

# Выбор Технологии Оборудования для Реставрации Архивных Фильмокопий

Гребинь А., Прядко А., Пинчук Л., Гумен Т.  
The Department of Acoustic Engineering and Information Registration  
NTUU «KPI»  
Kiev, Ukraine  
pin6280@gmail.com

**Abstract — Work Deals with researching of film scanners that are used in the restoration of film materials.**

**Ключевые слова — реставрация, фильм-сканер, матрица, изображение, киноплёнка.**

## I. ВВЕДЕНИЕ

Современный кинематограф, кроме создания новых картин, также серьезно занят реставрацией старых материалов. Мировые бестселлеры оцифровывают, раскрашивают, чистят звук и т.д., это стало возможным благодаря внедрению современных информационных технологий в киноиндустрию. Эти технологии развиваются очень быстро и в связи с этим стали необходимы новые подходы к качеству исходных материалов. А если не заниматься восстановлением, то старые фильмы, многие из которых уже стали мировой классикой, нельзя будет увидеть не то чтобы на экране кинотеатра, а также на носителях домашнего видео нового поколения.

По отношению к архивным киноматериалам сам термин «реставрация» имеет несколько значений. Во-первых - это восстановление физического состояния носителя. Сюда входит: устранение поверхностных дефектов (разрывов перфораций, царапин, потертостей и т.д.), признаков разрушительного действия микроорганизмов (обесцвечивание участков пленки с изображением, желтые пятна) и восстановления геометрической формы (уменьшение усадки и искривления). Во-вторых, к реставрационным работам относят методы восстановления первоначального вида кинофильма, то есть когда на основании имеющихся копий или вырезок восстанавливается оригинал. В-третьих, под реставрацией также понимается перевод киноизображений из пленки, которая имеет явные признаки разрушения, на новый носитель.

Даже достаточно новые фильмы, изготовленные по плёночной технологии, подвергаются процессу реставрации перед тем, как с негатива будут напечатаны первые копии, просто об этом мало кто знает. Ведь любой аналоговый носитель теряет качество в процессе многократного перегона, а перегонять пленку начинают сразу после того, как проявят негатив. Одним словом,

любое изображение на плёночном носителе практически сразу требует реставрации [1].

## II. ОЦИФРОВКА КИНОПЛЕНКИ

В последнее время большую популярность приобретает компьютерная обработка и реставрация фильмокопий. Качественная оцифровка может быть осуществлена только в специально подготовленных помещениях, где соблюдены температурно-влажностные режимы и режим освещения, есть набор вспомогательной техники. Для того чтобы превратить киноматериал, находящийся на киноплёнке в цифровую последовательность изображений производится оцифровка пленки при помощи фильм-сканеров. На сегодняшний день предлагается достаточно большой выбор моделей сканеров, рассчитанных на использование как негативной, так и позитивной киноплёнки шириной 16 мм и 35 мм. Они отличаются как по характеристикам, так и по назначению. В зависимости от параметров фильм-сканеры могут использоваться при переносе изображения с киноплёнки в системах DI (Digital Intermediate), при оцифровке телевизионных программ и телесериалов, при создании визуальных эффектов, архивировании киноматериалов, для дальнейшей цветокоррекции и других процессов монтажно-тонировочной стадии производства, а также во многих других случаях. Однако не все сканеры могут использоваться при реставрации киноматериалов, так как при реставрации плёнка должна быть отсканирована с высоким разрешением в виде последовательности несжатых изображений с целью получения максимальной детализации элементов изображения, в том числе и имеющихся на нем дефектов.

Чаще всего реставраторы работают не с оригиналами, а с промежуточными позитивными и негативными копиями. Однако если отсутствуют промежуточные копии, то работа все же проводится над оригиналом картины. В таких случаях сначала реставрации подлежит негатив-оригинал. Для этого используются специальные растворы, полировка и многие другие методы восстановления материала. Такой процесс может занимать от нескольких недель до нескольких месяцев, в зависимости от состояния негатива.

