписан доктором технических наук, профессором, главным научным сотрудником Потатуркиным О.И. и кандидатом технических наук, доцентом, ведущим научным сотрудником Косых В.П. Замечания: 1) недостаточно ясное описание способа соотнесения значений ЦВЗ и фаз добавляемой к исходному сигналу синусоиды (стр. 8); 2) нестрогое определение некоторых обозначений (например, на стр.8 $x_0(m, n_1, n_2)$ сначала вводится как «значение пикселя с координатами (n_1, n_2) в m -м кадре», а через 6 строк – как «кадры исходного изображения»); 3) ряд стилистических погрешностей (см., например, последние предложения в четвертом снизу абзаце на стр. 8 или в третьем снизу абзаце на стр. 11).

5. ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина» г. Рязань, подписан доктором технических наук, профессором, директором НИИ «Фотон», Заслуженным деятелем науки РФ Еремеевым В.В. Замечания: 1) в кратком содержании работы трудно определить, где формулируется и обосновывается каждое из 7 Положений, выносимых на защиту (замечание носит рекомендательный характер и не снижает общую высокую оценку проделанной работы).

6. ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ) г. Москва, подписан кандидатом технических наук, доцентом, руководителем департамента кибербезопасности Московского института электроники и математики им. А.Н. Тихонова НИУ ВШЭ Евсютиным О.О. Замечания: 1) не вполне ясно, с какой целью в экспериментах использовалось синтезированное видео – обычно синтезированные данные используются в задачах машинного обучения в условиях нехватки реальных данных, однако в данном исследовании не идет речь о построении моделей машинного обучения, и отсутствуют какие-либо специфические требования к содержанию видео; 2) на стр. 6 говорится, что «важным достоинством именно QR-кода является возможность простого сравнения каждого элемента встраиваемого и извлекаемого QR-кода, что позволяет получать эмпирическую оценку вероятности корректного извлечения» – сравнение встраиваемого и извлекаемого водяного знака может быть произведено независимо от формы его представления; 3) на стр. 8 присутствует неточность терминологии – одноканальный видеосигнал ошибочно назван черно-белым, хотя корректно называть его полутоновым.

7. ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет» г. Йошкар-Ола, подписан заведующим кафедрой радиотехнических систем, доктором технических наук, профессором Хафизовым Р.Г. и доцентом кафедры радиотехнических систем, кандидатом технических наук, доцентом Охотниковым С.А. Замечания: 1) в научной новизне, пункт 7 (стр. 4), говорится «...показывающие высокую стойкость метода к сжатию с потерями», в тоже время непонятно как стойкость метода оценена количественно; 2) на стр. 15 проводилось сравнение с альтернативными методами встраивающими ЦВЗ в весь видеоряд и сказано что «Фазовый метод продемонстрировал более высокую устойчивость к корреляционному анализу по сравнению с двумя из трёх рассмотренных методов», не приведено количественных показателей, на сколько более высокую устойчивость; 3) в статистической модели (формулы 4-5, стр. 8) параметр λ вводится как интенсивность потока смены сцен, однако в экспериментах на реальных видео влияние значения λ на результат не приведено.

Все отзывы положительные. В отзывах отмечено, что указанные недостатки не снижают научную и практическую значимость работы и не влияют на общую положительную оценку диссертации. Во всех отзывах отмечено, что диссертация соответствует требованиям ВАК Минобрнауки России, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и сделано заключение о возможности присуждения Шапиро Д. А. ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.3.8. Информатика и информационные процессы.

Выбор Бабенко Людмилы Климентьевны в качестве официального оппонента по диссертации обосновывается тем, что она является известным специалистом в области криптографической защиты информации, информационной безопасности,

защиты мультимедийных данных и методов обеспечения безопасности информационных систем. Указанные направления исследований непосредственно связаны с разработкой методов защиты цифрового видеоконтента с использованием цифровых водяных знаков, поскольку охватывают вопросы обеспечения конфиденциальности, целостности и защиты мультимедийной информации.

Выбор Ложникова Павла Сергеевича в качестве официального оппонента по диссертации обосновывается тем, что результаты его научных исследований посвящены разработке методов интеллектуальной обработки цифровой информации, анализу и распознаванию изображений, применению искусственного интеллекта и нейросетевых технологий в задачах обработки мультимедийных данных и обеспечения информационной безопасности. Указанные направления являются научной основой современных методов цифровых водяных знаков и стеганографической защиты мультимедийной информации, что подтверждает его высокую компетентность в области, соответствующей тематике диссертации.

