

## УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЦИФРОВЫХ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ И ИХ РЕКОНСТРУКЦИЯ

А.А. Баюш

annabayush@mail.ru

SPIN-код: 3271-9054

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация

---

### Аннотация

*Статья посвящена вопросу исследования видеозаписей, а именно улучшению цифровых видеоизображений, а также их реконструкции, что помогает выявить слабовидимые детали и акцентировать внимание на отдельных интересующих эксперта деталях и характеристиках исходного видеоизображения. Раскрыты понятия улучшения и реконструкции видеоизображений, определены диагностические и индивидуальные (идентификационные) признаки исследуемой видеозаписи, перечислены общие алгоритмы реконструкции и технического улучшения изображений. Рассмотрены практические примеры технического улучшения изображения с затемненным лицом человека, а также изображения регистрационного знака автотранспортного средства, запечатленных на видеозаписях.*

### Ключевые слова

*Судебная экспертиза, судебный эксперт, криминалистическая экспертиза видеозаписи (КЭВ), видеозапись (видеограмма), цифровая обработка видеоизображений, техническое улучшение видеоизображения, реконструкция видеоизображения, Amped FIVE, Adobe Photoshop*

Поступила в редакцию 02.07.2019

© МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2019

---

Под исследуемой видеозаписью (видеограммой) понимают представленную на экспертизу некую последовательность кадров с запечатленным на них пространственным и временным изменением положения исследуемых объектов. Видеозапись имеет ряд качественных и количественных признаков, которые проявляются непосредственно в виде диагностических и индивидуальных (идентификационных) признаков конкретной видеозаписи как объекта исследования в рамках производства криминалистической экспертизы видеозаписи (далее — КЭВ), также судебный эксперт в данной области может исследовать как саму видеозапись (изображения в динамике), так и стоп-кадр [1]. Для решения той или иной поставленной перед экспертом задачи и выбора методики исследования предоставленного на изучение материала необходимо решить вопрос о пригодности видеозаписи, которая обладает рядом своих собственных диагностических признаков, для ее исследования [2, с. 12]. Среди диагностических признаков видеозаписи выделяют следующие параметры и факторы: разрешающую способность видеоизображения, частоту кадров, масштаб видеоизображения, скорость перемещения объектов в кадре (пиксели на кадр), ши-

рину поля зрения, наличие аберрации<sup>\*</sup> и дисторсии<sup>†</sup> как следствия дефектов оптической системы видеозаписывающей аппаратуры (причины их происхождения), глубину резкости, уровень шумов на изображении и их характер, присутствие интерлейсинга<sup>‡</sup> в видеозаписи, ракурс видеосъемки, атмосферную видимость, видимость объектов съемки, обзорность видеозаписи (ракурс съемки, угол обзора, фокусное расстояние в совокупности), различного рода цветовые характеристики видеоизображения (яркость, контрастность и т. п.). В роли индивидуальных признаков изучаемой видеозаписи выступают не только зафиксированное непосредственно на ней конкретное событие или происшествие, но и ее метаданные и параметры видеозаписывающих устройств [3, с. 1].

При исследовании любой видеозаписи судебный эксперт в области КЭВ в первую очередь устанавливает ее ранее перечисленные параметры (диагностические и индивидуальные признаки), переходит к ее воспроизведению (покадровый просмотр) в целях визуального изучения в целом и определения объектов, запечатленных на ней. Далее он изучает непосредственное качество изображений видеопотока, а именно устанавливает наличие (отсутствие) искажений и помех различной природы, шумов, артефактов (артефакты сжатия в виде точек, полос, пропадания отдельных фрагментов, изменение светотени, изменение шумовых характеристик, их структуры).