Печать копии с отреставрированного негатива

начинается с того, что сначала печатается небольшая часть фильма в различных режимах. Копия пересматривается, выбирается соответствующий режим печати, только потом печатается полная копия оригинального материала.

Работа с оригиналами негативного изображения должна проводиться очень осторожно, чтобы предотвратить его повреждение. Поэтому сначала укрепляется эмульсионный слой, убирается грибок и плесень, а все остальные процедуры по реставрации изображения проводятся с оцифрованным материалом [2].

### III. ТЕХНОЛОГИИ СКАНИРОВАНИЯ

На сегодняшний день существуют три основные технологии сканирования, принципиально различные между собой:

- Сканирование «бегущим лучом» с электронно-лучевыми трубками.
- Линейные однострочные ПЗС-матрицы.
- Кадровые прямоугольные ПЗС или КМОП-матрицы.

Сканеры с «бегущим лучом» могут подстраиваться под любой формат киноплёнки от 8-мм до 70-мм. Также они позволяют осуществлять редактирование изображения непосредственно во время процесса сканирования, за счет изменения кадровой частоты, вплоть до стоп-кадра. Движение плёнки – непрерывное. Сканеры на базе данной технологии предоставляют довольно низкое качество оцифрованного материала, соответствующее параметрам телевидения стандартной четкости, поэтому при реставрации не используются.

Сканеры на основе линейных однострочных матриц в отличие от предыдущей технологии не представляют возможности редактирования изображения при сканировании, что считается их недостатком, эта процедура возможна уже в полученных файлах. Кроме трех стандартных светочувствительных линеек в таких сканерах часто присутствует четвертая, чувствительная к инфракрасному излучению. Это позволяет отличать дефекты от других составляющих изображения. Так как движение киноплёнки в этих сканерах непрерывное, то это важное преимущество в сканировании старых киноплёнок, для которых недопустимо использование грейферного механизма.

Сканеры, на базе технологии кадровых светочувствительных сенсоров, используют скачковый механизм, что предусматривает прерывистое движение киноплёнки. Цветоделение в таких сканерах осуществляется при помощи оптического разделения света, либо считыванием каждого кадра при его освещении красным, синим и зеленым светом. Такое сканирование позволяет значительно расширить динамический диапазон. Этот тип сканеров также используется при реставрации киноматериалов, так как позволяет получать качественные контрастные изображения [3].

### IV. ОСОБЕННОСТИ НЕКОТОРЫХ МОДЕЛЕЙ ФИЛЬМ-СКАНЕРОВ

Требования к фильм-сканерам используемых при реставрации киноматериалов значительно выше, чем для других направлений. Поэтому определим характеристики сканеров, которые бы отвечали требованиям реставрации киноматериалов. К таким характеристикам необходимо отнести:

- Метод сканирования.
- Скорость сканирования.
- Тип системы освещения.
- Разрешение в пикселях.
- Тип светочувствительной матрицы.
- Форматы файлов на выходе.
- Интерфейсы.
- Программное обеспечение и компьютерная составляющая в структуре фильм-сканера.

Лентопротяжный механизм должен обеспечивать работу без риска повреждения плёнки со старыми плёночными материалами с широким диапазоном усадок, деформациями и склейками. Также, сканировать нужно не только поле кадра, а всю поверхность киноплёнки, включая фонограмму и перфорацию. Сканирование должно проводиться с высоким разрешением (вплоть до фиксации структуры зерна плёнки). В результате сканирования должна получаться дубликационно точная копия, полностью совпадающая с оригиналом по градационным и цветоделительным характеристикам. Так как фильм-сканеры не имеют видеовыхода, то они должны осуществлять сканирование высокого разрешения в виде компьютерных файлов, пригодных для хранения несжатого изображения по технологии RAW, что позволяет оцифровывать материал с киноплёнки без потери качества.