Выбор в качестве ведущей организации ФАУ «Государственный научно-исследовательский испытательный институт проблем технической защиты информации» обусловлен высоким уровнем ее научных компетенций в области информационной безопасности, разработки методов оценки защищенности информационных систем, анализа уязвимостей программного обеспечения и обеспечения безопасности объектов критической информационной инфраструктуры. Указанные компетенции непосредственно связаны с тематикой диссертации, посвященной разработке методов защиты цифрового видеоконтента с использованием цифровых водяных знаков как одного из современных средств обеспечения целостности, подлинности и защиты мультимедийной информации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан новый метод защиты цифрового видеоконтента с использованием фазовых цифровых водяных знаков, основанный на распределении информации о цифровом водяном знаке в пространственно-временной области видеопоследовательности, обеспечивающий возможность извлечения водяного знака только при обработке последовательности кадров, что существенно затрудняет его обнаружение, анализ и удаление злоумышленником;

разработан алгоритм встраивания фазового цифрового водяного знака, предусматривающий распределение встраиваемой информации между кадрами видеопоследовательности, позволяющий повысить устойчивость защиты к временным и пространственным преобразованиям видеоданных;

разработан алгоритм извлечения цифрового водяного знака, позволяющий восстановить встроенную информацию без использования оригинального видео и обеспечивающий устойчивое обнаружение цифрового водяного знака после выполнения операций обработки видеоданных;

проведены комплексные экспериментальные исследования разработанных методов, подтвердившие корректность извлечения цифрового водяного знака при визуальной неразличимости водяного знака у защищаемого видеоконтента и стойкость к наиболее распространенным атакам на системы цифровых водяных знаков;

обосновано, что использование фазового цифрового водяного знака позволяет устранить один из основных недостатков известных покадровых методов, заключающийся в возможности независимого анализа отдельных кадров видеопоследовательности, вследствие чего существенно усложняется оценка структуры встроенного водяного знака и его преднамеренное удаление;

показано, что предложенный подход является кодек-независимым и может применяться при обработке видеоданных независимо от используемого формата хранения и сжатия, что расширяет область практического применения разработанного метода.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что в нём:

изложены принципы формирования фазовых цифровых водяных знаков, основанные на представлении скрытой защитной информации в фазах встраиваемых синусоид и ее распределении в пространственно-временной структуре видеопоследовательности;

раскрыты закономерности формирования и извлечения фазовых цифровых водяных знаков, обеспечивающие их стойкость к сжатию видео, аддитивным шумам, выпадению кадров, нарушению синхронизации и другим видам обработки и искажения видеоданных;

изучено влияние различных видов обработки видеоданных (сжатия, добавления шума, потери кадров, нарушения синхронизации, яркостных и геометрических преобразований) на вероятность корректного извлечения фазовых цифровых водяных знаков;

результативно использованы методы цифровой обработки сигналов и изображений, спектрального анализа, математического моделирования, вычислительного эксперимента и статистической обработки результатов исследований;

применительно к проблематике диссертации её результаты развивают теорию информационных процессов в части методов и алгоритмов защиты цифрового видеоконтента.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

Разработаны и внедрены методы, алгоритмы и программные средства, которые позволяют повысить эффективность защиты цифрового видеоконтента при его передаче, хранении и распространении, обеспечивают подтверждение авторских прав и возможность идентификации защищаемого видеоматериала после

выполнения типовых операций обработки.

Результаты диссертационной работы использованы при выполнении проекта Российского научного фонда № 22-71-10009 «Методы защиты перспективных типов и форматов данных цифровыми водяными знаками», проекта по государственному заданию Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (шифр FSSS-2026-0003), при выполнении ряда научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в АО «Самара-Информспутник», а также внедрены в образовательный процесс Самарского университета при преподавании дисциплины «Цифровые водяные знаки и стеганография» специалитета 10.05.03 «Информационная безопасность автоматизированных систем».

Оценка достоверности результатов исследований выявила:

для экспериментальных работ показана воспроизводимость результатов на видеоданных различного содержания при воздействии типовых атак, включая сжатие с потерями, аддитивный шум, потерю синхронизации и другие виды искажений;

теория информационных процессов согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

идея цифровых водяных знаков на основе гармонических функций, развивающихся во времени, **базируется** на критическом анализе современного состояния методов защиты цифрового видеоконтента цифровыми водяными знаками, обобщении существующих подходов к встраиванию цифровых водяных знаков и разработке метода, основанного на распределении водяного знака по множеству кадров видеопоследовательности и его извлечении путем накопления по последовательности кадров;

использованы современные методы цифровой обработки сигналов и изображений, математического моделирования, вычислительного эксперимента, статистической обработки результатов исследований и оценки качества извлечения цифровых водяных знаков.

установлено соответствие результатов вычислительных экспериментов теоретическим положениям исследования, а также подтверждена стойкость разработанного метода к типовым операциям обработки видеоданных и распространенным атакам на цифровые водяные знаки (сжатию, добавлению шума, потере кадров, нарушению синхронизации, яркостным и геометрическим преобразованиям).

Личный вклад соискателя состоит в выполнении всех этапов исследования, непосредственном участии в постановке задач, разработке методов и алгоритмов формирования, встраивания и извлечения фазовых цифровых водяных знаков, проведении вычислительных экспериментов, анализе и интерпретации полученных результатов, программной реализации предложенных алгоритмов, а также подготовке публикаций по теме диссертационной работы.