После того как эксперт решит вопрос о возможности улучшения качества исследуемого видеоряда и его реконструкции, он выбирает наиболее подходящие фильтры и методы обработки изображений. Следует иметь в виду, что последующая оценка как информативности самих изображений объектов, зафиксированных на видеозаписи, так и пригодности для дачи ответов на поставленные перед экспертом в рамках ВТЭ вопросы не всегда входят в область КЭВ, т. е. выходят за рамки специальных знаний экспертов в данной области. Хотя законодатель не дает точного определения специальным знаниям, под специальными знаниями следует понимать познания в «области науки, техники, промышленного производства, искусства или других специальных отраслей человеческой деятельности» [4, с. 9], т. е. это специальные знания в определенных научных направлениях, а также в междисциплинарных областях науки, которые приобретаются после специальной подготовки и профессиональной практики (практических навыков) [5, с. 10].

---

<sup>\*</sup> Аберрация — это различного рода искажения изображений, обусловленные величиной и характером как хроматических, так и геометрических искажений, вносимых оптической системой в изображение.

<sup>†</sup> Дисторсия — это искривление (по полю зрения объектива), сопровождающееся несоответствием между геометрическими пропорциями реального объекта и его изображением.

<sup>‡</sup> Интерлейсинг — это явление, при котором наблюдаются «гребенчатые» полосы относительно контуров движущихся объектов в кадре видеоизображения, что вызвано использованием режима чересстрочной развертки кадров при производстве съемки такой видеозаписи.

Довольно часто судебному эксперту необходимо улучшить изображения фигуры и лица человека, буквенных и числовых символов регистрационного знака транспортного средства и др., однако следует принимать во внимание то, что данная задача не всегда представляется возможной для разрешения [6, с. 206]. Улучшение и реконструкция видеоизображения входят в область цифровой обработки изображений в целом. Главные цели, преследуемые в процессе применения настоящих задач, — выявление слабовидимых деталей и акцентирование внимания на отдельных интересующих эксперта деталях и характеристиках исходного видеоизображения (например, усиление контрастности и цветовой яркости исходного изображения). Для их решения прибегают к помощи различных программных и аппаратных средств. Под улучшением качества видеопотока понимают его коррекцию для устранения различного рода искажений в виде шумов и помех в целях лучшего восприятия человеком, для чего эксперт добивается повышения качества сигнала, что бывает трудно достигаемой задачей.

Тем не менее реконструкция (восстановление) видеоизображения является наиболее актуальной задачей, поскольку судебному эксперту на практике очень часто предоставляются на исследование видеозаписи как низкого качества (зависимость от характеристик оборудования видеофиксации — количество пикселей матрицы, выставленные значения выдержки и фокусного расстояния объектива, угол обзора, а также дефектов такого оборудования), так и с плохими условиями видеосъемки (недостаточная освещенность, присутствие оптических искажений, плохая атмосферная видимость), с ее иными отдельными специфическими условиями (удаленность видеозаписывающего оборудования от снимаемого объекта, размеры последнего, уровень шумов и др.), что в совокупности приводит к большой потере информативности самого видеоизображения, а значит, затрудняет поиск доказательственной информации об интересующем событии. Именно поэтому судебный эксперт работает непосредственно с наиболее информативной частью стоп-кадра.

Итак, основной задачей реконструкции видеоизображения представляется повышение качества видеопотока. При восстановлении видеоизображения эксперт предпринимает попытки воссоздать исходное изображение из ухудшенного видеопотока на основе ранее известных данных о произошедшем событии, запечатленном в момент видеофиксации, путем использования как моделей процессов искажений, так и обратных процедур восстановления. К алгоритмам реконструкции и технического улучшения изображений можно отнести: коррекцию экспозиции изображения, ликвидацию расплывчатости (смазанности) изображения, возможное увеличение изображения с фокусировкой, высокочастотную фильтрацию, нелинейное изменение контрастности изображения, адаптивную гистограммную эквализацию, алгоритм выравнивания освещения изображения Retinex, гомоморфную фильтрацию (увеличение контраста и уменьшение значений диапазона яркостей), нерезкое маскирование (в изображениях с низкой яркостью, темным фоном), частотные фильтры повышения глубины резкости изображаемого пространства, усредняющий фильтр, фильтр

Винера (нахождение среднеквадратичного отклонения неискаженного изображения), медианные фильтры (замена значения пикселя на среднее значение яркости соседних пикселей), фильтр вейвлетов или фильтр Wavelet Noise Reduction (шумоподавление в частотном представлении). Следует брать во внимание, что в то время как улучшение видеоизображения основано на индивидуальном восприятии конкретного человека, реконструкция видеоизображения формируется на основе вероятностных моделей, математических закономерностях [7, с. 367].