Постепенно меняется как методика сканирования, так и само сканирующее оборудование. В целом тенденция заключается в сканировании плёнки в разрешении 2K или 4K, в среднем, при 16 битах на каждый цветовой канал, но все, же каждая модель фильм-сканера имеет свои особенности, рассмотрим некоторые из них.

Фильм-сканер ArriScan имеет широкие возможности, которые позволяют использовать его, в том числе и при реставрации. Аппарат имеет автоматический режим сканирования с выборкой только необходимых сцен на основе импортированных листов монтажных решений (EDL), полученных в результате черного монтажа.

Наличие светодиодов, в качестве источника света, с возможностью настройки их для различных типов плёнки, обеспечивает высокое качество изображения, низкое энергопотребление, а также минимальное выделение тепла, что значительно предотвращает разрушение плёнки. Из особенностей, можно заметить то, что помимо RGB-светодиодов используются линейные инфракрасные светодиоды. Приложением к этому всему является технология Kodak Digital ICE, суть которой заключается в генерировании масок в процессе сканирования. Технология позволяет отличать пыль и царапины от других составляющих изображения. Результат

дополнительного сканирования пленки в инфракрасном свете записывается в виде дополнительного D-канала (данные о дефектах).

Наложение этого канала на выходные каналы RGB позволяет определить, что относится к изображению, а какая информация представляет собой дефект.

Конечное изображение будет содержать только полезную информацию из кадра, без наличия дефектов. Недостатком этой технологии является то, что она не работает со старыми черно-белыми пленками, в которых изображение в эмульсионном слое формируется на основе серебра, восстановленного в процессе проявки с галогенидов серебра, так как серебро является непрозрачным для инфракрасного излучения [4].

Считывание с высоким качеством обеспечивает КМОП-матрица, с разрешением сенсора 3К×2К, 6К×4К при макросканировании. Позиционирование кадра происходит по футажному коду, что обеспечивает стабильность протяжки и устойчивость изображений в кадре. Кадровое окно фильм-сканера ARRISCAN перенастраивается с формата 35-мм на 16-мм. При этом аппарат позволяет сканировать киноленты с разной степенью усадки.

Еще одной особенностью сканера является режим двойной коррелированной выборки сигнала (Correlated Double Sampling), когда каждый кадр сканируется дважды при разной освещенности, затем оба изображения оцифровываются, и из них формируется результирующее. Данная технология позволяет значительно снизить уровень шумов в кадре, что очень важно при работе с архивными кинолентами. Форматы изображения на выходе: Cineon, TIFF, 16-разрядные линейные файлы, DPX, 10-разрядные логарифмические файлы. Управление сканером осуществляется через компьютер на базе Linux. Навигация по меню облегчается благодаря наличию сенсорного дисплея [5].

Фильм-сканер Northlight позволяет работать со скоростью 2 кадра/с в режиме 2К и около 1 кадра/с в режиме 4К. Ширина киноленты – 16, 35 и 65 мм. Данный аппарат обеспечивает качество изображения, превосходящее традиционные покадровые (pin registered) фильм-сканеры.

В качестве источника света применена галогенная лампа мощностью 700 Вт. Для преобразования света в электрический сигнал используется система из трех линейных ПЗС разрешением 8К с термокомпенсацией. Однако разрешение 8К возможно только для 65-мм форматов, для 35-мм доступно максимальное разрешение 6К×4,5К, а для 16-мм разрешение 3К×1,5К. Плоскопанельная транспортировка без горизонтальных поверхностей снижает количество попадающей на киноленту пыли, других инородных частиц и увеличивает безопасность перематки. Сканер считывает футажные коды и в покадровом режиме, и в режиме номинальной скорости протяжки ленты. В Northlight также имеется возможность импортировать листы CMX C-mode или FilmLight (оба листа с опциями).

Есть возможность создания изображений низкого разрешения в автоматическом режиме. Выходные данные регистрируются в виде 10- или 16-разрядных логарифмических файлов DPX/Cineon, которые могут распознаваться стандартной файловой системой.

Модель Northlight была модернизирована в Northlight 2, в которой были применены более совершенные технологические решения, а именно усовершенствованные ПЗС, электронные компоненты и схемы, оригинальные конструкции отражательных линз, обеспечивающих оптическое разрешение до 20 пар линий/мм. Все эти новшества позволили повысить скорость сканирования до 0,75 с на кадр при разрешении 4К. Управление сканером осуществляется через компьютер на базе Linux или SGI. В программное обеспечение сканера интегрирован набор инструментов для проведения реставрационных работ с оцифрованными материалами [6].

Еще одним фильм-сканером, который широко используется в реставрации киноматериалов является Imager XE-Advanced Plus компании Imagica. В качестве источника света в нем используется ксеноновая лампа мощностью 500 Вт, регистрация изображения производится с помощью трех ПЗС, с разрешением 5К, снабженных 14-разрядным ЦАП и 16-разрядным процессором обработки изображений. С помощью смены блока ПЗС возможно переключение в режим, позволяющий работать с разрешением 10К, обеспечивающий повышение разрешения с исходных 4К. Также разрешение изображения может быть понижено до 3К или даже 2К, с сохранением качества, присущего для 4К.

Особенностью данного фильм-сканера является специально разработанная кадровая рамка, с которой возможно сканирование не только исходных материалов, но и склеенных (смонтированных) пленок. Благодаря этому считывание ведется без рывков и с высокой стабильностью транспортировки пленки. Также узел сканирования обеспечивает безопасную ускоренную перематку пленки, достигающую 30 м/мин, с минимальным контактом ее с элементами механизма.

В сканере предусмотрена функция FLC (Feedback for Light-source Compensator), позволяющая компенсировать флуктуацию данных, вызванную изменением параметров лампы. Есть также механизм автоматической калибровки резкости и яркости.

Форматы файлов на выходе: Cineon (FIDO, 10 бит, логарифмический), TIFF (8/16 бит, линейный), SGI (8/16 бит, линейный) и DPX (10 бит, логарифмический). Управление ведется с помощью компьютера с операционной системой Linux или Windows [7].

Популярным среди реставраторов фильм-сканером является Muller HM Data Framescanner. Сканирующий сенсор с широким динамическим диапазоном проводит сканирование кинолент со скоростью 8-25 кадров в секунду в цветовом режиме RAW16 с разрешением HD (до 1920×1080 пикселей), что на сегодняшний день не очень много. Однако, не смотря на это, данный сканер имеет ряд особенностей, которые значительно улучшают

качество обрабатываемого материала. Например, перед началом сканирования киноплёнок применяется модуль «Wet gate». Он покрывает киноплёнку специальным составом жидкости, которая заполняет царапины, сколы и трещины, что позволяет убрать до 90% дефектов такого типа на кадре, без внесения искажений в изображение, к тому же жидкость совершенно безвредна для киноплёнки.

Для определения местоположения кадров в процессе сканирования, используется лазерная детекторная система, с изменяемым положением луча. Она считывает отверстия перфорации и позволяет добиться стабильности изображения без вертикального дрожания кадра, скачков, даже на киноплёнке с поврежденной перфорацией.

В сканере используется источник света с короткой длиной волны и диффузный фильтр, что позволяет получить равномерное освещение по всей плоскости кадра, маскируя царапины и сколы на плёнке.

Сканер также имеет систему чистящих роликов PTR (Particle Transfer Rollers). Они снимают пыль и мелкие волоски с поверхности плёнки перед сканированием, что позволяет исключить их попадание на изображение во время сканирования.

Также, в фильм-сканере Muller НМ используется большое кадровое окно, что позволяет получать изображение целиком в полный размер кадра. При этом изображение даже с деформированных плёнок получается в фокусе и без дрожания. Для протяжки плёнки используется роликовый механизм, что делает сканер пригодным для сканирования очень старых поврежденных киноплёнок.