Для решения ранее перечисленных исследовательских задач судебный эксперт в области КЭВ может пользоваться различным специализированным (экспертным) программным обеспечением [8, с. 59], таким как итальянским продуктом Amped FIVE (версии Professional, Ultimate и др.), отечественным аналогом «ВОКОРД Видеоэксперт», американским редактором Adobe Photoshop (версии CS, CC и др.), специализированным набором инструментов Image Processing Toolbox многофункциональной американской системы MATLAB и т. п. [9, с. 129].

Воспользуемся программным обеспечением Amped FIVE и Adobe Photoshop CC 2018 для решения двух практических экспертных задач: технического улучшения изображения с затемненным изображением лица человека и технического улучшения изображения регистрационного знака автотранспортного средства, запечатленных на видеозаписях.

**Техническое улучшение изображения с затемненным изображением лица человека, запечатленного на видеозаписи.** Предоставленные на исследование исходные кадры видеозаписи и результаты их улучшения с использованием программных продуктов Amped FIVE и Adobe Photoshop показаны на рис. 1, 2.

При просмотре видеозаписи с запечатленным на ней лицом человека в программном продукте Amped FIVE (см. рис. 1) был выбран диапазон кадров из общего видеопотока с указанием текущих первого и последнего кадров исследуемой видеозаписи, на которых лицо человека отображалось наиболее полно, а также вырезан интересующий фрагмент одного из кадров, на котором наиболее информативно отображены черты лица человека (применение фильтров *Выбор диапазона кадров* и *Размер кадра*). Далее были применены фильтры группы *Коррекция*, а именно: фильтр *Яркость/Контрастность* для лучшего восприятия маловидимых (низкоконтрастных) фрагментов изображения, повышения насыщенности изображения и качества его экспозиции (для недоэкспонированных или переэкспонированных изображений, т. е. затемненных и высветленных), фильтр *Параметрические кривые* для настраивания тональности видеоизображения путем изменения значений кривой по каналам RGB, а также еще один фильтр коррекции *Оттенки/Насыщенность/Яркость* для настройки значений насыщенности тонов и цветности изображения лица человека.

На заключительной стадии обработки видеоизображения с помощью фильтра *Сглаживание движущихся объектов* получаем промежуточный результат в виде изображения со сниженными шумами обрабатываемого видеопотока. В заключении фильтром *Локальная стабилизация* добиваемся устранения эффекта «тряски»

видеозаписи путем указания области изображения (лицо человека), которую нужно стабилизировать, т. е. оставить неподвижным.

Таким образом, в процессе технического улучшения представленной видеозаписи удалось получить ее более резкое изображение, на котором хорошо просматривается ребенок в очках и полосатой футболке, открывающий и закрывающий дверь (см. рис. 2).

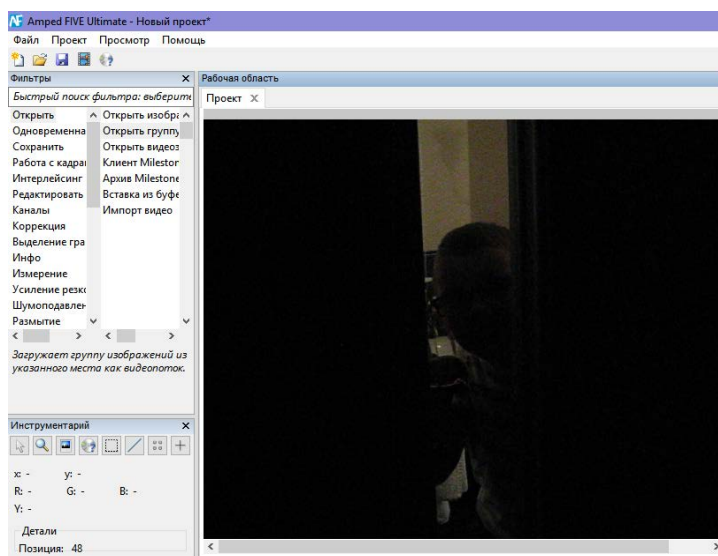


Рис. 1. Исходный кадр видеопотока до его обработки в Amped FIVE

**Техническое улучшение изображения регистрационного знака автотранспортного средства, запечатленного на видеозаписи.** Предоставленные на исследование исходные кадры видеозаписи, на которой запечатлен регистрационный знак автотранспортного средства, и результаты их улучшения с использованием программных продуктов Amped FIVE показаны на рис. 3–5.

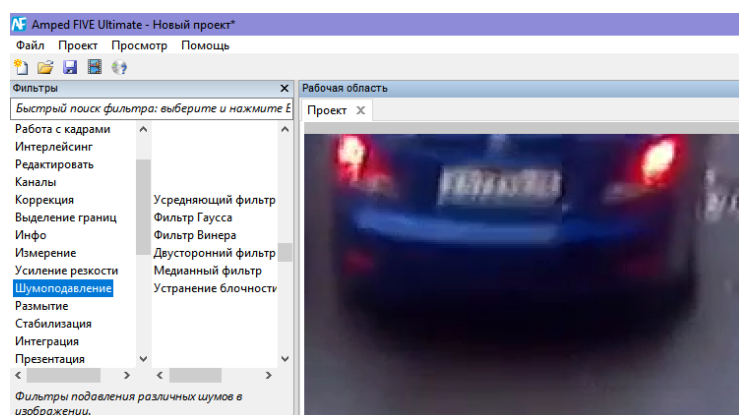
При просмотре видеозаписи первого примера с запечатленным на ней регистрационным знаком автотранспортного средства в Amped FIVE (см. рис. 3) был выбран диапазон кадров из общего видеопотока с указанием текущих первого и последнего кадров исследуемой видеозаписи, на которых регистрационный знак визуально отображался лучше. Далее были применены фильтры группы *Коррекция*, а именно: фильтр *Яркость/Контрастность* для



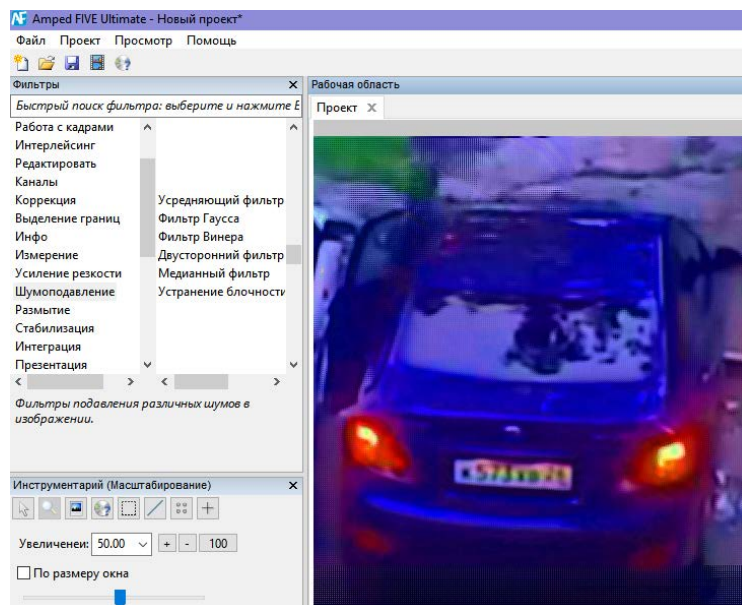
Рис. 2. Фрагмент улучшенного кадра после его обработки в Amped FIVE

лучшего восприятия маловидимых (низкоконтрастных) фрагментов изображения, а также фильтр *Оттенки/Насыщенность/Яркость* для настройки светотени, уровня интенсивности яркости и цветности. Получаем более насыщенное и яркое изображение регистрационного номера автомобиля как промежуточный результат технического улучшения видеозаписи, что помогает различить отдельные числовые и буквенные символы — «к 573».