Программный комплекс на базе фильм-сканера Muller НМ включает в себя следующие фильтры:

- Существенное повышение резкости изображения.
- Удаление грязи, впечатанной в эмульсионный слой киноплёнки.
- Удаление черных точек.
- Удаление трещин и сколов на эмульсионном слое киноплёнки.
- Удаление царапин.
- Подавление зернистости.
- Устранение дрожания и стабилизация.
- Цветокоррекция, коррекция яркости, контрастности и других параметров видеосигнала [8].

## V. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реставрация киноплёночных фильмовых материалов сегодня весьма актуальна. Весомым аргументом важности этого процесса является то, что перед изготовлением позитива фильмокопии реставрации подлежат не только старые кинофильмы, но и относительно новые фильмы, которые были сняты по плёночной технологии.

Современный процесс реставрации архивных фильмокопий представляет собой эффективное сочетание традиционных подходов и новых цифровых технологий.

Сегодня в качестве основного оборудования в технологической цепочке цифровой реставрации негативных и позитивных изображений на киноплёнке можно рекомендовать использование фильм-сканеров. Изготовители предлагают достаточно большой выбор моделей фильм-сканеров, различающихся по своим характеристикам, функциям и назначению. Большинство рассмотренных моделей фильм-сканеров могут эффективно использоваться в реставрации архивных киноматериалов. Однако предпочтение следует отдавать фильм-сканерам с инфракрасным альфа-каналом обнаружения царапин, пыли и повреждений эмульсионного слоя с одновременной записью этой информации и ее «привязке» к конкретному кадру изображения, а также фильм-сканерам, осветительная система которых обеспечивает сведение к минимуму доли направленного света за счет специальных интегрирующих сфер или «мокрого» кадрового окна. Важнейшее значение имеют параметры видеосигнала, полученного в результате цифровой обработки сканируемого изображения. Система транспортировки киноплёнки должна обеспечить не только точность позиционирования каждого кадра, но и гарантировать неповреждаемость самой киноплёнки.

## ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

- [1] Реставрация – это целая научно-исследовательская работа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [http://www.mosfilm.ru/news/index.php?ELEMENT\\_ID=11298](http://www.mosfilm.ru/news/index.php?ELEMENT_ID=11298). – Название с экрана.
- [2] Реставрация старых фильмов: интервью «DVD Guide» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.close-up.ru/articles/detail.php?AID=7289>. – Название с экрана.
- [3] Сканер киноплёнки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%80\\_%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D1%91%D0%BD%D0%BA%D0%B8](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%80_%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D1%91%D0%BD%D0%BA%D0%B8). – Название с экрана.
- [4] Digital ICE [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.scan Kiev.com.ua/articles/000035-4-1.htm>. – Название с экрана.
- [5] ARRISCAN [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [http://www.dtcinema.ru/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=105:arriscan&Itemid=129](http://www.dtcinema.ru/index.php?option=com_k2&view=item&id=105:arriscan&Itemid=129). – Название с экрана.
- [6] FilmLight – Northlight [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [http://www.dtcinema.ru/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=107:norhlight&Itemid=102](http://www.dtcinema.ru/index.php?option=com_k2&view=item&id=107:norhlight&Itemid=102). – Название с экрана.
- [7] Imegica [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [http://www.dtcinema.ru/index.php?option=com\\_k2&view=item&id=127:imegica&Itemid=136](http://www.dtcinema.ru/index.php?option=com_k2&view=item&id=127:imegica&Itemid=136). – Название с экрана.
- [8] Очередь дошла до кино [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: [http://edok-journal.ru/articles/proekt/ochedred\\_doshla\\_do\\_kino/](http://edok-journal.ru/articles/proekt/ochedred_doshla_do_kino/). – Название с экрана.