Далее с помощью фильтра *Локальная стабилизация* добиваемся устранения эффекта «тряски» видеозаписи для стабилизации области, где находится интересующий нас номер автомобиля. После этого применяем фильтр *Медианный фильтр* для подавления дополнительных шумов в RGB-каналах.



**Рис. 3.** Исходный кадр видеозаписи, на которой запечатлен регистрационный знак автомобиля, до обработки в Amped FIVE



**Рис. 4.** Улучшенный кадр видеозаписи, на которой запечатлен регистрационный знак автомобиля, после обработки в Amped FIVE

При обработке видеопотока первого примера в Adobe Photoshop были применены следующие фильтры: фильтр усиления резкости для устранения «смаза» при движении видеофиксирующей аппаратуры, фильтр стабилизация изображения в целях устранения эффекта «тряски» изображения, фильтр уменьшения шума (шумоподавления).

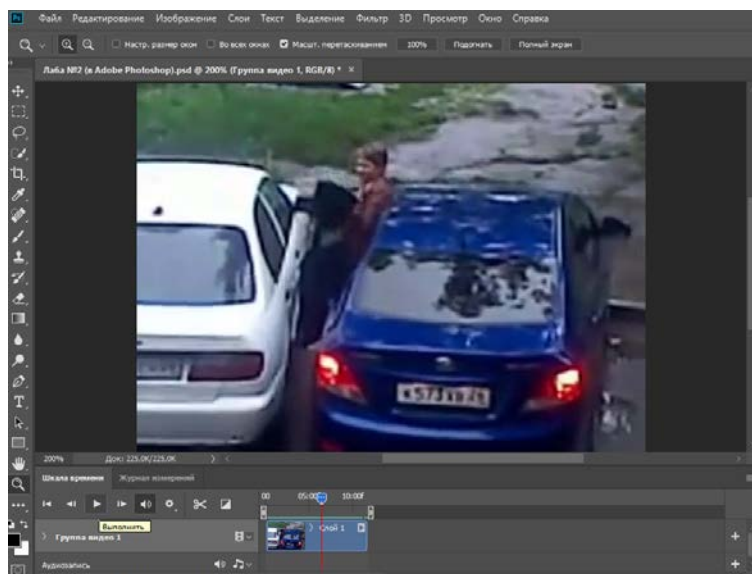


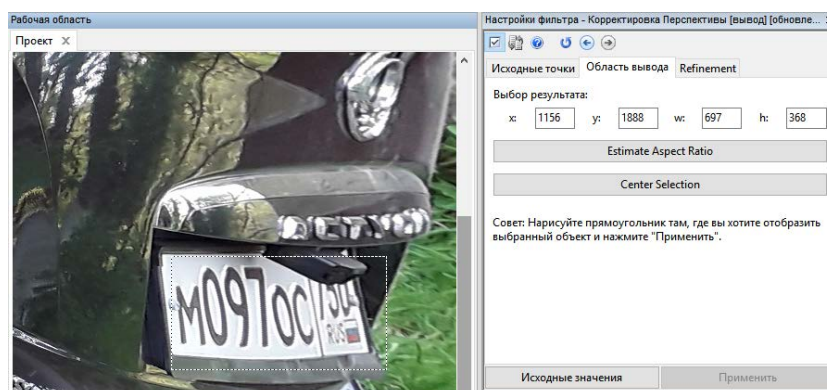
Рис. 5. Улучшенный кадр видеозаписи, на которой запечатлен регистрационный знак автомобиля, после обработки в Adobe Photoshop

Таким образом, в результате произведенного технического улучшения видеозаписи второго примера в программах Amped FIVE и Adobe Photoshop было получено более качественное изображение, по которому можно установить регистрационный знак автотранспортного средства, а именно «к 573 кв» (см. рис. 4, 5).

При обработке видеопотока второго примера в программе Amped FIVE (рис. 6) был использован фильтр *Корректировка перспективы*, который позволил отобразить необходимую область видеоизображения (номер автомобиля) в удобном ракурсе. В результате удалось установить точный регистрационный номер транспортного средства — серия «м ос», регистрационный номер «097» и код региона «750» (рис. 7).



Рис. 6. Исходный кадр видеозаписи до обработки в Amped FIVE



**Рис. 7.** Технически улучшенный кадр видеозаписи, на которой запечатлен регистрационный знак автомобиля, после обработки в Amped FIVE

Таким образом, в процессе технического улучшения представленных на изучение видеозаписей удалось получить более качественные изображения регистрационных знаков транспортных средств, запечатленных на видеозаписях. В первом примере различение такого знака на общем фоне было затруднено в силу атмосферных условий съемки (плохая видимость из-за дождя) и низкого качества самого видеопотока, во втором случае — в силу непосредственно ракурса проведенной видеосъемки (объект видеосъемки находился под углом).

## Литература

- [1] ГОСТ 13699-91. Межгосударственный стандарт. Запись и воспроизведение информации. Термины и определения. М., Стандартиформ, 2005
- [2] Смирнова С.А., Усов А.И. Повышение научной обоснованности методического обеспечения судебной экспертизы — один из важных международных трендов. *Теория и практика судебной экспертизы*, 2017, т. 12, № 2, с. 11–17.
- [3] Баюш А.А. Понятие, сущность и значение судебной видеотехнической экспертизы в условиях современного судопроизводства. *Политехнический молодежный журнал*, 2019, № 4(33). DOI: 10.18698/2541-8009-2019-4-460 URL: [http://ptsj.ru/catalog/jur/civ\\_/460.html](http://ptsj.ru/catalog/jur/civ_/460.html)
- [4] Безлепкин Б.Т., ред. Комментарий к Уголовно-процессуальному кодексу Российской Федерации (постатейный) с учетом ФЗ № 271-ФЗ, 272-ФЗ, 302-ФЗ. М., Проспект, 2016.
- [5] Смирнова С.А., Усов А.И. Судебная экспертиза как базовый механизм реализации принципа верховенства права в государствах-членах ШОС. *Теория и практика судебной экспертизы*, 2018, т. 13, № 2, с. 6–15.
- [6] Хайретдинов Д.А. Возможность индивидуализации людей и определение государственных регистрационных знаков транспортных средств, запечатленных на записях автомобильных видеорегистраторов. *Судебная экспертиза: правовые, теоретические и методические проблемы. Межвузовская науч.-практ. конф. студентов и аспирантов*. М., 2015, с. 206–209.
- [7] Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. М., Техносфера, 2012.



- [8] Вехов В.Б., Баюш А.А. Использование компьютерных технологий в судебно-экспертной деятельности. *Актуальные научные исследования в современном мире*, 2018, № 6-2(38), с. 58–60.
- [9] Хайретдинов Д.А., Титаренко В.А. Применение современного программного инструментария для технического улучшения и (или) реконструкции изображений. *VIII Межд. науч.-практ. конф. «European scientific conference»*. Пенза, Наука и Просвещение, 2018, с. 128–134.

**Баюш Анна Анатольевна** — студентка кафедры «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

**Научный руководитель** — Манучарян Аветис Каренович, ассистент кафедры «Юриспруденция, интеллектуальная собственность и судебная экспертиза», МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация.

---

## QUALITY IMPROVEMENT AND RECONSTRUCTION OF DIGITAL VIDEO IMAGES

A.A. Bayush

annabayush@mail.ru  
SPIN-code: 3271-9054

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation

**Abstract**

The article is devoted to the study of video records, and especially the improvement of digital video images, as well as their reconstruction, which helps to identify subtle details and focus on individual details and characteristics of the original video image that are of interest to the expert. The concepts of improving and reconstructing video images are revealed, diagnostic and individual (identification) features of the video being studied are identified, general algorithms for reconstruction and technical improvement of images are listed. Practical examples are considered of technical improvement of the image with a darkened face of a person, as well as images of the registration plate of a vehicle captured on video.

**Keywords**

Forensic examination, forensic expert, forensic video examination (FVE), video record (videogram), digital processing of video images, technical improvement of video images, reconstruction of video images, Amped FIVE, Adobe Photoshop

Received 02.07.2019

© Bauman Moscow State Technical  
University, 2019**References**

- [1] GOST 13699-91. Mezhgosudarstvennyy standart. Zapis' i vosproizvedenie informatsii. Terminy i opredeleniya [GOST 13699-91. International standard. Information recording and reproduction. Terms and definitions]. Moscow, Standartinform Publ., 2005 (in Russ.).
- [2] Smirnova S.A., Usov A.I. Enhancing the scientific validity of methodological support in forensic science: an important international trend. *Teoriya i praktika sudebnoy ekspertizy* [Theory and Practice of Forensic Science], 2017, vol. 12, no. 2, pp. 11–17 (in Russ.).
- [3] Bayush A.A. The concept, essence and importance of forensic video-technical expertise in the context of modern judicial proceedings. *Politekhnichestkiy molodezhnyy zhurnal* [Politechnical student journal], 2019, no. 4(33). DOI: 10.18698/2541-8009-2019-4-460 URL: [http://ptsj.ru/catalog/jur/civ\\_/460.html](http://ptsj.ru/catalog/jur/civ_/460.html) (in Russ.).
- [4] Bezlepkin B.T., ed. Kommentariy k Ugolovno-protsessual'nomu kodeksu Rossiyskoy Federatsii (postateynyy) s uchetom FZ no. 271-FZ, 272-FZ, 302-FZ [Comments to the Russian Federation Code of Criminal Procedure (clause by clause) taking into account FL no. 271-FZ, 272-FZ, 302-FZ]. Moscow, Prospekt Pybl., 2016 (in Russ.).
- [5] Smirnova S.A., Usov A.I. Forensic expertise as a basic mechanism for enforcing the rule of law in SCO member states. *Teoriya i praktika sudebnoy ekspertizy* [Theory and Practice of Forensic Science], 2018, vol. 13, no. 2, pp. 6–15 (in Russ.).
- [6] Khayretidinov D.A. [Possibility of people individualization and recognition of vehicle identification numbers recorded by car dash cams]. *Sudebnaya ekspertiza: pravovye, teoreticheskie i metodicheskie problemy. Mezhvuzovskaya nauch.-prakt. konf. studentov i aspirantov* [Forensic enquiry: law, theoretical and methodical problems. Inter-university sci.-pract. conf of students and post-graduates]. Moscow, 2015, pp. 206–209 (in Russ.).

- [7] Gonzales R.C., Woods R.E. Digital image processing. Boston, MA Addison-Wesley, 2001 (Russ. ed.: Tsifrovaya obrabotka izobrazheniy. Moscow, Tekhnosfera Publ., 2012.).
- [8] Vekhov V.B., Bayush A.A. Using computer technologies in forensic activities. Aktual'nye nauchnye issledovaniya v sovremennom mire, 2018, no. 6-2(38), pp. 58–60 (in Russ.).
- [9] Khayretdinov D.A., Titarenko V.A. [The use of modern software tools for technical improvement and (or) reconstruction of images]. VIII Mezhd. nauch.-prakt. konf. “European scientific conference” [VIII Int. Sci.-Pract. Conf. “European Scientific Conference”]. Penza, Nauka i Prosveshchenie Publ., 2018, pp. 128–134 (in Russ.).

**Bayush A.A.** — Student, Department of Law, Intellectual Property and Forensic Examination, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.

**Scientific advisor** — Manucharyan A.K., Assis. Professor, Department of Law, Intellectual Property and Forensic Examination, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation.