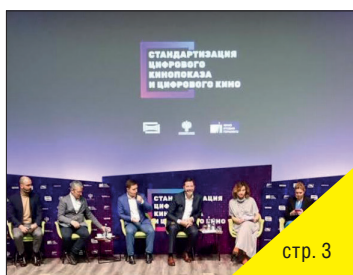


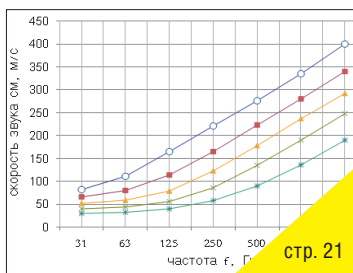
2021-4(15) СОДЕРЖАНИЕ



стр. 3

Новости

Стандартизацию цифрового кинопроцесса обсудили лидеры индустрии на ежегодной конференции в Москве 3

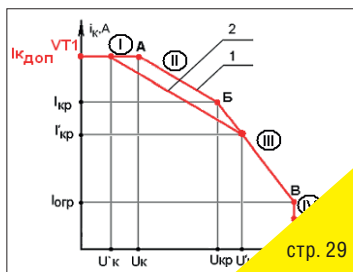


стр. 21

Технологии

В. Сычёв
Категории технического качества 9

А. Ганков
К вопросу хранения цифровых фильмовых материалов 11



стр. 29

Д. Сухов
Программа создания нормативно-технической основы для приёмки обязательного экземпляра в цифровом виде 14

О. Березин
Разработка программы добровольной сертификации качества кинопоказа АВКтекст 16

Ю. Индлин
Акустика малых помещений 21



стр. 34

Л. Тихонова
Повышение надёжности усилителей мощности сигналов звуковой частоты. Часть 2: Обобщённая структура алгоритма расчёта оконечных каскадов 29

Мастер-класс

Е. Артемов
Как научиться фотокомпозиции. Композиционные законы, закономерности, приёмы и средства 34

Требования для публикации научных статей в журнале «МИР ТЕХНИКИ КИНО»

1. Статья представляется на электронном носителе, либо по почте Kevin@paradiz.ru, объёмом не более 40 000 знаков.
2. Рисунки должны быть отдельно в JPG или TIF с разрешением не менее 300 dpi.
3. Статьи должны содержать (на русском и английском языках):
 - название;
 - аннотацию (краткую);
 - ключевые слова.
4. С авторами заключается лицензионное соглашение на публикацию.
5. Плата с аспирантов за публикацию не взимается.

Электронная версия www.elibrary.ru

Подписной индекс Роспечать: № 81923

Научно-технический журнал «Мир Техники Кино»
Выходит 4 раза в год
Издатель: ООО «ИПП «КУНА»
Учредители: Филиал «НИКФИ» АО «ТПО «Кино студия им. М. Горького», ООО «ИПП «КУНА»

Руководитель проекта: Костылев Олег Юрьевич
Главный редактор:
Индлин Юрий Александрович, к.т.н.
Выпускающий редактор:
Захарова Тамара Владимировна
Арт-директор, оформление обложки:
Шишкин Владимир Геннадьевич
Вёрстка и дизайн: Луговая Мария Васильевна
Корректор: Сайкина Наталья Владимировна

Члены редакции:
Овечкис Ю.Н., д.т.н., Московский Политехнический Университет, РФ
Вишняков Г.Н., проф., д.т.н., ФГУП «ВНИИОФИ», г. Москва, РФ
Тихомирова Г.В., проф., д.т.н., СПбГИК, г. Санкт-Петербург, РФ
Сакварелидзе М.А., д.х.н., ВГИК, г. Москва, РФ
Винокур А.И., д.т.н., Московский Политехнический Университет, РФ
Перегудов А.Ф., к.т.н., ВГТРК, г. Санкт-Петербург, РФ
Березин О.С., «Невафильм», г. Санкт-Петербург, РФ
Барский И.Д., к.т.н., ВГИК, г. Москва, РФ
Одинокоев С.Б., д.т.н., МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, РФ
Раев О.Н., к.т.н., ВГИК, г. Москва, РФ
Волков А.С., к.т.н., Министерство культуры РФ

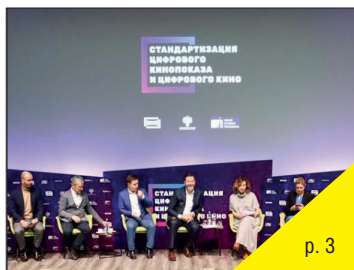
Отпечатано в ООО «ИПП «КУНА»
Объём 5 п.л. Заказ № 160618.
Тираж 999 экземпляров.

Свидетельство о регистрации
СМИ-ПИ № ФС77-65712 от 13 мая 2016 года.

Перепечатка материалов осуществляется только с разрешения редакции, ссылка на журнал обязательна. Редакция не несёт ответственности за достоверность сведений о рекламе и объявлениях. Мнение редакции и рецензентов не всегда совпадает с точкой зрения авторов статей.

www.mtk-edition.ru, e-mail: kevin@paradiz.ru
телефон (факс): +7 (495) 795-02-99, 795-02-97

2021-3(15) CONTENT

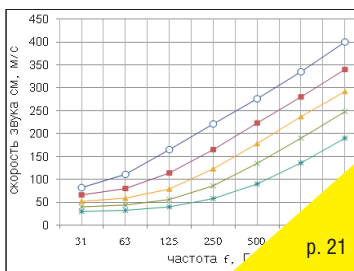


р. 3

News

Industry leaders discussed the standardization of the digital cinema process at the annual conference in Moscow

3

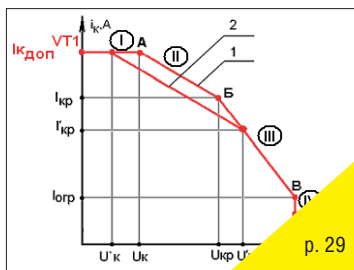


р. 21

Technology

V. Sychev
Categories of technical quality

9



р. 29

A. Gankov
On the issue of storing digital film materials

11

D. Sukhov
Program for creating a regulatory and technical basis for acceptance Legal deposit in digital form

14

O. Berezin
Development of a voluntary quality certification program film screening AVKtekt

16

Yu. Indlin
Acoustics of small rooms

21

L. Tikhonova
Increasing the reliability of audio signal power amplifiers frequencies. Part 2: Generalized structure of the algorithm for calculating the terminal cascades

29



р. 34

Master-class

E. Artemov
How to learn photo composition. Compositional laws, regularities, methods and means

34

The requirements for the publication of scientific articles in the journal «World of technique of cinema»:

1. Articles (papers) are submitted in electronic format, by mail Kevin@paradiz.ru, volume of no more than 40 000 characters.
2. Pictures must be sent as separate files in JPG or TIF format with a resolution of at least 300 dpi.
3. Articles (papers) should contain (in Russian and in English):
 - the name,
 - annotation,
 - keywords.
4. Authors must conclude a license agreement for publication.
5. Graduate students are not charged for publication.

Electronic version www.elibrary.ru

Subscription index Rospechat: № 81923

Scientific and Technical Journal «World of Technique of Cinema» is published 4 times per year

Publisher by «IPP «CUNA» Ltd.
Founded by «IPP «CUNA» Ltd. and branch «Cinema and photo research institute» JSC «Gorky film studio».

Certificate of Registration Media-PI № FS77-65712
May 13, 2016.

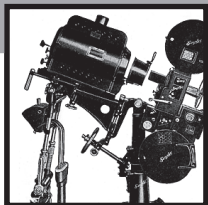
www.mtk-edition.ru,
e-mail: kevin@paradiz.ru,
tel. (fax): +7 (495)795-0297,795-0299

Chairman Ph.D. Yu.Indlin

Members of the editorial board:
Dst. Y. Ovechkis, Moscow Polytechnic University, RF
Dst. prof. G. Tihomirova, SPbGUCT, Sankt-Petersburg, RF
Dst. prof. G. Vishnyakov, FSUE «VNIIOFI», Moscow, RF
Dst. M. Sakvarelidze, VGIK, Moscow, RF
Dst. prof. A. Vinokur, Moscow Polytechnic University, RF
O. Berezin, Nevafilm, Sankt-Petersburg, RF
Dst. prof. S. Odinokov, Bauman MSTU, Moscow, RF
Ph.D. A. Peregudov, RTR, RF
Ph.D. I. Barsky, VGIK, Moscow, RF
Ph.D. O. Raev, VGIK, Moscow, RF
Ph.D. A. Volkov, Ministry of Culture RF.

No part of this issue may be reproduced without written permission of the publisher, reference to the journal is obligatory. World of Technique of Cinema owns the copyrights to all published material, unless otherwise stated. Statements and opinions expressed in articles or editorials are expressions of contributors and do not necessarily represent the policies or opinions of Board of Editors. Opinion of editorial boards and of reviewers do not always coincides with the point of view of authors of articles. Advertisements appearing in the publication are the sole responsibility of the advertiser.

Printed in Russia.



СТАНДАРТИЗАЦИЮ ЦИФРОВОГО КИНОПРОЦЕССА

обсудили лидеры индустрии на ежегодной конференции в Москве



■ 10 декабря 2021 года, в московском пространстве Старт Хаб на Красном Октябре прошла вторая ежегодная научно-техническая конференция, посвященная стандартизации цифрового кинопроцесса под названием «Вызовы киноиндустрии в эпоху глобальной цифровой трансформации».

Конференция была организована Киностудией им. М. Горького, филиалом Научно-исследовательский

кинофотоинститут (НИКФИ) при поддержке и по инициативе Министерства культуры Российской Федерации.

Открывая конференцию, директор Департамента кинематографии и цифрового развития Минкультуры России Светлана Максимченко рассказала об инициативах правительства по цифровому развитию и использованию информационных технологий для автоматизации государственных услуг. Изменения в законодательст-

ве затронут, в том числе, услуги по предоставлению удостоверения национального фильма и прокатного удостоверения.

«Мы в Минкультуры России также стремимся к тому, чтобы сделать цифровым процесс передачи в архивы обязательного экземпляра фильма. Внесение необходимых изменений в закон уже запущено. В идеале госуслуга по предоставлению прокатных удостоверений должна осуществляться через «одно окно», куда загружается электронный файл фильма как обязательный экземпляр, а из него автоматически формируется просмотрная копия для «прокатки». Мы хотим дать возможность дистрибьюторам и правообладателям полностью уйти от сдачи документов на материальных носителях – все информация будет направляться в Минкультуры через электронные формы на сайте «Госуслуги». Надеюсь, это перспектива максимум двух лет. Параллельно мы прорабатываем возможность подачи в электронном виде документов на конкурсы министерства», – сказала она.

Участники панельной дискуссии обсудили текущую ситуацию на рынке, возможности развития киноиндустрии в современных условиях и технические особенности цифровой трансформации.

«Локдауны и переносы премьер негативно повлияли на кинотеатры, и сложившаяся ситуация ускорила развитие стриминговых сервисов. Рынок вынужден реагировать, искать новые стратегии монетизации, которая неизбежно смещается в сторону цифровых площадок. Молодежь предпочитает смотреть в Интернете, сокращается цифровое окно, премьеры некоторых фильмов проходят онлайн. Чтобы вся индустрия могла дальше успешно развиваться, этот год мы должны посвятить поиску компромисса» – отмечает генеральный директор Киностудии им. М. Горького Юлиана Слащева.

«Молодёжь чаще всего смотрит контент в Интернете, причём на мобильных устройствах», – заметил в своём выступлении генеральный директор АНО «Институт развития интернета» Алексей Гореславский. Он рассказал, что «смотрение» в целом меняется: появляются вертикальные форматы, набирает популярность формат screen life, наблюдается сильная синергия с игровой индустрией, в производстве кино всё чаще применяются нейросети. Дальше в контенте будет появляться всё больше искусственных вкраплений, активно будет развиваться подстройка контента под пользователя с доставкой через индивидуальное устройство с помощью цифрового ID.

Важнейшей задачей сегодня становится совершенствование системы хранения копий и расширения доступа зрителей к архивным фильмам. Оцифровка фильмов – это серьёзная работа, которую необходимо проводить с целью сохранения культурного наследия, считает ВРИО генерального директора Госфильмофонда России Роман Чистяков. По его словам, в перспективе ближайших лет станет возможным значительное ускорение темпа оцифровки благодаря использованию новейших технологий

и оборудования. При этом цифровая реставрация – это отдельная задача, которая должна решаться совместно с киностудиями и авторами фильмов.

В дискуссии также приняли участие: исполнительный директор Фонда развития современного кинематографа «Кинопрайм» Антон Малышев, продюсер и основатель кинокомпании «Водород» Михаил Врубель, продюсер и основатель Нуле Production Илья Стюарт, генеральный продюсер компании 1-2-3 Production и генеральный директор телеканала «ТВ-3» Валерий Фёдорович, генеральный директор «МТС Медиа/KION» Игорь Мишин, исполнительный директор Фонда кино Фёдор Соснов, председатель Ассоциации владельцев кинотеатров Олег Березин, генеральный продюсер Okko Джаник Файзиев, директор по контенту медиасервисов «Яндекса» Ольга Филиппук.

В тематических сессиях конференции выступили ведущие научные и технические специалисты, а также эксперты компаний и представители государственных структур.

В рамках панели «Технические стандарты показа и хранения» эксперты обсудили актуальные вопросы стандартизации в киноотрасли, в том числе добровольную сертификацию кинотеатров. В сессии приняли участие заместитель директора ФГБУ «Российский институт Стандартизации» Алексей Иванов, директор по производству Dolby в России и СНГ Александр Розанов, директор по информационным технологиям Киностудии им. М. Горького Алексей Ганков, генеральный директор группы компаний «Кинокомфорт» Сергей Пуськов, председатель Ассоциация владельцев кинотеатров Олег Березин, эксперты Научно-исследовательского кинофотоинститута (НИКФИ) Вячеслав Сычев (его выступление читайте на страницах этого журнала) и Дмитрий Чекалин.

Участники панели «Задачи цифровой трансформации, цифровой обязательный экземпляр» рассмотрели особенности формирования правовой базы для перехода на приёмку обязательного экземпляра фильма в цифровом виде и автоматизацию предоставления прокатного удостоверения и удостоверения национального фильма. А также проблемы безопасности хранения копий и цифровое пиратство. Своё видение представили начальник отдела нормативного обеспечения предоставления государственных услуг и осуществления функций Минэкономразвития России Варвара Каськова, начальник отдела организационного обеспечения НИКФИ Дмитрий Сухов, советник по техническому развитию Госфильмофонда России Игорь Богдасаров, руководитель направления по работе с государственным сектором USETECH Сергей Васюк, генеральный директор Ассоциации «Интернет-видео» Алексей Бырдин, президент Федерации интеллектуальной собственности Сергей Матвеев, директор по развитию киноархива net-film Андрей Трепещов.

Некоторые выступления читайте на страницах этого выпуска журнала.

МИНИСТР КУЛЬТУРЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Ольга Любимова

(приветственное слово ко всем участникам):



Ольга Борисовна Любимова

Дорогие друзья! Это уже вторая встреча, что подтверждает заинтересованность участников индустрии в поисках эффективных путей цифровизации отрасли. Мероприятие зарекомендовало себя площадкой для открытого диалога государства с профессиональными кинематографистами. Технологии стремительно развиваются и влияют на производство, предъявляют новые требования к качеству показа в кинотеатрах. Цифровые платформы дистрибуции значительно меняют рынок и открывают возможности для инвестиций в отрасль. Важнейшей задачей для нас остаётся совершенствование системы хранения копий и расширение доступа зрителей к уникальным архивным фильмам. Желаю вам плодотворной работы и поиска успешных решений для выработки новых стандартов деятельности!

Руководитель департамента кинематографии и цифрового развития Министерства культуры Светлана Максимченко:



Светлана Борисовна Максимченко

Добрый день! Я очень коротко. Во-первых, Ольга Борисовна Любимова хотела быть сегодня здесь с нами, но, к сожалению, сегодня у неё командировка. У нас декабрь такой довольно сложный месяц с точки зрения задач, которые ставит перед нами правительство... Но я вкратце расскажу перед теми вызовами, которые стоят перед киноиндустрией. Я расскажу про вызовы, которые у нас есть перед Министерством, как ведомством. Многим кажется, что до сих пор министерство больше выглядит как аналоговое предприятие, а не цифровое? На самом деле, конечно же, у нас есть визионерское видение, и не только у нас, как у министерства, но и у правительства Российской Федерации. Видение того цифрового правительства, той цифровизации всех государственных услуг, той цифровизации общения с индустриями, с пользователями, в нашем случае это и цифровизация предоставления прокатных

удостоверений, и реестровый принцип удостоверений, и цифровизация предоставления удостоверений национальных фильмов. В настоящее время, ещё год назад, здесь Олег Березин показывал те папки, которые он привёз из г. Санкт Петербурга, чтобы сдать в отдельное окошечко в министерстве. К сожалению, всё по-прежнему так. Мы по-прежнему принимаем бумажные документы, и если речь идёт о выдаче удостоверений и, кстати, обращаю внимание, выдача удостоверений у нас прописано в законодательстве. Сейчас мы уже внесли эти изменения, я про то, чтобы там было написано не «выдача удостоверения», а чтобы там был указан реестровый принцип. То есть, мы не предполагаем, что будет документ, мы предполагаем, что будет реестр, из которого можно сделать при необходимости выписку. Также мы стремимся к тому, чтобы сделать не только подачу и предоставление услуги цифровыми, но главное, в этом проблема, чтобы сделать это предоставление обязательного экземпляра цифровым. Как вы знаете, у нас есть несколько законов, которые регулируют эту ситуацию. С одной стороны это 126-й закон федеральный о поддержке кинематографии, а с другой стороны это 77-й закон об обязательном экземпляре. И в оба эти закона мы сейчас запустили в прошлом году процесс по внесению изменений. Если 126-й закон реестровый принцип прокатных удостоверений, удостоверений национального фильма уже в начале года будет принят в комплексе всех законов, всех изменений в законодательство по госуслугам, который будет принимать Госдума. Он будет касаться не только кинематографии, а всех государственных услуг, где предполагается реестровый принцип. В обязательный экземпляр мы стремимся, чтобы была внесена поправка, что подаётся не физический носитель, не тем более плёночный носитель, а цифровой файл. Дальше, после того, как мы вносим эти изменения в закон, мы, естественно, будем параллельно процедуры потому, что это Федеральный закон, а потом будет постановление правительства, потом будут административные регламенты, дальше это собственно сама процедура принятия обязательного экземпляра электронного, то есть цифрового защищённого хранилища. И я надеюсь, что в идеальном мире это одно окно, куда загружается этот файл обязательного экземпляра, дальше из него генерируется просмотрная копия для того же прокатного удостоверения. Мы уходим полностью от всех носителей, всё изначально заполняется через электронные формы госуслуг. Невозможны дальше ошибки, потому что прислали одно, написали другое и так далее... Невозможен человеческий фактор. Как сейчас идут все эти обсуждения не на базе Министерства культуры, а в правительстве. Межведомственное обсуждение разных министерств. И там всегда такие визионерские вещи как «чиновник-робот», как нейросети, как полностью цифровые все инструменты. Это то, к чему мы стремимся. Это тоже, что мы обсуждаем. Мечта. И понятно,

что это процесс не быстрый. Мы уже год его пытаемся сдвинуть, но я надеюсь, что эта перспектива одного-двух лет. Какие-то вещи мы успеем сделать в 22-м году, что-то мы сможем сделать только к 23-му году. Но, тем не менее, это какое-то обозримое будущее, которое, я надеюсь, что удастся нам поменять. Потому что понятно, что это во многом облегчит и ускорит какие-то процессы. Потому что мы сейчас знаем, что многие процессы: и принятие документов на все конкурсы, и отборы, и полностью, насколько это возможно, максимальная автоматизация процессов без физических документов – это то, к чему мы стремимся. Это один из приоритетов в департаменте кинематографии и цифрового развития министерства, над которым мы работаем, и который мы постоянно в этом межведомственном взаимодействии со всеми двигаем. Что касается других направлений, то понятно, что мы, при поддержке контента, при поддержке собственно фильмов, мы всегда взаимодействием с индустрией. Если раньше мы не учитывали мнение платформ, то сейчас позиция платформ, их присутствие на рынке для нас критически важно. В этом году мы обновляли экспертные советы и пригласили представителей всех онлайн-платформ. Я думаю, что это представительство мы будем расширять. Мы уже сегодня видим, когда у нас проекты приходят на питчинги, показывают структуру бюджета. Мы видим, что государственная часть бюджета становится меньше, а больше становятся не только частные фонды, не только частные инвесторы, а платформы. Во многих случаях это платформа, причём как российская, так и международная дистрибуция, международные права. В завершение хочу сказать, что этот диалог мы только начинаем. Сейчас у нас недостаточно прозрачности платформ. Мы не видим эффективности государственной поддержки. Через ЕИАИС мы видим всех зрителей фильмов, сборы по каждому фильму, и можем понять, какой фильм достиг зрителей, какой фильм не собрал зрителей, как государственная поддержка сработала. В онлайн мы этого не видим. Мы видим только некоторые топы, только кто попал в какие топы, международные или российские. Но, тем не менее, мы понимаем, что зрительский интерес высокий, причём не только на международном, но и на российском рынке. Мы системно проводим работу по поддержке экспорта российского кино и первые стабильные результаты мы показывали не только на международных фестивалях в этом году, но и на международных онлайн-платформах, в том числе. Мы провели онлайн в 12-ти странах на локальных онлайн платформах RussianFilmFestival. Мы показывали российское кино недавних лет и у нас практически миллион зрителей на локальных онлайн платформах посмотрели наше российское кино. Но главное – это был только первый шаг. Этот зритель важен, но важно и то, что платформы заинтересовались покупкой этого контента и увидели интерес своего зрителя к нашему, российскому контенту.

**Генеральный директор киностудии Горького –
Юлиана Юрьевна Слащёва:**



**Юлиана Юрьевна
Слащёва**

Я хочу сказать всем огромное спасибо за то, что мы сегодня собрались. Я знаю, что такое декабрь, какое количество событий и мероприятий, которые проходят, поэтому спасибо вам. Тема актуальная и важная. Всё, что сказала Светлана, мне кажется, уже само тянет на серьёзный повод, ради чего стоило собраться. Мы все

очень ждём возможности подавать документы в цифровом формате, избавиться от этого огромного количества физических носителей и бумаг и всего, что мы обычно делаем, и для подачи на конкурсы. Это очень сильно облегчит нам всем жизнь. Я уже не первый раз слышу Светлану на эту тему. Эта команда это сделает и у нас скоро сильно легче станет процесс взаимодействия с подачей на получение господдержки и с прокатными удостоверениями. Я хочу всего один слайд попросить показать из моей презентации с трендами. Так получилось, что у меня выступление в начале. Я хотела бы как можно меньше говорить и послушать остальных. А сказать я хочу о том, с чем мы сегодня имеем дело. Мы сегодня имеем дело с тем, что падает кинопросмотр, мы все это знаем меньше и меньше в кинотеатрах. С 1 февраля в тех городах, где ещё не введены обязательные QR коды для прохода в кинотеатр, они будут введены и мы не знаем пока, как это скажется, например, на Москве. Увидим это только после 1 февраля. И, тем не менее, все, кто выходит в прокат в 1 квартале, все нервничают. Это естественное напряжение, которое существует. Пандемия ускорила развитие стриминговых сервисов. Сегодня об этом, я уверена, много будем говорить. Мне кажется, что самое важное, что нам нужно добиться в следующем году, это компромисс между кинотеатрами и стриминговыми онлайн-платформами по поводу выхода тех или иных релизов. Потому что сегодня это очень жёсткая, уже почти лобовая, конкуренция, сильное столкновение. Последний пример, который сейчас обсуждается активно, с фильмом «Ёлки» и выходом его на онлайн-платформе одновременно с кинотеатрами. Это ещё одно подтверждение, что всем нам предстоит свыкнуться с действительностью. Ситуация такая, какая она есть и онлайн-платформы будут развиваться дальше, рынок кинотеатрального показа вынужден будет реагировать на это. И здесь нужно нахождение компромиссов, нужны договорённости. Очевидно, что монетизация смещается в сторону цифровых площадок, в том числе сокращается то самое цифровое окно, всё чаще встречаются цифровые премьеры и это тоже то, с чем нам предстоит жить. Нужно найти компромисс с

кинотеатрами. И, на самом деле, молодёжь это аудитория, на которую мы сильно ориентируемся при планировании наших кассовых сборов. Она сегодня всё больше и больше смотрит в интернете. И нас радует то, что растёт интерес к российскому кино. Все исследования показывают, что и нам нужен вот этот интерес современной молодёжи схватить и не убить его вот этим конфликтом противостояния между онлайн и кинотеатрами. Мне кажется, следующий год это год нахождения компромисса и того, как существовать в новых сложившихся реалиях.

Заместитель генерального директора ФГБУ «РСТ» Алексей Владимирович Иванов выступил с докладом «Стандартизация в области кинематографии. Направления стандартизации в области кинопроизводства и кинопоказа. Опыт прошлых лет, текущее состояние».



Алексей Владимирович Иванов

Когда я получил приглашение на данное мероприятие, я посмотрел фонд стандартов, которые у нас сегодня действуют в области кинематографии. На сегодняшний день фонд стандартов области кинематографии включает в себя 53 документа, из которых 51 межведомственные, 52 – национальные. На какой момент хочется обратить внимание? Средний возраст этого фонда на сегодняшний день составляет 38 лет. Это сопоставимо со временем появления и развития цифровых технологий в кинематографе. Фактически сегодняшний действующий фонд находится за теми задачами, которые цифрой сегодня ставятся. Эта история – это и настоящее время. Вынужден констатировать, что сегодня дела обстоят именно так. При этом если посмотреть на международный опыт, то это в первую очередь два технических комитета: это технический комитет ИСО по кинематографии, он самый старый и самый продвинутый, существует с 1947 года с достаточно большим фондом документов. При этом он работающий, там сейчас 7 документов находится в работе. И одновременно это технический комитет международной электротехнической комиссии 100-й номер, в котором 10 подкомитетов и 10 отдельных технических групп и самый большой объём работы. Потому что далеко не весь этот комитет МЭК это тематика кинематография. Это аудио, видео, мультимедиа и т.д. – очень широкий спектр вопросов. Я в двух словах прокомментирую примеры тех документов, которые на сегодняшний день действуют. Мне пришлось на сайтах объявлений фактически искать то, как выглядят объекты, на которые распространяются данные стандарты. Здесь из журнала «Искусство кино» взял краткую, может быть не самую репрезентативную на выборку

значимых моментов в истории развития цифрового кинематографа. 38 лет средний возраст фонда и это как раз то, на что мы сегодня можем ориентироваться, где-то начало всех этих процессов. Как и говорил, технический комитет ИСО, технический комитет МЭК. Россия является полноправным членом обоих технических комитетов. 7 проектов сейчас находится в разработке комитета ИСО. 47 в разработке международной электротехнической комиссии. Но, как и подчеркивал, не все касаются непосредственно кинематографа. Это вопросы аудио, видео и так далее. Что за эти годы произошло, как менялся фонд, как менялись задачи, которые ставились перед системой стандартизации? Если в советское время развитие системы организации касалось вопросов качества, то в 93-м году, когда мы начали переходить на рыночные отношения, акцент стал больше делаться на вопросы безопасности. Тогда ещё был вопрос прямого применения стандартов, так называемая номенклатура продукции, подлежащей обязательной сертификации. Потом была большая революция, которую также по этому направлению мы пропустили, которая касается технического регулирования. Здесь уже был основной акцент на безопасность, все её составляющие. И в 2015 году знаковые события, когда параллельно вопросы по техрегулированию переходят на рынок ЕАЭС, то есть на рынок уже 5 стран. Тогда принят закон о стандартизации, которая вновь переориентирует стандартизацию на вопросы качества, на вопросы содействие развитию. При этом закон к документам национальной системы стандартизации относит целый ряд документов: это и национальные стандарты о которых я говорил, где буквально 2 документа в области кинематографии и межгосударственные стандарты, введённые на территории Российской Федерации. Также в этом (2021) году были изменения, которые вступили в силу летом. Ещё добавилось 2 документа, которыми могут пользоваться участники сообщества. Это стандарты организации – их можно регистрировать в фонде и они также будут документами национальной системы стандартизации и технические спецификации и отчёты – это как возможность введения каких-то инноваций. Механизмы возможности применения стандартов, как сегодня пользоваться этими документами? Как я и говорил доказательная база технических регламентов, то есть все эти обязательные требования: безопасности, энергетической эффективности – они опираются на применении стандартов. Дальше описание объекта закупок. Остановлюсь чуть попозже. Очень важное направление, активно развивается. Добровольное подтверждение соответствия. Как раз в узких отраслевых направлениях оно крайне востребовано. Отдельные системы добровольной сертификации как продукции так и услуг, что принципиально важно. И ссылки в нормативно правовых актах. Регуляторы всё чаще и чаще вместо того, чтобы описывать технические требования, применяют ссылки на стандарты. Технические регламенты. Вот на сегодняшний день я выделил несколько документов: 3 технических регламента, которые напрямую распространяются на аудио, видео аппаратуру, которые в

том числе применяются в индустрии кино и устанавливают обязательные требования. Сегодня требования достаточно общие, они не носят какой-то частный отраслевой характер. Они реализуются в основном через требования IT-шные, через требования к бытовым электрическим приборам, но тем не менее безопасность сегодня определена на этом уровне. Также курсивом выделен регламент по энергоэффективности. Он в ближайшее время вступит в силу, а пока мы опираемся в данных вопросах на национальное законодательство. Что касается вопросов закупок – очень важное направление 44 и 223 ФЗ. Всё что покупается через государство и муниципальные закупки, описание объекта закупки должно быть приведено с применением документов, разрабатываемых в национальной системе стандартизации. Для детализации этих подходов были приняты отдельные рекомендации, внизу указано, как именно описывать объекты закупок. Но на сегодня могу сказать, что уже больше 60% закупок государственных и муниципальных уже идёт с применением стандартов. Очень полезный подход для описания требований. применение ссылок в нормативно-правовых актах. 21-й год показал, что все органы власти больше и больше в этих процессах задействованы, заинтересованы и уже в 2 с лишним раза за этот год было принято больше НПА (Нормативно Правовой Акт) со ссылками на стандарты. Но, так как мы понимаем, что вопрос кинематографии всегда будет являться к работам смежным, проводящимся в других технических комитетах. В части, как я говорил, подходов обеспечения безопасности по бытовым электрическим приборам, вопрос электромагнитной совместимости, пожарной безопасности, с точки зрения помещений, в которых проводятся кинопоказы. Услуг населению как таковых, и здесь как раз вопрос дальнейших возможностей развития систем подтверждения соответствия этим услугам. Как с гостиницами: 3 звезды, 4 звезды, 5 звёзд. Это определённый набор требований и система подтверждения соответствия этим требованиям. Это светотехника, безопасность аудио, видео. Так как у нас довольно сжатый формат, я хотел бы перейти к выводам. В дальнейшем, может быть в дискуссии, какие-то моменты мы лучше сможем развернуть.

Критически старый фонд по кинематографии. Он уже не актуальный. Если я инициативно от института сегодня возьму и вывешу уведомление на отмену, оно месяц провисит на рассмотрении, никто не откликнется и его отменят. Поэтому этот вопрос к отраслевому сообществу.

Низкая активность этого самого отраслевого сообщества. Всех устраивают те общие требования, которые есть? Видимо, может быть, гипотеза такая, что устраивают. Потому что я тогда не понимаю, почему сообщество сегодня не хочет как-то консолидироваться вокруг этих проблем, чтобы их решать.

Я описал сегодня очень широкий круг возможностей для применения стандартов в различных областях. Этим можно и нужно пользоваться.

С коллегами успели обсудить технический комитет 15 «Кинематография», который должен был бы быть клю-

чевым, важным образующим в этой истории, выстраивать работу со смежными техническими комитетами. Здесь надо организовывать его деятельность, обновлять его состав, принципы работы, приводить их в соответствие со 162 Федеральным законом о стандартизации. Проблематика есть, проблематика открытая. И фонд есть, и фонд сегодня тоже работает в международной стандартизации, его необходимо применять в Российской Федерации. Это тоже работа экспертная на уровне технического комитета.

И естественно развитие кинематографии должно проходить с учётом применения документов национальности стандартизации.

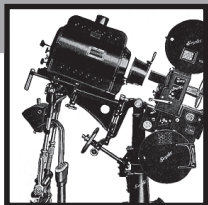
Мне кажется было бы удобнее и правильнее в формате дискуссии, так как вопросов даже сейчас много, готов ответить.

Вопросы:

– Да большое спасибо. На самом деле очень интересно и если можно на правах модератора панели задам вопрос: по вашему опыту, вашей точки зрения, кто является инициаторами разработки национальных стандартов?

– У нас на самом деле сложилась очень интересная статистика. По 20 году её подвели, по 21 году ещё цифры до конца не получили. 49 на 51. 49% – бизнес, то есть конкретные интересные из бизнес сообщества, которые говорят что им это нужно и здесь очень широкий спектр: это не только какой-то серьёзный промышленный кластер, железнодорожники, нефтяники. Это ИТ-индустрия активно развивается в этом направлении. Есть много примеров сегодня инициативной разработки. Но с другой стороны мы понимаем, когда речь идёт о требованиях безопасности это во многом госфункции, поэтому оставшиеся 51 процент это разработка стандартов за счёт средств федерального бюджета. Но это, как правило, реализация программ, межведомственных программ, разработанных между несколькими федеральными органами исполнительной власти, которые решают национальные проекты, развитие национальных проектов, какие-то конкретные точечные задачи, поручения. То есть это очень насыщенная по смыслу повестка, и она как раз находится в рамках ФБ (федерального бюджета), и она как раз не только поддерживается бизнесом, но при этом как работа ТК, технических комитетов, она позволяет очень правильно грамотно выстроить это взаимодействие и бизнеса и государства. – То есть роль ТК достаточно важна? она такая связь разных заинтересованных?

– Вот в прошлом году утвердили как раз новые основополагающие стандарты, ГОСТ Р1-1 по работе технических комитетов. Он весь был построен на том, что технический комитет это ключевой игрок, ключевой участник работ по стандартизации. Именно в техническом комитете консолидируются экспертное сообщество, и достигается тот самый консенсус, который является базой для разработки национальных стандартов. ■



К вопросу хранения ЦИФРОВЫХ ФИЛЬМОВЫХ МАТЕРИАЛОВ



А. Ганков, a.gankov@souzmult.ru, директор по информационным технологиям АО «ТПО «Ккиностудия им. М. Горького»

■ В данной статье рассматривается вопрос подходов к долговременным комплексам хранения цифровых фильмовых материалов, технологические и юридические аспекты данного вопроса. Предлагается концепция технической организации подобного комплекса, озвучиваются основные проблемы.

Двадцать первый век ознаменовался глобальной цифровизацией всех областей деятельности человека. В области медиаиндустрий это привело к отказу от киноплёнки и переходу на цифровые технологии на всех стадиях производства кино и видео продукции. Соответствующие задачи легли и на государственные киноархивы. А именно, организация долговременного, вообще говоря, вечного, хранения цифровых фильмовых материалов. Кинофильмы, кинодокументы и фильмовые материалы в виде обязательного экземпляра и исходных фильмовых материалов национальных фильмов передаются на постоянное государственное хранение в соответствии с Федеральным законом «Об обязательном экземпляре документов» № 77-ФЗ и приказом Министерства культуры и массовых коммуникаций РФ от 27 сентября 2004 г. № 60 «Об утверждении Положения о национальном фильме». Постоянное хранение в соответствии с Федеральным законом от 22 октября 2004 г. № 125-ФЗ «Об архивном деле в Российской Федерации» и ГОСТ Р 7.0.8-2013 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Делопроизводство и архивное дело. Термины и определения» определяются как «хранение

без определения срока (бессрочное)» или «вечное хранение документов без права их уничтожения».

ИТ индустрией накоплен большой опыт по организации хранения больших объёмов данных, однако, эта задача крайне редко рассматривается в плоскости долговременности, а именно такая задача и ставится на государственном уровне. Таким образом весь опыт ИТ индустрии можно использовать, но необходимо существенно будет модифицировать в связи со спецификой задачи.

Первый вопрос, который необходимо решить, это вопрос объекта хранения. Он в целом решён для плёночных фильмовых материалов. Однако, простой перенос списка комплекта материалов для цифровых архивов не будет достаточным решением. Это вызвано рядом причин.

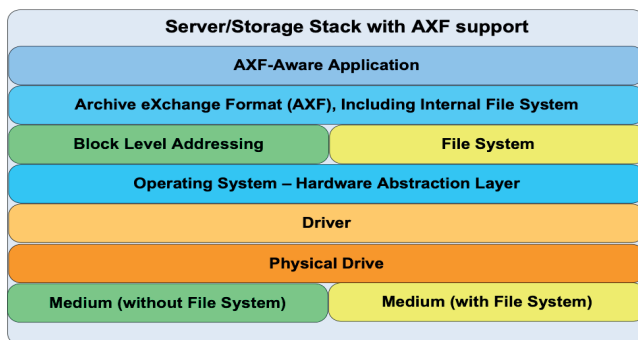
В любом случае цифровой материал является закодированным. Для того, чтобы можно было говорить о его полноценном хранении, надо одновременно хранить алгоритмы (описание) кодирования данных.

Цифровые киноматериалы, обычно готовятся с разными версиями видеопотока (разные пропорции сторон, скажем 16:9 и 2,35:1; разный формат fps и т.п.), много вариантов звука (ATMOS, 2.0, 5.1). Более того, каждый год возможны появления новых форматов. Система должна предполагать все эти модификации и давать возможность не только расширения ассортимента форматов, но и корректной работы с этими форматами, с точки зрения поиска информации и индексации.

Необходимо предусмотреть средства проверки целостности материала и уникальной идентификации на стадии передачи материала в архив, хранения, периодической проверки и возможных дальнейших манипуляций с материалами (скажем перекодирования в другие форматы). Здесь также встают юридические аспекты, например вопрос: насколько копия файла является эквивалентом исходного материала. Можно ли считать исходный материал, при перекодировании в другой формат, эквивалентным исходному материалу.

Получения материалов сразу в цифровом виде, делает возможным применение современных средств работы с большими объёмами данных, с использованием искусственного интеллекта, что также необходимо предусмотреть в рамках общего комплекса хранения.

Часть этих вопросов можно решить адаптаций и локализаций стандартов SMPTE ST2034-1-2017 ArchiveExchangeFormat (AXF). Однако на данный момент в России нет официальной организации, чья аналитика данного стандарта может дать основания для государственных структур к принятию его в качестве стандарта для хранения цифровых фильмовых материалов. Также, этот стандарт не охватывает всю специфику Государственных фильмофондов.



Рассмотрим другой аспект хранения цифровых фильмовых материалов: доступность архива. Очевидно, что есть потребность в оперативном доступе к произвольным материалам архива. Это достижимо созданием информационной системы (на основе реляционных баз данных), которая обеспечит быстрый поиск и доставку контента потребителям. Однако это также требует оперативного хранения всего архива в форматах удобных для оперативной работы пользователей – предварительному просмотру, поиску и т.д. Вместе с тем, есть необходимость и полного архива в исходном качестве. Менее опе-

ративного, но имеющего гарантированную сохранность данных в течении всего срока хранения.

Итак, мы получили ещё одно требование – а именно расщепление архива на два полных архива, в разных форматах.

Выбору носителей для организации долгосрочных архивов нужно посвятить отдельную статью на основе нескольких НИОКР. Ограничимся только всем понятными тезисами.

А) Любой отдельный носитель не является абсолютно надёжным.

Б) Любой комплексный носителей из отдельных носителей (RAID и т.п.) обладает повышенной, но ограниченной надёжностью.

В) Срок службы типовых носителей ограничен во времени. Для жёстких дисков это до 5 лет работы, для LTO кассет много больше – считается, что около 30 лет. Вместе с тем, жизненный цикл носителей определяется также доступностью на рынке интерфейсов, приводов (для LTO или оптических дисков). Реальный срок присутствия на рынке необходимых изделий ограничен сроком в 10 лет.

Таким образом, при планировании долговременного комплекса хранения цифровых фильмовых материалов необходимо планировать полное обновление технологии хранения в срок около 10 лет.

На основе этих требований и ограничений можно сформулировать вполне реализуемые требования к долговременному архиву.

Состав системы должен включать в себя: информационную систему на основе БД, оперативный файловый архив, долговременный архив.

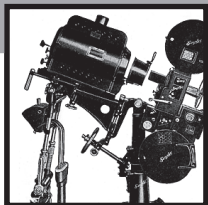
Долговременный архив состоит из нескольких комплексов хранения, в рамках которых проходит постоянно тестирование целостности данных.

Обычной практикой должен быть последовательный ввод в строй современных комплексов хранения данных и вывод из строя подошедших к сроку эксплуатации (доступности на рынке элементов комплекса).

При миграции данных проходит реиндексирование, проверка целостности, возможно конвертация в более современные пользовательские форматы (при сохранении данных в исходных форматах).

В результате анализа таких требований, становится ясна необходимость проведения НИОКР работ для решения задач построения систем долговременных систем, соответствующих законодательству РФ и реализующих все требования как государства, так и потребителей. ■

Поколение	Общие характеристики				Наработка на отказ		Срок службы в годах при условии	
	Физическая ёмкость	Всего дорожек	Дорожек за проход	Проходов на ленту	Всего чтений/записей полной ленты	Всего проходов	записи одной полной ленты в месяц	записи одной полной ленты в неделю
LTO-1	100 ГБ	384	8	48	200	9600	17	4
LTO-2	200 ГБ	512	8	64	250	16000	21	5
LTO-3	400 ГБ	704	16	44	364	16000	30	7
LTO-4	800 ГБ	896	16	56	200	11200	17	4
LTO-5	1,5 ТБ	1280	16	80	260	20800	21	5



Категории ТЕХНИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА



■ Вячеслав Сычев, ктн, ssytchov@mail.ru, филиал НИКФИ АО ТПО «Киностудия им. М. Горького»



■ Говоря о сертификации и категориях, мы говорим, прежде всего, о техническом качестве кинопоказа. Начнём с того, кому и зачем оно нужно.

- Зрителю, чтобы он увидел кино в том виде, в котором его создали его авторы;
- Авторам, чтобы они были уверены, что их произведение дойдёт до зрителя неискажённым, и им не будет стыдно водить в кинотеатр свою семью и своих друзей;
- Продюсерам, чтобы они имели шанс вернуть деньги, вложенные в создание фильма;
- Добросовестным владельцам кинотеатров, чтобы они могли привлечь зрителей и окупить стоимость строительства и оборудования зала.

Казалось бы, столько сторон, заинтересованных в качественном кинопоказе. Но качество часто, мягко говоря, неважное. Попробуем ответить на 2 главных вопроса:

Кто виноват? Качество стоит дорого. Стоимость проектирования, строительства, оборудования, монтажа, эксплуатационных расходов – для качественного зала может быть в десятки раз дороже, чем для некачественного зала. Владельцы кинотеатров из-за снижения зрительского интереса не рискуют вкладываться в повышение качества. Качество падает. Зрителей становится ещё меньше. Положительная обратная связь.

Что делать? Вопрос на первый взгляд нехитрый. Создать некий Интернет-ресурс, на котором зритель мог бы посмотреть, насколько хорош тот или иной кинотеатр, и принять решение, насколько цена билета соответствует предлагаемому качеству. Владельцу кинотеатра придётся или повышать качество, или снижать стоимость билета.

Пока всё просто и понятно. Но возникает следующий вопрос – оценки качества. Путь здесь также давно известен. Нужна система контроля качества, а именно:

Стандарты, определяющие номинальные значения и допуски на контролируемые параметры, а также методы и средства их измерения;

Сертификационные испытания, устанавливающие соответствие параметров конкретного кинозала стандартам;

Метрологическая служба для проверки измерительного оборудования и обеспечения единства отраслевых измерений.

Идеологически самым простым является последний пункт. Нужны помещения, специалисты, измерительное оборудование и тестовые материалы, формальная легитимизация измерительной лаборатории, источник финансирования всего этого – и можно приступать к работе.



Стандартизация. Здесь ситуация сложнее. В основе национальной стандартизации лежат международные стандарты. Они обеспечивают, прежде всего, потребности международного обмена фильмами и поэтому охватывают крайне ограниченный набор параметров. Но даже соответствие этому ограниченному набору, неисполнимо для многих кинозалов. На самом деле контроля требует гораздо большее количество параметров. Для плёночного кинопоказа мы определили когда-то более 50 параметров. Цифровой кинопоказ имеет больше степеней свободы и, следовательно, больше контролируемых параметров. Соответствовать всей этой совокупности безусловно очень сложно. Не думаю, что наберётся больше десятка таких залов.

Сертификация сегодня.

- Сертификация у нас в стране только добровольная.
- Соблюдение стандартов необязательно.
- Параметров качества много. Всем им соответствовать сложно и дорого.
- Что делать, если не все параметры соответствуют допустимым интервалам, установленным стандартами.

Можно ли в таких условиях стимулировать кинотеатры добровольно сертифицироваться?

Прежде чем продолжить, сделаем небольшое отступление. В 36-м комитете ИСО сейчас обсуждается предложенный китайской делегацией стандарт по регламентации стереопоказа. На текущий момент члены комитета пришли к консенсусу по номинальным значениям яркости белого. Как и в стандарте для обычного 2D показа, основным значением является 48 кд/м². Залы с одним проектором пока не имеют технической возможности обеспечить такую яркость для показа и 2D, и 3D контента. Для показа стереофильмов в таких залах предлагается допустить 2 дополнительных номинальных значения 15,5 и 24 кд/м².

Не буду сейчас вдаваться в мотивы и аргументацию этих решений. Для нас важно другое. Впервые в работе нашего 36-го Комитета ИСО по сути предлагается ввести категории технического качества для отдельного параметра. Велико искушение ввести категории для кинозала в целом. То есть придумать некую интегральную оценку



качества кинодемонстрации присвоить залу какую-то категорию или, как отелю, сколько-то звезд.

В НИКФИ работы по теме интегральной оценки качества велись ещё в прошлом веке. Были работы и в ЛИКИ, а также довольно много иностранных публикаций на эту тему. Полноценное научное исследование требует огромного количества сложных тестовых изображений, предъявляемых большой группе зрителей. В представительную выборку стимулов вносятся контролируемые искажения двух разных видов, например, расфокусировка и цветное искажение. Искажённые изображения одновременно предъявляются группе экспертов, которые оценивают, насколько одинаковое субъективное ухудшение качества соответствует количественным характеристикам внесённого искажения. Результаты анкетировались, обрабатываются, и рассчитываются весовые коэффициенты, определяющие насколько отклонение того или иного параметра от эталона ухудшает интегральное качество изображения.

Сложность задачи вы можете оценить, если представите, например, как можно сопоставить вклад в восприятие фильма параметров изображения и параметров звука, архитектурной акустики и геометрии зала. Что, к примеру, хуже: недостаточная яркость изображения или звук через стенку из соседнего зала?

Даже поверхностное описание этой технологии даёт возможность понять, что сегодня ни финансировать, ни проводить такие исследования никто не будет. Возможен иной путь. Присвоить этим коэффициентам какие-то значения на основе экспертных оценок и в дальнейшем итерационно корректировать их по результатам практической сертификации.

В любом случае на первых этапах работы интегральная оценка зала в принципе не может быть достоверной и может служить лишь приблизительным ориентиром. Что же делать, с чего начать?

Для каждого технического параметра есть номинальные значения и допустимые отклонения. Они приняты на основании серьёзных исследований и проверены практикой. Это гарантирует, что если измеренное значение соответствует указанным допускам, то претензий к воспроизведению по данному параметру не будет.



В результате сертификации формируется таблица, где, например, зелёным цветом будут отмечены параметры, соответствующие нормативным допускам, и жёлтым – выходящие за них.

Кроме того, для каждого параметра должен быть ещё красный цвет – уровень, ниже которого опускаться не рекомендуется совсем. Если какой-то или какие-то параметры находятся в красной зоне, то в такой зал по доброй воле лучше не ходить.

Замечу, что определение красных уровней для всех параметров – это отдельная непростая работа.

Итак, как же зрителю выбрать зал для похода в кино? По таблице параметров. Если таблица в основном зелёная, то это лучше, чем в основном жёлтая. При этом возможны индивидуальные предпочтения, преобладающая окраска полей в таблице не обязательно является определяющим критерием. Например, если я плохо вижу, то меня не волнует разрешение (фокусировка, 2K или 4K). Если я дальтоник, то мне безразлична цветность. А если у меня длинные ноги, то главным параметром будет расстояние между рядами. Или можно выбирать зал с точки зрения содержания фильма. Если, к примеру, это мюзикл, то важнее звук, если боевик – то изображение.

Табличная оценка качества обладает ещё рядом преимуществ по сравнению с интегральной:

Объективность. В определении границ уровней для отдельных параметров есть некоторая доля voluntarизма. В любой интегральной оценке этот voluntarизм возрастает многократно.

Устойчивость к изменениям нормативов. С большой степенью вероятности нормативные значения и границы диапазонов будут в процессе работы изменяться и уточняться. Это не будет приводить к необходимости повторной сертификации, в отличие от случая с одной интегральной оценкой. Просто цвета в таблицах будут автоматически пересчитаны.

«Технологическая защита». Интегральная оценка несёт в себе специфический потенциальный риск. У нас не только сертификация добровольная, но и сертифицировать может кто угодно. За небольшие деньги вам

зарегистрируют любой сертификационный центр. Такие центры будут продавать очень красивые дипломы, и все кинозалы сразу окажутся класса «Люкс», «Супер-Люкс» и «Лучше-не-бывает». Это полностью дискредитирует и качество, и систему сертификации.

Необходимость измерения и расчёта большого количества параметров, использования дорогостоящего измерительного оборудования, привлечения квалифицированных специалистов для измерения и обработки результатов не позволит расплодиться на этом попроще дилетантам и мошенникам. Более того, желательно, чтобы функция сертификации, то есть измерения параметров и проверки их соответствия стандартам, была разнесена с функцией присвоения категории, которую следует делегировать некоторой общероссийской авторитетной независимой организации.

Наверно, рано или поздно мы придём к интегральной оценке залов и присвоению соответствующих категорий. Но это должно случиться в завершении долгого и сложного пути, по которому мы делаем сейчас первые шаги.

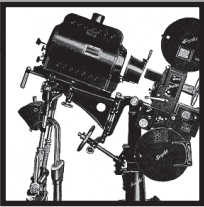
Подведём итог. Что нужно, чтобы, придя в кинотеатр, мы получили качество, адекватное цене?

Разработать нормативные документы, включающие все параметры технического качества со значениями, разделёнными на категории. Нужен также документ, учитывающий параметры комфорта, такие как ширина кресел, расстояние между рядами, система кондиционирования и т.д.

Создать единую отраслевую метрологическую службу.

Создать сайт, где кроме афиши и продажи билетов, сертифицированные кинотеатры смогут показать результаты сертификационных испытаний. На этом сайте залы, не прошедшие сертификацию, по умолчанию получают всю таблицу красного цвета, и я не думаю, что будет много желающих посетить такой зал.

В таком случае не потребуется ни внешняя принудительная дифференциация цен на билеты, ни административное понуждение кинотеатров повышать качество и проводить сертификацию. Зритель пойдёт туда, где или лучше, или дешевле. Но это будет сознательный выбор, а не кот в мешке, которого мы имеем сегодня. ■



ПРОГРАММА СОЗДАНИЯ НОРМАТИВНО- ТЕХНИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ для приёма обязательного экземпляра в цифровом виде



Д. Сухов, soukhovdn@nikfi.ru, начальник отдела организационного обеспечения Филиал «Научно-исследовательский кинофотоинститут» АО «ТПО «Киностудия им. М. Горького»

■ Согласно Федеральному закону № 77-ФЗ ОБ ОБЯЗАТЕЛЬНОМ ЭКЗЕМПЛЯРЕ ДОКУМЕНТОВ (с изменениями на 8 июня 2020 года) для комплектования национального библиотечно-информационного фонда производители тиражированных документов обязаны предоставлять в разные учреждения при приёме обязательные экземпляры.

В таблице приведены статистические данные по количеству аудиовизуальных произведений, которые Госфильмофонд РФ принял на хранение в 2018–2020 гг.:

Киноиндустрия фактически перешла на цифровые технологии. Производство фильмов осуществляется полностью на цифровой платформе. Как видно, цифровые носители практически полностью вытеснили аналоговые. И существующая нормативно-правовая база, регламентиру-

ющая порядок приёма обязательного экземпляра, теперь соответствуют реалиям не в полной мере. Это требует разработки новых нормативов и технических регламентов.

Для решения этой задачи между Госфильмофондом России и НИКФИ заключён договор, в результате исполнения которого будет сформулирована детальная дорожная карта разработки и внедрения соответствующих технических регламентов. Основной задачей данных исследовательских работ является выявление наиболее важных с точки зрения регламентирования направлений, в том числе решение задачи приёма обязательного экземпляра в электронном виде.

Специалисты Госфильмофонда определили приоритетные задачи:

Год	Количество принятых на хранение аудиовизуальных произведений				
	Обязательный экземпляр		Фильмы при гос. поддержке		
			Кинофильмы		Видеофильмы на цифровых носителях
	на цифровых носителях	на киноплёнке	на цифровых носителях	на киноплёнке	
2018	940	27	0	79	93
2019	1485	17	57	17	91
2020	1493	6	81	2	90

- Приёмка и хранение фильмовых материалов в цифровом виде.
- Оцифровка в рамках нацпроекта и хранение оцифрованных материалов.
- Цифровая реставрация.

Почему для разработки новых нормативов и регламентов необходима корректировка законодательной базы?

Хочу кратко обратить внимание на несколько моментов.

Первое – носители информации. В эпоху цифровой революции фактически произошло разделение информации и носителя. Для аналоговых технологий информация (изображение на эмульсионном слое) неразрывно связана с носителем (подложкой киноплёнки). Сохранение носителя фактически означало сохранение информации. В цифровую эпоху информация и носитель разделены. Физическое сохранение носителя (например, жёсткого диска) уже не означает сохранность записанной на нём информации. Если киноплёнка довольно простой носитель, то цифровой носитель это сложный аппаратно-программный комплекс. Любой современной цифровой носитель будет состоять из среды хранения (полупроводниковые структуры, магнитная или оптическая среда), процессора, памяти, интерфейса и системы питания. Его работа будет определяться микропрограммным обеспечением. Всё это непрерывно меняется и совершенствуется. Носители информации, популярные 10 лет назад, сейчас фактически не используются. Считывание хранящейся на них информации становится сложной задачей.

Второе – это процедура копирования. Для аналоговых носителей копирование означает довольно трудоёмкое дублирование носителя, при этом копия всегда будет отличаться от оригинала. Для цифровых носителей, когда информация и носитель разделены, процедура копирования сильно упростилась и копия информации тождественна оригиналу, отпала необходимость создания дубликата носителя. Более того, для предоставления цифрового документа нет необходимости предоставлять носитель – это можно сделать по телекоммуникационным каналам связи.

Однако, в федеральном законе 77-ФЗ документ определён как «материальный носитель с зафиксированной на нём в любой форме информацией в виде текста, звукозаписи, изображения и (или) их сочетания, который имеет реквизиты, позволяющие его идентифицировать и предназначен для передачи во времени и в пространстве в целях общественного использования и хранения». При таком определении документа необходимо решать технически сложную и логически бессмысленную задачу постоянного бессрочного хранения произвольного цифрового носителя информации.

Более актуальной видится формулировка понятия документа, данная в ГОСТ Р 7.0.8-2013 ДЕЛОПРОИЗВОДСТВО И АРХИВНОЕ ДЕЛО. Там документ определён как «зафиксированная на носителе информация с реквизитами, позволяющими её идентифицировать».

Кроме обращения с электронными документами, требует решения задача сохранения информации, помещённой

на устаревших носителях (магнитные ленты, VHS, CD-ROM, DVD и т.п.). К трудности чтения информации добавляется крайне непродолжительный срок жизни таких носителей. Уже сегодня риск утраты такой информации крайне высок. Нужно переводить её в цифровую форму.

Следовательно, первоочередные задачи, которые предстоит решить:

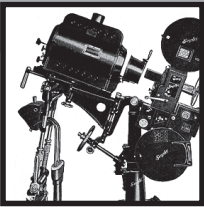
- Актуализация формулировок основных понятий терминологического аппарата.
- Приёмка и хранение записанной информации, а не самих носителей (т.е. документа в понятии ГОСТ Р 7.0.8-2013) в различных средах и системах хранения.
- Возможно, придётся ввести понятие: Обязательный экземпляр аудиовизуальной продукции в электронной форме.
- Разработка норм и регламентов по приёмке и обеспечению сохранности цифровых данных.

Разработка и регламентация технологии и процедуры миграции данных для архивного хранения в цифровом виде информации для носителей аналоговых форматов (короткий срок жизни; может составлять 3–10 лет) и принципиальной невозможности для некоторых форматов перезаписи без потери качества.

Уже составлен план работ, который включает:

- Анализ существующей законодательной и нормативной базы, относящейся к приёму и архивному хранению обязательного экземпляра цифровых фильмов, и определение необходимости её дополнения и корректировки. Разработка необходимого терминологического аппарата.
- Разработка основных требований к приёму и хранению цифровых фильмовых материалов на материальном носителе. Разработка необходимых типов и видов нормативных документов – технические регламенты, стандарты, рекомендации, инструкции и т.п.
- Определение возможностей, технологических решений и основных требований к организации дистанционной передачи и приёмки цифровых фильмов по информационно-телекоммуникационным сетям для сдачи на государственное хранение и обмена цифровых фильмовых материалов.
- Разработка технологии дистанционной передачи и приёмки цифровых фильмов по информационно-телекоммуникационным сетям.
- Разработка требований к технологическим процессам создания и хранения резервной копии принимаемого обязательного экземпляра цифровых фильмов.
- Определение и подготовка необходимых изменений в федеральный закон и другие правовые документы.
- Определение номенклатуры необходимых типов и видов технических нормативных документов (технические регламенты, стандарты, рекомендации, инструкции и т.п.) и их разработка.

При решении этих задач количество и номенклатура обязательных экземпляров, сдаваемых в Государственные фонды, должны сохраниться. Работа сложная, но крайне необходимая. Уверен, что совместными силами мы решим эти задачи. ■



РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ добровольной сертификации качества КИНОПОКАЗА АВКтекст



О. Берзин, директор АО «Невафильм»,
директор Высшей школы киноинженеров

■ Проблемы оценки качества кинопоказа при публичной демонстрации кинофильмов в кинотеатрах изучаются на протяжении всей истории кинематографии. Ещё в первые годы становления кинематографии и зрители и создатели кинофильмов обращали внимание на те или иные аспекты качества услуг кинотеатров.

В 1910-е годы, когда были распространены механические приводы кинопроекторных аппаратов и скорость воспроизведения кинофильма зависела от способности и желания киномеханика выдерживать установленную номинальную скорость воспроизведения фильма, многие режиссёры и актёры публично в прессе обращали внимание на недопустимость ускоренного воспроизведения фильма, нарушающего не только драматургию повествования, но и порой доводящего до карикатурного эффекта. Особенно остро эта проблема обсуждалась в обществе в контексте требований к демонстрации изображений российского императора и членов царской семьи на киноэкране. Многие зрители отмечали, что скорость демонстрации кинофильма на последних сеансах часто была значительно выше номинальной, что объяснялось желанием киномеханика раньше закончить последний сеанс. Более-менее проблема номинальной скорости воспроизведения кинофильма была решена с появлением новых механических систем привода кинопроекторного аппарата, поддерживающих постоянную скорость демонстрации фильма и с появлением электрического привода.

С началом эры массовой кинофикации, которая пришла в России на 1930–1950-е годы, вопрос стандартизации требований к качеству кинопоказа возник вновь,

так как такая массовая кинофикация требовала унификации подходов к проектированию, строительству и оборудованию тысяч и тысяч кинотеатров. Частично эта проблема решилась разработкой ряда типовых решений кинотеатров. Но типовые проекты кинотеатров требовали и нового строительства кинозалов и зданий кинотеатров в то время как большую долю открываемых кинотеатров составляли проекты реконструкции и приспособления существующих помещений, например церквей.

На протяжении второй половины XX века Научно-исследовательским фотокиноинститутом был разработан и опубликован целый ряд нормативных документов по развитию и оснащению киносети. Например, РТМ 19-77-94 «Развитие и техническое оснащение киносети»), отраслевые стандарты, например, ОСТ 19-238-01 «Кинотеатры и видеозалы. Категории. Технические требования. Методы контроля и оценки».

Несмотря на развитие современных технологий кинопоказа, оценка качества кинопоказа и услуг кинотеатра остаётся одной из сложных для решения задач. Проблемы такой оценки порождаются во многом, расширением спектра инструментов творческого выражения авторов фильмов – расширение динамического диапазона звукового воспроизведения, увеличение номинального уровня звукового давления систем звуковоспроизведения, появление многоканальных и иммерсивных звуковых систем; развитием новых технологий осветительных систем, в первую очередь лазерных систем; новых материалов для киноэкранов; появление и бурное развитие многозальных кинотеатров, особенно в торговых центрах; развитие систем стереоскопического кинопоказа, и, на-

конец, переходом от плёночных технологий кинопоказа к цифровым.

Например, увеличение номинального уровня звукового давления систем звуковоспроизведения не только породило проблему звукоизоляции кинозалов друг от друга в многозальных кинотеатрах, но и стало причиной год от года увеличивающейся с целью более яркого воздействия на зрителя громкости отдельных сцен кинофильмов. Развитие систем цифрового стерео- (3D) воспроизведения кинофильмов, особенно с применением систем сепарации изображений левого и правого глаза на основе низкоэффективных по пропусканию света устройств, привело в проблеме низкой яркости результирующего изображения и вследствие этого резкого снижения качества воспроизведения стереофильмов в большинстве кинотеатров, не оборудованных специализированными проприетарными 3D-системами, предусматривающими контроль качества демонстрации фильмов со стороны держателей торговой марки таких как, например, IMAX или RealD.

Значительную роль в субъективной оценке качества кинодемонстрации фильмов в кинотеатрах со стороны зрителей сыграло и развитие домашних систем воспроизведения кинофильмов. Исторически, на фоне аналоговых систем передачи и воспроизведения телевизионного изображения на экране бытового телевизора и аналоговых систем видеовоспроизведения формата VHS, качество кинотеатрального показа, как правило, субъективно было значительно выше. Но, с развитием систем цифрового телевидения, с появлением бытовых телевизоров, не только оснащённых новыми технологиями отображения (OLED, QLED и т.п.), обеспечивающих более высокое пространственное разрешение (HD, 4K и даже уже 8K), более широкий цветовой охват (Rec. BT2020) и широкий динамический диапазон HDR, а так же с развитием цифровых технологий видеовоспроизведения в домашних условиях (DVD, Blu-Ray, потоковые видеосервисы), субъективная оценка качества кинопоказа со стороны зрителей становилась всё более критической.

Немаловажную роль в такой критической оценке играют ещё и психологический фактор оценки качества зрителем, и сама природа кинотеатрального показа, как системы коллективного просмотра фильма. При оценке качества домашней видеосистемы потребитель воспринимает принимаемый сигнал «как есть», понимая, что никак не может повлиять на его параметры, и, понимая, что именно такой же сигнал получают тысячи других зрителей. В то же время, само устройство воспроизведения – телевизор, является собственностью зрителя, приобретённой на основе собственных оценок качества, в которых зритель, как правило не сомневается. При этом наличие различных возможностей коррекции изображения под своё персональное восприятие (изменение яркости, контрастности, цветности, оттенка изображения) позволяет зрителю в домашних условиях обеспечить для себя, руководствуясь лишь собственными субъективными представлениями, удовлетворительное качество вос-

произведения изображения и звука. Лишь в последние месяцы появились первые разработки автоматической юстировки изображения на экране домашнего телевизора, воспроизводимого с устройств потоковой передачи Apple TV с применением в качестве измерительного устройства смартфона iPhone. Но и эти сервисы юстировки изображения позволяют впоследствии откорректировать изображения в соответствии с личными предпочтениями пользователя.

В то же время критическое восприятие качества демонстрации кинофильма в кинотеатре обусловлено двумя ключевыми факторами.

Психологический фактор оценки – зритель платит за услугу демонстрации фильма и по определению за свои деньги более критично относится к качеству оказываемой услуги, по сравнению с восприятием домашней системы, приобретённой самим зрителем.

Фактор особенностей массовой (коллективной) зрительской оценки – очень важный фактор, базирующийся на том, что каждый зритель не только имеет собственное субъективное понятие о качестве, и на том факте, что одно и то же изображение или одинаковое звучание фонограммы воспринимается каждым зрителем не идентично другому зрителю, и оценки двух зрителей могут не только не совпадать в деталях, но и быть диаметрально противоположными. В одном кинозале при демонстрации фильма уровень звуковоспроизведения одним зрителем может ощущаться как тихий, а другим – как громкий. Или, например, известная проблема метамеризма, когда цветовой тон изображения (особенно при использовании лазерных осветительных систем на основе когерентных источников света с узкой полосой излучения) в восприятии одного зрителя может существенно отличаться от восприятия другим зрителем.

Ещё одним фактором неоднозначной оценки качества демонстрации фильма является невозможность измерения ряда параметров объективными средствами измерений. На протяжении уже нескольких десятков лет среди инженеров идёт дискуссия о методах измерения средней громкости фильма. Дискуссия разворачивается в основном вокруг определения временного интервала усреднения измеренных значений, так как именно существующие методики измерений не позволяют объективно измерить субъективно воспринимаемую громкость воспроизведения кинофильма. Применение методик, активно внедряемых сегодня в телевидении, таких как, например, Рекомендация R128, в сфере кинотеатрального показа неэффективно, в силу других условий и требований к передаче телевизионного сигнала – наличие значительной компрессии, более узкий динамический диапазон, различные условия воспроизведения: большие помещения кинотеатра и малые помещения для телевизионной демонстрации.

И, наконец, немаловажным остаётся вопрос: «а что, собственно, нам необходимо оценить?». Идёт ли речь об оценке качества кинодемонстрации (в современной тер-

минологии медиаиндустрии – Quality of Service, QoS) или об оценке качества услуги кинодемонстрации в целом – Quality of Experience, QoE). Сложности в формировании критериев оценки, как объективных, так и субъективных, добавляет ещё и развитие различных форматов кинодемонстрации, различающихся не только геометрическими размерами кинозалов большой и малой вместимости, различными архитектурными решениями (сравните традиционный кинозал и залы IMAX или так называемые проприетарные решения Premium Large Format, PLF), различными системами воспроизведения звукового поля soundfield (5.1, 7.1, системы иммерсивного звуковоспроизведения ImmSound: Dolby Atmos и Auro 3D).

Надо отметить, что и общеиндустриальные тренды последних десятилетий, направленные на развитие открытых стандартов технологий, оказывают существенное влияние на результирующее качество услуг. Это тот самый случай, когда «демократия» и открытость рынков, в итоге, приводит к деградации развития тех или иных технических систем. Примером такой деградации может служить, например, производство и демонстрация (воспроизведение) стереофильмов в кинотеатрах. Влияние открытости систем на сквозное качество можно продемонстрировать и на примере процесса создания звуковой фонограммы 5.1. В начале 1970-х годов с появлением первых проприетарных многоканальных систем звуковоспроизведения для кинотеатров такие разработчики технологий как компании Dolby и DTS сформировали собственные цепочки контроля качества на каждом этапе производства, обработки и воспроизведения фонограммы – от контроля процесса создания фонограммы в звуковой студии, контроля процессов записи негатива фонограммы и массовой печати кинокопий до контроля на этапах проектирования и строительства кинозалов, а также настройки устройств звуковоспроизведения в кинотеатре. Цель такого сквозного контроля всей технологической цепочки была обусловлена маркетинговыми задачами – ведь продвижение технологий воспроизведения многоканальных фонограмм осуществлялось именно под конкретными торговыми марками конкретных компаний – держателей технологий. Вспомните, например, бурное развитие в конце 1990-х именно Dolby-кинотеатров, гарантированный уровень воспринимаемого качества которых был понятен каждому зрителю. Однако переход на цифровые технологии производства, доставки и воспроизведения копий кинофильмов, привёл к отказу от проприетарных технологий кодирования и воспроизведения многоканальных фонограмм в кинотеатрах, сведя все многоканальные системы к общеупотребительному звуковому формату 5.1 (уже не имеющему ни к Dolby, ни к DTS, например, никакого прямого отношения). В современном кинопроизводстве фонограмма 5.1. может быть создана с помощью обычного персонального компьютера и соответствующего программного обеспечения в неконтролируемых условиях (которые автор называет «запись на кухне на коленках»). Так как ни одна компа-

ния-производитель уже не несёт явно выраженной ответственности за результат с маркетинговой и финансовой стороны, то и воспроизведение в кинозале фонограммы 5.1. уже не поддаётся какому-либо контролю. Даже идеально настроенный кинозал может оказаться в ситуации, когда исходное качество фонограммы кинофильма не соответствует никаким, даже добровольным, спецификациям и требованиями, а зритель переносит оценку воспринимаемого качества фонограммы кинофильма на сам кинотеатр, который оказывает такому зрителю услуги кинопоказа.

В конечном итоге, на развитие систем стандартизации и оценки качества кинопоказа и качества услуг кинодемонстрации фильмов в кинотеатрах, оказала влияние и реорганизация системы нормативных документов в нашей стране. Если на протяжении всего XX столетия, не только в сфере кинематографии, но и во всех отраслях народного хозяйства, государственные и отраслевые стандарты выполняли роль директивного нормативного документа, то сегодня, с принятием Федерального закона от 27 декабря 2002 года N 184-ФЗ «О техническом регулировании» отраслевые стандарты не только де-юре были отменены, но и однозначно классифицированы как добровольные для соблюдения документы, базирующиеся не на директивном нормировании, а на механизмах декларации и присоединения тех или иных хозяйствующих субъектов отрасли к тем или иным отраслевым стандартам.

Федеральный Закон «О техническом регулировании» устанавливает для обязательного применения особый тип нормативных документов – технические регламенты. Технический регламент – это «документ, который принят международным договором Российской Федерации, ратифицированным в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, или федеральным законом, или указом Президента Российской Федерации, или постановлением Правительства Российской Федерации, и устанавливает обязательные для применения и исполнения требования к объектам технического регулирования (продукции, в том числе зданиям, строениям и сооружениям, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации)». Закон устанавливает, что технические регламенты принимаются в целях защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества; охраны окружающей среды, жизни или здоровья животных и растений; предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей. При этом «принятие технических регламентов в иных целях не допускается».

Технические регламенты с учётом степени риска причинения вреда устанавливают минимально необходимые требования, обеспечивающие безопасность излучений; биологическую безопасность; взрывобезопасность; механическую безопасность; пожарную безопасность; промышленную безопасность; термическую безопасность; химическую безопасность; электрическую безопасность;

ядерную и радиационную безопасность; электромагнитную совместимость в части обеспечения безопасности работы приборов и оборудования;

Не включенные в технические регламенты требования к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, правилам и формам оценки соответствия, правила идентификации, требования к терминологии, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения не могут носить обязательный характер.

Закон «О техническом регулировании» также определяет статус стандарта как нормативного документа. Стандарт – документ, в котором в целях добровольного многократного использования устанавливаются характеристики продукции, правила осуществления и характеристики процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнения работ или оказания услуг. Стандарт также может содержать требования к терминологии, символике, упаковке, маркировке или этикеткам и правилам их нанесения;

Важно отметить, что Федеральный Закон «О техническом регулировании» предусматривает и разработку стандартов организаций, в том числе коммерческих, общественных, научных организаций, саморегулируемых организаций, объединений юридических лиц. Такие стандарты могут разрабатываться и утверждаться организациями самостоятельно, исходя из необходимости применения этих стандартов для совершенствования производства и обеспечения качества продукции, выполнения работ, оказания услуг, а также для распространения и использования полученных в различных областях знаний результатов исследований (испытаний), измерений и разработок.

Оценки качества кинопоказа и услуг кинопоказа в целом не являются предметом интереса лишь технического сообщества. Так как качество кинопоказа и услуг кинотеатров оказывает существенное влияние на удовлетворённость зрителей – непосредственных потребителей услуг кинотеатра, и, в конечном итоге, определяет коммерческую привлекательность кинотеатра для зрителей, то эти вопросы становятся сферой интересов владельцев кинотеатров, заинтересованных в коммерческом успехе своих предприятий. В общем виде именно владельцы кинотеатров (как частных, так и муниципальных, в лице муниципалитетов) фактически являются заказчиками, как самой оценки качества услуг, так и разработки методик такой оценки.

В определённой степени необходимость формализации оценки качества кинодемонстрации и услуг кинопоказа диктуется и положениями федерального Закона «О защите прав потребителей», устанавливающего обязанность исполнителя (кинотеатра) оказать услугу, соответствующую обычно предъявляемым требованиям и пригодную для целей, для которых услуга такого рода обычно используется. С одной стороны, отсутствие таких «обычно предъявляемых требований», с учётом многообразия

факторов оценки качества услуг, о которых мы говорили выше, часто становится предметом споров о качестве услуг между кинотеатром и зрителем. С другой стороны, многие владельцы кинотеатров заинтересованы в объективной, насколько это может быть применимо, с учётом множества субъективных факторов, оценке качества своих услуг. Именно поэтому вопросы качества услуг кинотеатров и оценки такого качества стали одним из направлений деятельности Ассоциации владельцев кинотеатров.

В качестве первого шага, Ассоциацией владельцев кинотеатров в 2018 году были инициированы консультации и дискуссии с рядом представителей компаний – производителей оборудования, компаний – проектировщиков и системных интеграторов кинотеатров, с представителями производителей кинофильмов, дистрибьюторов и самих владельцев кинотеатров.

На одной из встреч обсуждалась инициатива компании ООО «Кинокомфорт-Лазер» по разработке системы комплексной оценки качества услуг кинопоказа самими зрителями (по аналогии с сервисами типа Tripadvisor), которые могли бы на основе оценки предложенных критериев качества выставлять свои субъективные оценки кинотеатру. Другие зрители, видя уровень той или иной оценки, могли бы принимать решение о том, услугами какого кинотеатра воспользоваться и о соответствии цен на услуги кинотеатра выставленным оценкам. Для оценки качества было предложено более 150 критериев оценки – от качества самой кинодемонстрации до оценки чистоты санузлов и т.д.

По итогам ещё одной встречи было принято решение своими силами, на базе отъюстированной цифровой кинолаборатории, изготовить серию тестов в формате DCP для оперативной субъективной оценки качества основных параметров кинопоказа силами сотрудников кинотеатров в ежедневном режиме, например, перед началом сеансов. Эти экспресс-тесты АВК, изготовленные в лаборатории АО «Невафильм», в четырёх форматах – Score, Flat, Score 3Di Flat 3D не являются инструментом для измерений, а предназначены именно для экспресс-оценки. Длительность этих тестов всего несколько минут, и нет необходимости воспроизводить все четыре теста ежедневно, но как минимум, достаточно воспроизводить тот тест, формат которого соответствует наибольшему количеству сеансов определённого формата в этот день. Экспресс-тест содержит оценку соответствия границ изображения размеру и положению относительно экрана, оценку геометрических искажений, субъективного баланса белого, который также позволяет визуально оценить наличие «выбитых» пикселей матриц DMD и чистоту полотна экрана, проконтролировать сведение лучей проектора, а так же оценить ряд параметров звукового тракта – соответствие и работоспособность всех каналов звуковоспроизведения, работу канала тифлокомментирования, а так же воспроизведение субтитров. В тестах для 3D-стерео режима так же предусмотрен визуальный контроль сепарации изображений и соот-

ветствие этих изображений условиям наблюдения. В целом, опыт использования экспресс-тестов АВК в течение нескольких лет, продемонстрировал востребованность и применимость в практических условиях ежедневной эксплуатации кинотеатров. Файлы экспресс-тестов АВК размещены в открытом доступе на странице Ассоциации владельцев кинотеатров в сети Интернет www.cinemaowner.ru

Рабочей группой «Качество» АВК была проведена и работа по анализу существующего международного опыта. В первую очередь, были рассмотрены действующее стандарты SMPTE и ISO, определяющие те или иные аспекты качества кинопоказа в кинотеатрах, в том числе стандарты SMPTE ST 431-1-2006 D-Cinema Quality – Screen Luminance Level Chromaticity and Uniformity и ST 431-2-2011 D-Cinema Quality – Reference Projector and Environment; Практические рекомендации SMPTE RP 2026-1:2017 Cinema Sound System Baseline Setup and Calibration и RP 2096-2:2-017 Cinema Sound System Maintenance Calibration, стандарт ISO 2969 «Cinematography – B-channel ectro-acoustic response of motion-picture control rooms and in door theatres – Specifications and measurements», корпоративные практические руководства по проектированию кинозалов Dolby, программы THX, а так же ряд статей российских специалистов, в первую очередь специалистов Научно-исследовательского кинофотоинститута.

Всё это позволило, используя в том числе наработки компании ООО «Кинокомфорт-Лазер» по формализации критериев оценки качества, сформулировать основные подходы к оценке качества кинопоказа и услуг кинотеатров со стороны владельцев кинотеатров, которые в дальнейшем осуждались в составе рабочей группы «Качество» АВК с привлечением представителей производителей оборудования, инженеров компаний-интеграторов, представителей кинопроизводственных компаний и дистрибьюторов фильмов, музыкантов, звукорежиссёров и операторов.

В июне 2021 года, прямо в разгар локдауна, в результате которого были закрыты все кинотеатры страны в целях недопущения распространения новой коронавирусной инфекции, принимая во внимание возрастающие требования кинозрителей и производителей фильмов к качеству услуг кинотеатров, а так же усиление конкуренции на рынке кинотеатрального показа, Ассоциация владельцев кинотеатров приняла решение о запуске программы добровольной сертификации качества кинопоказа АВКтест.

Программа АВКтест – система добровольной сертификации профессиональным отраслевым объединением Ассоциацией владельцев кинотеатров качества кинопоказа в кинотеатрах Российской Федерации. Программа рассчитана не только на кинотеатры членов АВК, а на все коммерческие и муниципальные кинотеатры России и является долгосрочной программой, направленной на повышение и обеспечение стабильного высокого качества кинопоказа в российских кинотеатрах.

Программа АВКтест включает в себя несколько подготовительных этапов:

Формирование Технического комитета, состоящего из авторитетных технических руководителей кинотеатров, дистрибьюторов, производителей фильмов, производителей оборудования и системных интеграторов технологий для кинотеатров.

Технический Комитет разрабатывает и утверждает критерии оценки качества кинопоказа, требования, рекомендации, регламенты и чек-листы измерений, требования к инструментарию и тестам для измерений, методику проведения измерений, ключевые параметры измерений и их допустимые значения, а так же осуществляет аккредитацию технических экспертов, осуществляющих измерения и оценку качества кинопоказа.

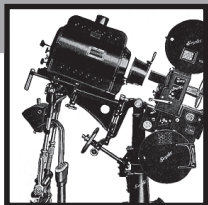
Формирование пула технических экспертов программы АВКтест. Технические эксперты программы – инженеры кинотеатров и системных интеграторов кинотехнологий, аккредитованные Техническим комитетом для проведения измерения параметров и оценки качества кинопоказа кинотеатров.

Принимая во внимание, что цель программы АВКтест – не только оценка качества кинопоказа и продвижение качественных услуг кинотеатров, но и снижение затрат непосредственно кинотеатров на проведение добровольной сертификации качества кинопоказа. Пул технических экспертов программы будет формироваться во всех крупнейших регионах России с целью минимизации транспортных и накладных расходов кинотеатров на проезд специалистов.

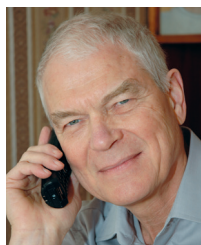
Кинотеатры, успешно прошедшие добровольную сертификацию качества кинопоказа получают право на размещение специального отличительного знака качества кинопоказа. Актуальная информация о кинотеатрах, успешно прошедших добровольную сертификацию качества кинопоказа будет размещаться на ресурсах Ассоциации владельцев кинотеатров, доводиться до сведения дистрибьюторов и производителей фильмов, а так же до широкой зрительской аудитории.

В дальнейшем развитие программы АВКтест предполагает создание собственной кинолаборатории по входному контролю качества цифровых кинокопий, направляемых производителями фильмов для демонстрации в кинотеатрах, а так же расширение программы от оценки качества кинопоказа к комплексной добровольной сертификации качества услуг кинопоказа в целом.

В настоящее время сформирован инициативный состав Технического комитета, завершена работа по разработке критериев оценки качества кинопоказа. Ведутся работы по созданию алгоритма расчёта общей комплексной оценки качества кинопоказа, формируются требования, рекомендации, регламенты и чек-листы измерений, формализуются требования к инструментарию и тестам для измерений, к методике проведения измерений и к ключевым параметрам измерений и их допустимым значениям. ■



АКУСТИКА малых помещений



Ю.А. Индлин, к.т.н., 7654081@mail.ru, главный редактор журнала «Мир техники кино/World of Technique of Cinema», заведующий лабораторией акустики НИКФИ, учредитель и директор ООО «Акустический Дизайн, Индлин», РФ

Аннотация

Главная акустическая проблема малых помещений, формулируемая в терминах волновой акустики, – недостаточная плотность низкочастотных резонансов, на частотах которых гармонический сигнал может создать стоячую волну. Решить эту проблему предлагается с помощью компактных широкополосных звукопоглощающих конструкций, размещаемых таким образом, чтобы нейтрализовать стоячие волны в зоне расположения источника и приёмника звука.

Ключевые слова: Волновая акустика, низкочастотные резонансы, стоячие волны, лучевой метод, импульсная реакция, низкочастотная звукопоглощающая конструкция, студия, тон-зал, контрольная комната, компьютерное моделирование.

Под “малыми” подразумеваются [1] помещения объёмом менее 100 м³; это, прежде всего, тон-зал (где производится запись звука) и контрольная комната (где запись прослушивается) небольших студий.

Акустику малых помещений принято анализировать с использованием волновой теории [1–4].

Согласно этой теории в помещении под действием гармонического (синусоидального) звукового сигнала могут возникать стоячие волны на частотах, называемых резонансными.

В малых помещениях количество низкочастотных резонансов незначительно. Поэтому на реальном (музыкальном или речевом) сигнале возможно относительное усиление его спектральных составляющих, соответствующим

ACOUSTICS OF SMALL ROOMS

Y. Indlin, 7654081@mail.ru, Russia

Abstracts

The main acoustic problem of small rooms, formulated in terms of wave acoustics, is the insufficient density of low-frequency resonances, at the frequencies of which a harmonic signal can create a standing wave. It is proposed to solve this problem with the help of compact broadband sound-absorbing structures placed in such a way as to neutralize standing waves in the area of the sound source and receiver.

Keywords: Wave acoustics, low-frequency resonances, standing waves, beam method, impulse reaction, low-frequency sound-absorbing structure, studio, tone room, control room, computer modeling.

юющих частотам резонансов, что приводит к тембральному окрашиванию звучания.

В случае прямоугольного помещения различают три типа стоячих волн: аксиальные (осевые), возникшие в результате распространения звука между двумя противоположными поверхностями, тангенциальные – параллельно одной поверхностям и косые – непараллельно ни одной из поверхностей.

Если на источник звука в помещении подать сумму гармонических сигналов с резонансными частотами и после достижения стационарного режима выключить источник, то дольше всего будут сохраняться аксиальные стоячие волны, возникшие в направлении наибольшей длины свободного пробега, обычно, между торцевыми стенами.

Это приведёт к тембральному окрашиванию так же и реверберационного отклика.

Первый резонанс, соответствующий аксиальной стоячей волне между торцевыми стенами, образуется, когда половина длины волны звука равна расстоянию $L_{\text{макс}}$ между торцевыми стенами. Частота f_1 этого резонанса рассчитывается по формуле

$$f_1 = c/2L_{\text{макс}}, \quad (1)$$

где c – скорость звука в воздухе.

Другие резонансы в этом направлении имеют частоту, кратную первому: $f_n = nf_1$, где n – целое число.

Из рис. 1 и пояснений к нему [2] можно предположить, что источник звука, помещенный между двумя жёсткими отражающими стенами, может создать весь набор аксиальных стоячих волн.

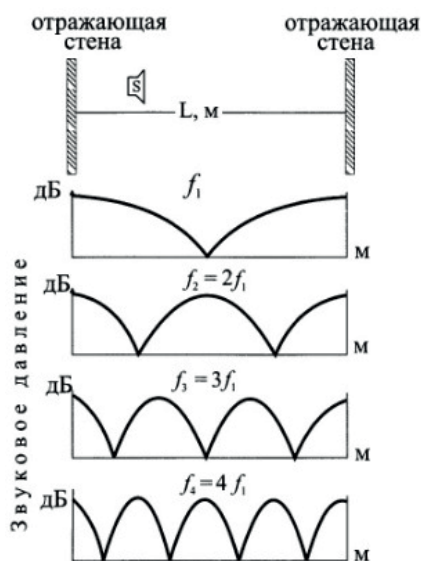


Рис. 1. Аксиальные стоячие волны между двух параллельных звукоотражающих стен

В действительности, источник звука может создать стоячую волну, если его положение совпадает с вычисляемым положением максимума давления в этой стоячей волне. Поэтому весь набор аксиальных стоячих волн может создать лишь источник, встроенный в одну из стен, где все стоячие волны имеют максимум давления. Отдельные стоячие волны будут создаваться источником, располагающимся на расстоянии длины стоячей волны от стены. В частности, источник в середине интервала между стенами может создавать стоячие волны, имеющие максимум давления в середине этого интервала, с частотами nf_2 , что соответствует половине набора аксиальных стоячих волн.

Практический анализ резонансных свойств помещения производится с помощью его частотной характеристики, измеряемой при определённом положении источника (например, громкоговорителя) и приёмника (например, микрофона); эта характеристика имеет максимум, когда

источник и приёмник находятся в максимуме стоячей волны.

Помещение относится к системам, в которых частотная характеристика и импульсная реакция связаны между собой преобразованием Фурье. Т.е. такую систему можно анализировать в частотной области с помощью частотной характеристики или во временной области с помощью импульсной реакции в зависимости от цели анализа; важный, в данном случае, вывод: преобразование Фурье от импульсной реакции в виде периодической последовательности импульсов с периодом T (с) даёт периодическую последовательность частотных импульсов с периодом $F = 1/T$ (Гц).

Импульсную реакцию помещения можно получить в его компьютерной модели, используя лучевой метод (модуль AURA программы EASE). Модель зала (рис. 2), в которой торцевые стены – звукоотражающие, а остальные поверхности – звукопоглощающие, воспроизводит ситуацию, изображённую на рис. 1, с уточнённым расположением источника (на торцевой стене) и выбором расположения приёмника (на той же торцевой стене).

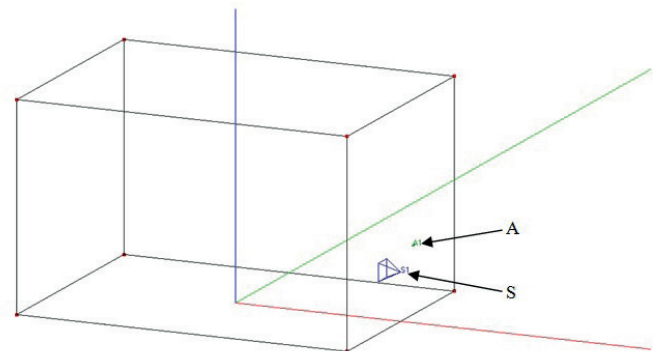
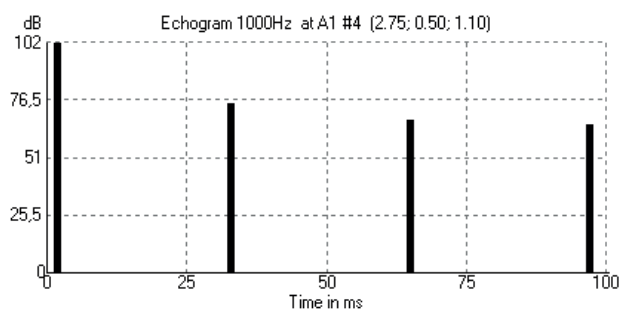


Рис. 2. Изометрия модели зала; S – источник звука и A – приёмник звука встроены в стену

Если на источник подать короткий импульс, то приёмник получит последовательность импульсов, отражённых от торцевых стен (рис. 3).



(с) EASE 4.4 / Тест / 17.12.2021 15:46:09 / АД1 Юрий Индлин

Рис. 3. Импульсная реакция модели зала при расположении источника и приёмника в торцевой стене модели (рис. 2)

Здесь импульсы следуют с периодом $T = 32 \text{ мс} = 0.032 \text{ с}$. Поэтому, частотная характеристика будет представлять собой последовательность импульсов на линейной ча-

стотной шкале, следующих с периодом $F = 1/T = 1/0.032 = 31$ Гц. Это означает, что стоячие волны могут возникать при подаче на излучатель гармонического сигнала частотой $n \cdot 31$ Гц.

Расстояние между торцевыми стенами модели равно 5.5 м; поэтому из (1) следует, что $f_1 = c/2L_{\text{макс}} = 31$ Гц, что совпадает с оценкой, полученной в компьютерной модели.

Такое расположение источника возможно для громкоговорителя контрольной комнаты, но невозможно для музыкального инструмента в тон-зале.

Если установить источник и приёмник в центр модели на равном расстоянии от торцевых стенок (рис. 4), то при подаче на источник короткого импульса импульсная реакция (рис. 5) получает период $T = 16$ мс; это означает, что стоячие волны могут возникать при подаче на излучатель гармонического сигнала частотой $n \cdot 62$ Гц.

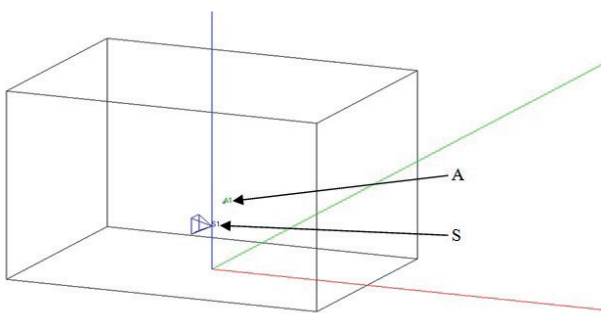
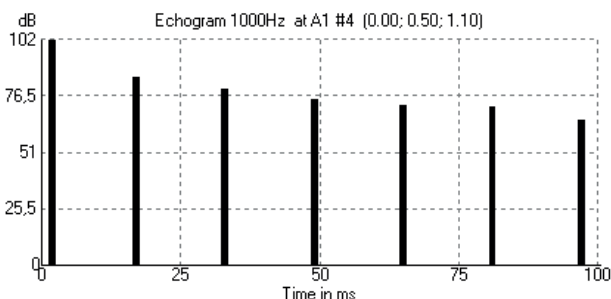


Рис. 4. Изометрия модели зала; S - источник звука и A - приёмник звука в центре зала



(с) EASE 4.4 / Тест / 17.12.2021 16:10:28 / ADI Юрий Индлин

Рис. 5. Импульсная реакция модели зала при расположении излучателя и приёмника в центре зала

Из рис. 2–5 следует, что частотная и импульсная характеристики помещения зависят от расположения в нём как источника, так и приёмника.

Слуховое восприятие периодической последовательности импульсов зависит от соотношения периода T и постоянной времени слуха T_c , равной примерно 50 мс.

При $T > T_c$ имеет место раздельное восприятие импульсов, называемого порхающим эхо.

При $T < T_c$ импульсы сливаются в слуховом восприятии, при этом обнаруживая тональный характер звучания, который объясняется способностью слухового анализатора производить быстрое преобразование Фурье; высота тона соответствует частоте $F = 1/T$.

Распространённое представление [3] о том, что после возбуждения в помещении “короткого одиночного звукового импульса ... звуковое поле будет представлять собой не что иное, как сумму возбуждённых резонансов” непродуктивно, поскольку в распределённой колебательной системе импульс не может создать стоячую волну, её может создать лишь гармонический сигнал; в отличие от колебательной системы с сосредоточенными параметрами, где импульс, действительно, возбуждает колебание на резонансной частоте системы, которое проявляется в форме импульсной реакции.

В любом случае, аксиальные стоячие волны необходимо нейтрализовать, особенно в малых помещениях.

Наиболее очевидный способ – сделать, по крайней мере, одну из торцевых стенок звукопоглощающей.

Тогда импульсная реакция будет состоять из прямого звука и одного запаздывающего отражения с уровнем Δ , который, в общем случае, будет определяться длиной пути прямого звука (l_1) и его отражения (l_2):

$$\Delta = 20 \lg(l_1/l_2). \quad (2)$$

При тональном сигнале на резонансных частотах сигнал и отражение будут складываться в фазе (конструктивная интерференция), что приведёт к увеличению уровня, которое зависит от уровня отражения.

Отражение считается слабым, если его уровень не превышает -10 дБ относительно прямого сигнала.

В примере на рис. 4 расстояние от излучателя до приёмника $l_1 = 0.6$ м, а расстояние от излучателя до отражающей стены плюс расстояние от стены до приёмника $l_2 = 4.8$ м, поэтому из (2) следует, что $\Delta = -18$ дБ.

Разумеется, при удалении приёмника от излучателя и при приближении системы излучатель-приёмник к отражающей стене ситуация ухудшится, тем не менее, не представляет особых трудностей соблюдать условие

$$\Delta < -10 \text{ дБ}. \quad (3)$$

Чтобы выполнить (3) нужно, в первую очередь, сделать одну из торцевых стен эффективно звукопоглощающей, особенно, на низких частотах.

Нижняя частота спектра звука музыкальных инструментов (бас-гитара, большой барабан) равна 40 Гц.

Следовательно, необходима акустическая конструкция, обеспечивающая эффективное звукопоглощение в частотном диапазоне от 40 Гц.

Общепринятая точка зрения на низкочастотное звукопоглощение сформулирована известным специалистом по малым студиям Филипом Ньюэлом [3]:

«Эффективные поглотители низких частот традиционно имеют большие размеры; им требуется пространство в глубину, равное четверти длины волны самой низкой частоты, которую нужно поглощать. Если для частоты 40 Hz длина волны составляет где-то 8 метров, то для

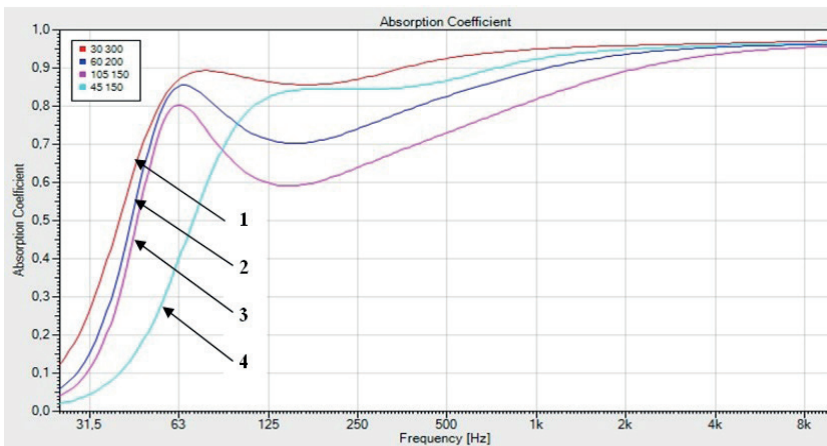


Рис. 9. Зависимость α от f слоя минваты с параметрами

- $d_m = 300$ мм, $\rho = 30$ кг/м³, $f_n = 63$ Гц - кривая 1;
- $d_m = 200$ мм, $\rho = 60$ кг/м³, $f_n = 63$ Гц - кривая 2;
- $d_m = 150$ мм, $\rho = 105$ кг/м³, $f_n = 63$ Гц - кривая 3;
- $d_m = 150$ мм, $\rho = 45$ кг/м³, $f_n = 150$ Гц - кривая 4.

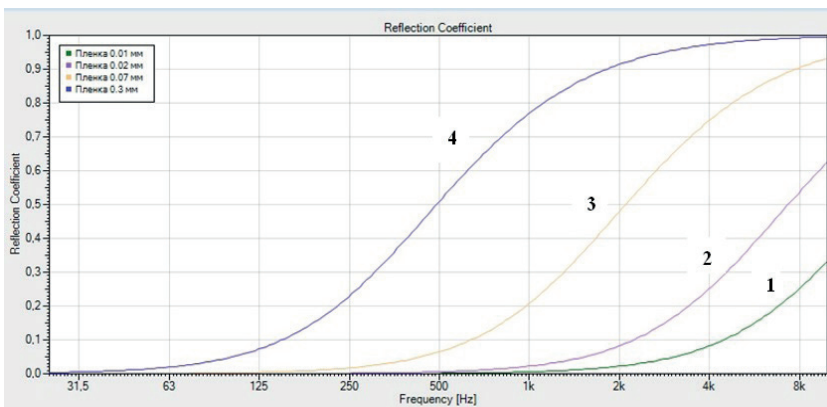


Рис. 11. Зависимость β от f плёнки ПВХ различной толщины:

- $f_b = 15000$ Гц, $d_{пл} = 0.01$ мм - кривая 1;
- $f_b = 7500$ Гц, $d_{пл} = 0.02$ мм - кривая 2;
- $f_b = 2000$ Гц, $d_{пл} = 0.07$ мм - кривая 3;
- $f_b = 500$ Гц, $d_{пл} = 0.30$ мм - кривая 4

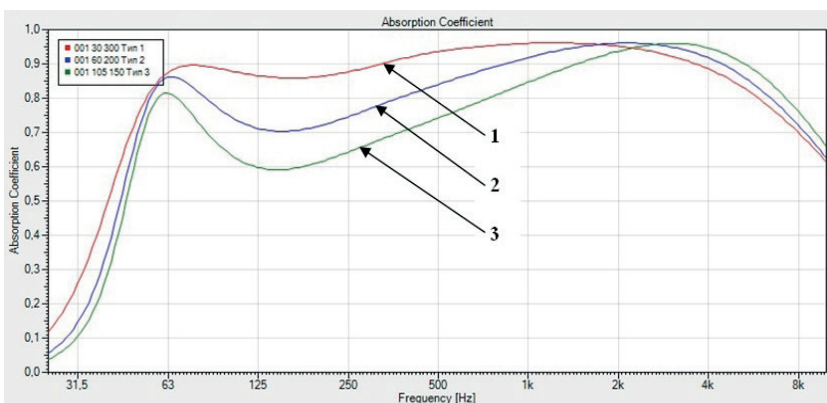


Рис. 12. Кривые $\alpha(f)$ для акустических конструкций;

- кривая 1 - конструкция тип 1 ($f_n = 63$ Гц, $d_m = 300$ мм, $\rho = 30$ кг/м³, $d_{пл} = 0.01$ мм, $f_b = 15000$ Гц);
- кривая 2 - конструкция тип 2 ($f_n = 63$ Гц, $d_m = 200$ мм, $\rho = 60$ кг/м³, $d_{пл} = 0.01$ мм, $f_b = 15000$ Гц);
- кривая 3 - конструкция тип 3 ($f_n = 63$ Гц, $d_m = 150$ мм, $\rho = 105$ кг/м³, $d_{пл} = 0.01$ мм, $f_b = 15000$ Гц)

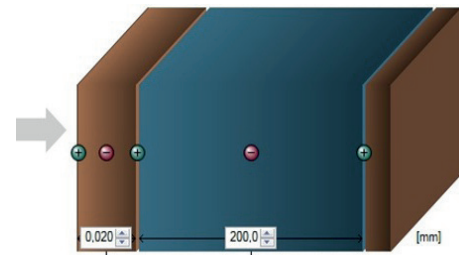


Рис. 10. Акустическая конструкция из (справа налево): звукоизоляционная облицовка, минвата, ПВХ плёнка

Все эти конструкции имеют повышенное поглощение на высоких частотах. К тому же, музыканты имеют значительное поглощение на средних и, особенно, высоких частотах. Поэтому нужно снизить поглощение на средних и высоких частотах с помощью корректирующих конструкций.

Проще всего это сделать, покрывая минвату плёнкой ПВХ (рис. 10).

Коэффициенты отражения β плёнки в зависимости от *верхней граничной частоты* f_b (частота, на которой отражается половина падающей звуковой энергии), определяемой её толщиной $d_{пл}$, даны на рис. 11.

Плёнку 1 можно считать звукопрозрачной.

Плёнка 2 нужна для компенсации высокочастотных потерь в воздухе.

Плёнка 3 подходит для компенсации повышенного звукопоглощения кресел.

Плёнка 4 ограничивает звукопоглощение низкими частотами.

Конструкции на поверхностях первых отражений должны быть широкополосными и звукопрозрачными до верхней граничной частоты $f_b = 15000$ Гц:

Тип 1: $d_m = 300$ мм, $\rho = 30$ кг/м³ (кривая 1 на рис. 9), $f_b = 15000$ Гц (кривая 1 на рис. 11);

Тип 2: $d_m = 200$ мм, $\rho = 60$ кг/м³ (кривая 2 на рис. 9), $f_b = 15000$ Гц (кривая 2 на рис. 11);

Тип 3: $d_m = 150$ мм, $\rho = 105$ кг/м³ (кривая 3 на рис. 9), $f_b = 15000$ Гц (кривая 3 на рис. 11).

Частотные характеристики $\alpha(f)$ коэффициента поглощения α для конструкций этих трёх типов даны на рис. 12.

На поверхностях поздних отражений можно расположить компенсирующие конструкции, имеющие $f_n = 150$ Гц, со следующими параметрами:

Тип 4: $d_M = 150$ мм, $\rho = 45$ кг/м³ (кривая 4 на рис. 9), $f_B = 7500$ Гц (кривая 2 на рис. 11),

Тип 5: $d_M = 150$ мм, $\rho = 45$ кг/м³ (кривая 4 на рис. 9), $f_B = 2000$ Гц (кривая 3 на рис. 11),

Тип 6: $d_M = 150$ мм, $\rho = 45$ кг/м³ (кривая 4 на рис. 9), $f_B = 500$ Гц (кривая 4 на рис. 11).

Частотные характеристики $\alpha(f)$ коэффициента поглощения α для поглотителей этих типов даны на рис. 13.

Плѐнку ПВХ можно заменить перфорированными панелями с параметрами (при круглых отверстиях): толщина панели d_n , радиус отверстия r , шаг отверстий a – расстояние между их центрами по горизонтали и по вертикали (табл. 1).

Панель толщиной 0.5 мм – стандартная металлическая, например, алюминиевая панель.

Панель толщиной 6 мм – стандартная МДФ панель.

Перфорированные панели удобны тем, что они одновременно могут играть роль декоративного покрытия.

Также возможна комбинация плѐнки ПВХ нужной толщины и звукопрозрачной перфорированной панели (с $f_B = 15000$ Гц).

Использование столь эффективных звукопоглощающих конструкций может привести к снижению времени реверберации ниже оптимального T_{opt} .

Действительно. Для малых помещений, согласно [1], $T_{opt} = 0.3$ с.

Время реверберации можно оценить формулой Эйринга:

$$T = -0,163 V / (S(\ln(1 - \alpha_{cp}))), \quad (4)$$

где α_{cp} – средний коэффициент поглощения, S – площадь поверхностей зала, м².

В примере на рис. 2 размеры зала 5.5x4.0x3.5 м, $V = 77$, $S = 110.5$; при $T = 0.3$ с из (4) получаем:

$$\alpha_{cp} = 0.315 \quad (5)$$

Этот коэффициент α_{cp} существенно меньше коэффициентов, полученных для акустических конструкций (типы 1–3). Поэтому, чтобы удовлетворить (5) и получить оптимальное время реверберации необходимо предусмотреть звукоотражающие конструкции, но расположить их нужно таким образом, чтобы в области расположения источников и приёмников звука исключить появление аксиальных стоячих волн.

В примере тон-зала на рис. 14 одна из стен от плинтуса до потолка сделана полностью отражающей; это необходимо для слухового комфорта музыкантов.

При этом музыкант не должен располагаться слишком близко к отражающей поверхности.

Дело в том, что музыкальный сигнал отличается от гармонического сигнала своей изменчивостью во времени, так что с увеличением времени запаздывания τ отражение всё больше отличается от оригинала и, следовательно, влияние интерференции ослабевает.

Принято считать, что это влияние достаточно велико при $0 < \tau < 10$ мс, и в этом временном интервале к музыканту и микрофону не должны приходиться сильные отражения.

Это условие выполняется на удалении 1.6 м от отражающей стены.

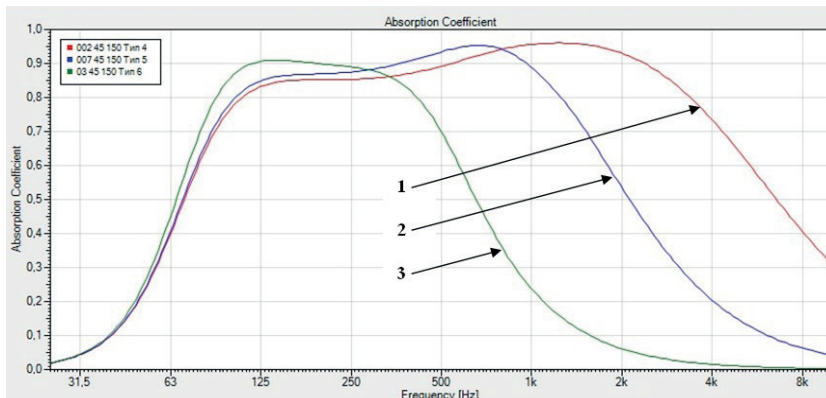


Рис. 13. Кривые $\alpha(f)$ для акустических конструкций;
 кривая 1 – конструкция тип 4 ($f_H = 150$ Гц, $d_M = 150$ мм, $\rho = 45$ кг/м³, $d_{nn} = 0.02$ мм, $f_B = 7500$ Гц);
 кривая 2 – конструкция тип 5 ($f_H = 150$ Гц, $d_M = 150$ мм, $\rho = 45$ кг/м³, $d_{nn} = 0.07$ мм, $f_B = 2000$ Гц);
 кривая 3 – конструкция тип 6 ($f_H = 150$ Гц, $d_M = 150$ мм, $\rho = 45$ кг/м³, $d_{nn} = 0.30$ мм, $f_B = 500$ Гц).

Табл. 1. Параметры покрытия

f_B , Гц	Плѐнка ПВХ толщина мм	Перфорированная круглыми отверстиями панель			
		толщина панели 0.5 мм		толщина панели 6 мм	
		радиус r , мм	шаг a , мм	радиус r , мм	шаг a , мм
15000	0.01	1	4.5	3	9
7500	0.02	1	6	3	11
2000	0.07	1	10	3	15
500	0.30	1	18	3	27

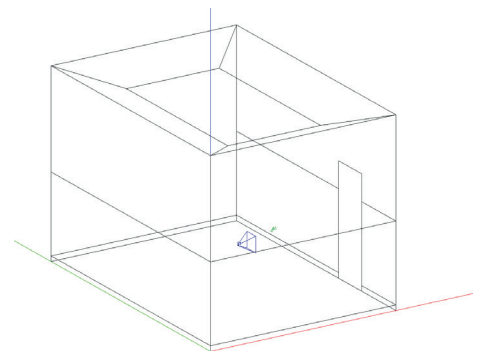


Рис. 14. Изометрия модели тон-зала;
S – источник звука и **A** – приёмник звука в нижней части зала

Нижние части других стен выполнены звукопоглощающими (с конструкциями типа 2–3) от плинтуса до высоты 1.6 м; на этих уровнях будут располагаться звуковые источники (музыкальные инструменты). Это исключит образование стоячих волн в нижней части тон-зала.

Выше располагаются компенсирующие конструкции, в нашем случае, достаточна конструкция тип 6, и звукоотражающие поверхности, например, ГКЛ звукоизоляционных конструкций.

Потолок в центральной части над вероятным расположением источников звука выполнен звукопоглощающим (тип 1), периферия – звукоотражающая.

Акустические конструкции типа 1–3 (рис. 15) различаются толщиной минваты и её плотностью.

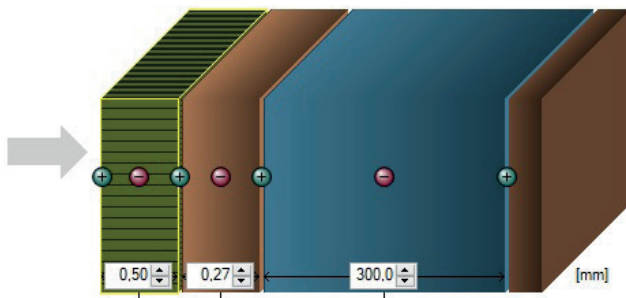


Рис. 15. Акустическая конструкция типа 1-3 (справа налево):
 - ГКЛ звукоизоляционной облицовки;
 - минплита тип 1: 1000x500x300 мм плотностью 30 кг/м³;
 - минплита тип 2: 1000x500x200 мм плотностью 60 кг/м³;
 - минплита тип 3: 1000x500x150 мм плотностью 105 кг/м³;
 - стеклоткань T23;
 - перфометалл: толщина 0.5 мм, радиус отверстий 1 мм, шаг 4.5 мм.

Акустические конструкции типа 4–6 (рис. 16) различаются толщиной плёнки.

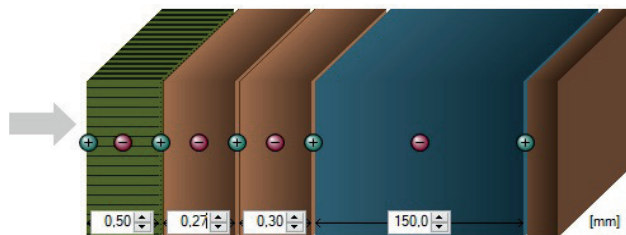


Рис. 16. Акустическая конструкция типа 4-6 (справа налево):
 - ГКЛ звукоизоляционной облицовки;
 - минплита: 1000x500x150 мм плотностью 45 кг/м³;
 - плёнка ПВХ тип 4: толщина 0.02 мм;
 - плёнка ПВХ тип 5: толщина 0.07 мм;
 - плёнка ПВХ тип 6: толщина 0.30 мм;
 - стеклоткань T23;
 - перфометалл: толщина 0.5 мм, радиус отверстий 1 мм, шаг 4.5 мм.

Расчёт акустических характеристик тон-зала проводился с помощью компьютерной программы моделирования акустики помещений EASE 4.4.

Результаты расчёта в статистическом модуле с помощью формулы Эйринга приведены на рис. 17 (голубая кривая) вместе с ломаными линиями, обозначающими допуски.

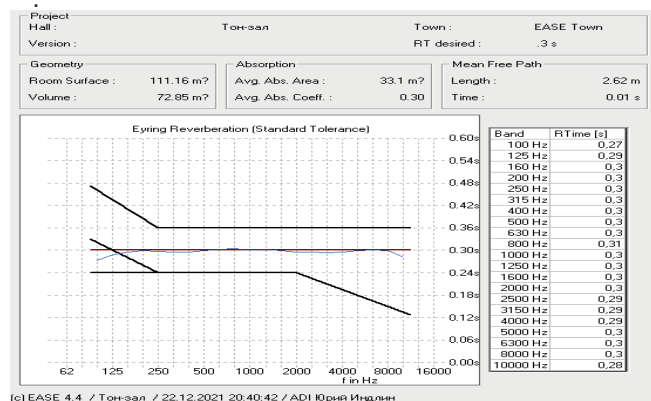
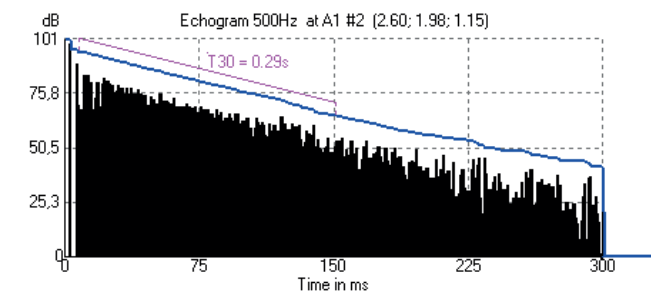


Рис. 17. Рассчитанная частотная характеристика времени реверберации (голубая кривая) в пустом зале; ломаные линии ограничивают диапазон оптимальных значений

Как видно из рис. 17, результаты расчёта T_3 с помощью формулы Эйринга вполне согласуются с рекомендуемыми значениями.

Для оценки импульсной реакции были проведены расчёты лучевым методом при размещении источника звука (музыкального инструмента) на высоте 0.8 м и приёмника звука (ушей музыканта или микрофона) на высоте 1.1 м в оптимальной зоне (рис. 18).



(с) EASE 4.4 / Тон-зал / 22.12.2021 21:26:06 / АД1 Юрий Индлин

Рис. 18. Рассчитанная импульсная реакция в условиях рис. 14: первый импульс – прямой сигнал, второй импульс – отражение от пола, следующие импульсы – реверберационный отклик

На рис. 18 видно, что в интервале до 10 мс после прихода прямого звука к ушам музыканта нет сильных отражений, исключая привычное отражение от пола (следующий после прямого звука импульс); первые отражения от стен и потолка имеют уровень –17 дБ относительно прямого звука.

Лучевой метод, имитирующий естественный акустический процесс, считается более информативным, чем формула Эйринга [6]. Шредеровская кривая спада (голубая линия) в акустически хорошем помещении

должна быть близкой к прямой линии. Время её снижения на 30 дБ, умноженное на два, даёт оценку времени реверберации T_{30} (показано над голубой кривой).

Из рис. 17 и 18 следует, что $T_3 \approx T_{30}$. Это говорит об отсутствии влияния гармонических резонансов (которые затягивают реверберационный процесс, увеличивая T_{30} относительно T_3).

Данные на рис. 17 и 18 получены в отсутствие музыкантов. Присутствие музыкантов приведёт к снижению времени реверберации на средних и высоких частотах (рис. 19).

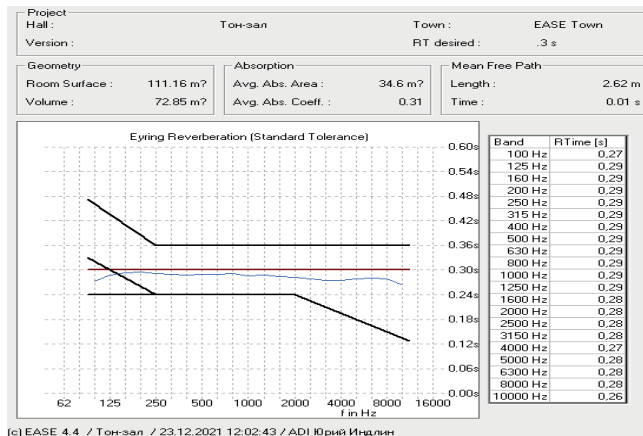
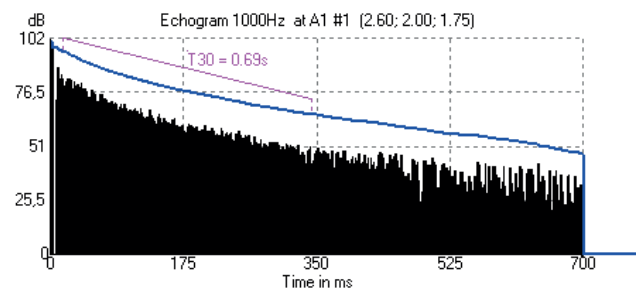


Рис. 19. Рассчитанная частотная характеристика времени реверберации (голубая кривая) с тремя музыкантами в зале; ломаные линии ограничивают диапазон оптимальных значений

Для компенсации этого влияния и увеличения времени реверберации на средних и высоких частотах следует предусмотреть размещение на звукопоглощающих конструкциях типа 1–3 нескольких мобильных звуко-рассеивающих элементов из расчёта примерно 0.7 м² звуко-рассеивающей поверхности (закрывающую звуко-поглощающую акустическую конструкцию) на одного музыканта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф. Ньюэлл. Проектирование студий; маленькие студии для великих записей, Шоу-мастер, 2002
2. И. Алдошина, Р. Приттс. Музыкальная акустика, Композитор* Санкт-Петербург, 2006
3. Ф. Ньюэлл. Звукозапись: Акустика помещений, Шоу-мастер, 2004
4. Н. Руттрэфф. Room Acoustic, Fifth Edition, Spon Press, 2009
5. Ю. Индли. Низкочастотное звукопоглощение. – Мир техники кино, 2020–3(14), с. 5–16
6. Ю. Индли. Расчёт времени реверберации лучевым методом. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: 7654081/ucos/ru, свободный.



(с) EASE 4.4 / Тон-зал / 23.12.2021 9:05:22 / ADI Юрий Индли

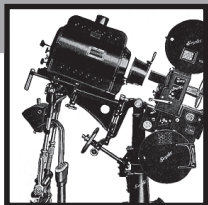
Рис. 20. Рассчитанная импульсная реакция в условиях рис. 14 при высоком расположении источника и приёмника

Изложенная концепция имеет определённые ограничения, связанные с высотой расположения источника и приёмника; высокий солист (высота источника 1.7 м) и приёмник на той же высоте создают условия для возникновения стоячих волн в горизонтальной плоскости. Это проявляется в форме реверберационной кривой импульсной реакции, полученной в этих точках (рис. 20).

Форма реверберационной кривой этой импульсной реакции объясняется тем, что звуковые лучи, распространяющиеся в горизонтальной плоскости, не встречают на своём пути эффективный звукопоглотитель, и поэтому затухают с меньшей скоростью, чем это видно на рис. 18, и с существенно большей оценкой времени реверберации T_{30} (0.69 с на рис. 20 и 0.29 с на рис. 18); оценка по формуле Эйринга T_3 остаётся неизменной (рис 17), что подтверждает её невысокую информативность.

Заключение

Проблема недостаточной плотности низкочастотных резонансов в малых помещениях решается с помощью компактных широкополосных звукопоглощающих конструкций, которыми облицовываются те поверхности, которые способствуют образованию стоячих волн в зоне расположения источника и приёмника звука. ■



Повышение надёжности усилителей мощности сигналов звуковой частоты



Л.С. Тихонова, к.т.н., СПбГИКит

Часть 2: Обобщённая структура алгоритма расчёта оконечных каскадов

Аннотация

Материалы двух частей статьи носят теоретико-методологический характер и содержат анализ информационных исследований вопросов работоспособности и надёжности радиоэлектронных средств, в том числе усилителей мощности сигналов звуковой частоты, позволивший усовершенствовать классическую методику проектирования и разработать алгоритм расчёта оконечных каскадов усилителей.

В первой части статьи представлены результаты информационных исследований в области надёжности радиоэлектронных средств, проведён анализ основных факторов, определяющих надёжность работы усилителей мощности, позволивший сформулировать предпосылки к развитию традиционного подхода к проектированию оконечных каскадов [2.1].

Во второй части статьи представлена обобщённая структура алгоритма расчёта параметров и определения режимов наиболее распространённой на практике схемы оконечного каскада усилителя мощности. В завершении представлены отдельные результаты расчётов с помощью составленных программ в среде MathCad и общее заключение.

Ключевые слова: работоспособность, надёжность, усилитель, оконечный каскад, алгоритм расчёта.

INCREASING THE RELIABILITY OF POWER AMPLIFIERS
PART 2: GENERALIZED STRUCTURE OF THE FINAL STAGE
CALCULATION ALGORITHM

L.S. Tikhonova, St. Petersburg State Institute of Film and Television, Russia

Abstract

The materials of the two parts of the article are of a theoretical and methodological nature and contain an analysis of information research on the operability and reliability of radio electronic equipment, including power amplifiers for audio frequency signals, which made it possible to improve the classical design methodology and develop an algorithm for calculating the final stages of amplifiers.

The first part of the article presents the results of information research in the field of reliability of radio electronic means, an analysis of the main factors that determine the reliability of the operation of power amplifiers, which made it possible to formulate the prerequisites for the development of a traditional approach to the design of terminal stages [2.1].

In the second part of the article, a generalized structure of the algorithm for calculating the parameters and determining the modes of the most common in practice circuit of the final stage of a power amplifier is presented. In the end, the individual results of calculations using the compiled programs in the MathCad environment and a general conclusion are presented.

Key words: performance, reliability, amplifier, final stage, calculation algorithm

Анализ факторов, влияющих на работоспособность и надёжность УМСЗЧ, позволил перейти к разработке методики проектирования и алгоритма расчёта параметров высоконадёжного оконечного каскада УМСЗЧ, мощные транзисторы которого испытывают наиболее существенные электрические и тепловые нагрузки.

Объектом совершенствования методики проектирования УМСЗЧ послужила схема двухтактного оконечного каскада, собранного на комплементарных (согласованных) транзисторах, включённых по схеме с общим коллектором, работающих в режиме класса глубокого АВ. Эта схема наиболее распространена в схемотехнике УМСЗЧ в силу преимуществ, обусловленных действием в каждом её плече 100% местной отрицательной обратной связи по напряжению последовательного типа. Это делает схему практически идеальным согласующим устройством, обладающим усилением по току, а значит и по мощности.

На рис. 2.1 представлена схема каскада. С помощью резисторов R1 и R2 вводится местная отрицательная обратная связь по току последовательного типа, улучшающая работу каскада. К тому же, эти резисторы также могут быть использованы как часть схемы защиты от перегрузок по току при проектировании усилителя мощности в целом, частью которого будет оконечный каскад.

Отметим, что обычно расчёты производятся только для одного плеча двухтактного каскада. Каскад полностью симметричен, и значения параметров для второго плеча будут идентичными.

Результатом информационного анализа было внесение в традиционную методику расчёта оконечных каскадов изменений, дополнительных расчётов, построений и проверок, учитывающих факторы, существенные с точки зрения надёжности работы каскада. В качестве исходной, традиционной была принята методика В.М. Журавлёва, изложенная в [2.2].

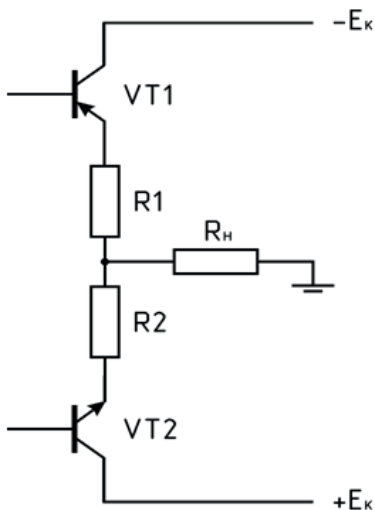


Рис. 2.1. Схема оконечного каскада

- Перечислим предложенные изменения и нововведения:
- возможность введения местной обратной отрицательной связи по току, последовательного типа, стабилизирующей исходный режим каскада и улучшающей симметрию работы (резисторы R1 и R2);
 - учёт использования стабилизированного или нестабилизированного напряжения источника вторичного электропитания;
 - учёт при выборе типонаименований мощных транзисторов области их безопасной работы при номинальной температуре окружающей среды и трансформация ОБР при повышении температуры окружающей среды;
 - построение линии нагрузки каскада с учётом комплексного характера входного сопротивления громкоговорителя и соединительных кабелей;
 - конструктивный расчёт радиаторов охлаждения мощных транзисторов;
 - расчёт надёжности работы.

Разработанная методика нашла своё поэтапное отражение в составленном алгоритме расчёта. В алгоритме присутствуют блоки сравнения, различные ветви расчёта, возможность выбора тех или иных схемных решений, числовых вариантов расчёта и различных реализаций.

В алгоритм вложены четыре самостоятельных подалгоритма, которые могут быть применены и автономно для проектирования и расчёта схем оконечных каскадов УМСЗЧ других схемных конфигураций.

Полная блок-схема алгоритма расчёта слишком громоздка (содержит более трёх сотен формул) для размещения в материалах статьи, поэтому на рис. 2.2 представлена обобщенная структура разработанного алгоритма расчёта, отражающая в укрупнённом виде последовательность и суть расчётов.

Подалгоритм 1.1 предусматривает построение ОБР транзистора при различных температурах окружающей среды.



Рис. 2.2. Обобщенная структура алгоритма расчета

С помощью подалгоритма 1.2 осуществляется совместное построение линии нагрузки и ОБР при повышенной температуре корпуса транзистора. Причём, линия нагрузки может быть построена как для чисто активного характера нагрузки, так и для комплексного.

В подалгоритме 1.3 дан самостоятельный алгоритм конструктивного расчёта радиаторов охлаждения мощных выходных транзисторов.

Подалгоритм 1.4 позволяет провести расчёт показателей надёжности работы каскада. При этом учтены изменения коэффициентов нагрузки при работе отдельных элементов и транзисторов оконечного каскада, введён учёт дополнительных факторов надёжности с помощью поправочных коэффициентов, отражающих интенсивность отказов в эксплуатационных условиях работы. В качестве исходной была принята методика расчёта надёжности, предложенная А.Я. Храмовым [2.3].

Отметим, что предложенный подход к решению проблемы повышения надёжности работы может быть использован для проектирования каскадов, имеющих другие схемотехнические решения, так как усовершенствования касаются условий работы мощных транзисторов, помещённых в ту или иную схему включения.

Некоторые результаты компьютерных расчетов

Применение компьютерных технологий в научно-исследовательской и учебно-образовательной деятельности обеспечивают гибкость, наглядность и быстроту проведения расчётов. Дальнейшая работа была направлена на выбор компьютерной среды, составление и отладку программ расчётов по традиционной и разработанной методикам. К использованию был принят пакет MathCad, обладающей широким кругом функциональных и вычислительных возможностей.

Ниже рассмотрены и проиллюстрированы наиболее ключевые моменты разработанных методики и алгоритма расчёта: выбор типоминимала мощного транзистора с учётом его ОБР в условиях повышенной температуры окружающей среды и особенности его работы на комплексный характер сопротивления нагрузки. Также приведены результаты расчётов надёжности нескольких вариантов УМСЗЧ, спроектированных по традиционной и разработанной методикам.

Область безопасной работы

Подалгоритм 1.1 позволяет провести расчёт и построение ОБР мощного транзистора при различных температурах окружающей среды.

В программу расчёта пользователем заносятся ключевые точки ОБР, приведенной в справочнике. Программа строит её график, и далее по желанию пользователя перестраивает её при заданной более высокой температуре окружающей среды. В традиционной же методике используются только значения предельно допустимых параметров транзистора с введением коэффициента запаса 0,7–0,8.

На рис. 2.3, ломаная 1 отражён график ОБР современного мощного низкочастотного транзистора, выполненного по планарной технологии, приводимый в справочной литературе в логарифмическом масштабе при номинальной температуре окружающей среды $25^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$.

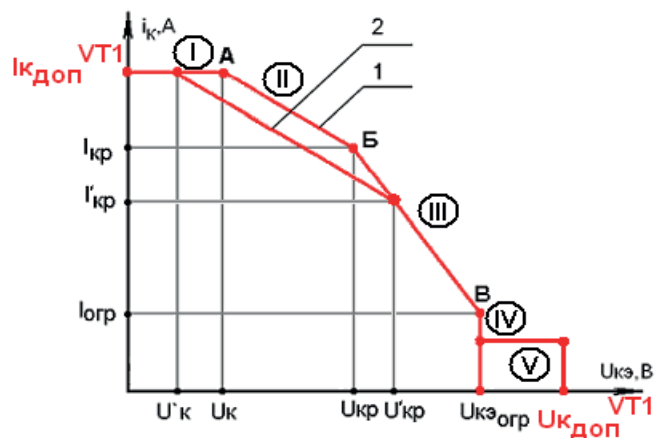


Рис. 2.3. Области безопасной работы транзистора

Здесь же изображён график ОБР транзистора при более высокой температуре, не указываемый в справочнике (рис. 2.3, ломаная 2), но выполняемый программой, согласно алгоритма расчёта.

На рис. 2.3 обозначены наиболее значимые для работы транзистора величины токов и напряжений, а также характерные точки и области работы транзистора:

U_k – напряжение, соответствующее началу области максимально-допустимой мощности рассеяния на коллекторе для ОБР₇₀;

U_k – напряжение, соответствующее началу области максимально-допустимой мощности рассеяния на коллекторе для ОБР₂₅;

U_k – напряжение, соответствующее началу области вторичного пробоя ОБР₂₅;

U_{kr} – напряжение, соответствующее началу области вторичного пробоя ОБР₇₀;

$U_{kэ_огр}$ – граничное напряжение ОБР₂₅ при заданных условиях;

I_{kr} – коллекторный ток ОБР₂₅ транзистора, соответствующий напряжению вторичного пробоя;

I_{kr} – коллекторный ток ОБР₇₀ транзистора, соответствующий напряжению вторичного пробоя;

$I_{огр}$ – коллекторный ток, соответствующий граничному напряжению $U_{kэ_огр}$.

- Точка А соответствует максимальному значению $I_{k доп}^{VT1}$, при котором мощность рассеиваемая транзистором максимальна для данной температуры корпуса.

- Точка Б соответствует граничному напряжению U_{kr} , при котором на коллекторе транзистора ещё может рассеиваться максимально-допустимая мощность для данной температуры корпуса.

- Точка В соответствует граничному напряжению $U_{kэ_огр}$.

- Область I: ток ограничивается максимально-допустимым током коллектора $I_{k доп}^{VT1}$.

- Область II: ток ограничивается максимально-допустимой мощностью рассеяния на коллекторе $P_{K_{доп}}^{VT1}$, величина которой ограничивается температурой перехода $t_{п_{доп}}$, зависит от температуры корпуса и от его теплового сопротивления переход-корпус $Rt_{п-к}$. В области II вплоть до точки Б обеспечивается равенство выделяемого и отводимого от транзистора тепла.

- Область III: ток ограничивается вторичным пробоем. При увеличении напряжения на коллекторе сверх величины $U_{кр}$ ток через транзистор приходится снижать в значительно большей степени, чем в области II. Наклон на участке определяется тепловым сопротивлением переход-корпус $Rt_{п-к}$ ($U_{кэ}$), которое является функцией напряжения $U_{кэ}$ и увеличивается с увеличением напряжения.

- Область IV: ток ограничивается граничным напряжением между выводами коллектора и эмиттера при токе базы, равным нулю, и заданном токе эмиттера $I_{кэ_{огр}}$, при котором отсутствует явление вторичного пробоя при наличии некоторого начального коллекторного тока. Это напряжение ограничивает ОБР справа и меняется в зависимости от условий на входе.

- Область V: ток ограничивается максимально-допустимым напряжением коллектор-эмиттер $U_{K_{доп}}^{VT1}$.

При повышении температуры корпуса транзистора выше номинальной снижается величина максимально-допустимой мощности рассеяния на коллекторе транзистора и график ОБР сдвигается, вплоть до его предельного положения при температуре коллекторного перехода $t_k=t_{k_{max}}$ (см. рис. 2.3, ломаная 2). Следует отметить, что это справедливо для напряжений $U_{кэ}$ меньше напряжения вторичного пробоя $U_{кр}$. Область I сокращает свою протяженность до напряжения $U_{кэ}=U'_{к}$. Область II ОБР $t_{k_{max}}$ переносится параллельно участку II ОБР t_{25} вплоть до пересечения с линией ОБР t_{25} . Далее ОБР $t_{k_{max}}$ совпадает с ОБР t_{25} .

В справочной литературе ОБР транзистора даётся в логарифмическом масштабе, но для нахождения области размещения динамической характеристики необходимо осуществить пересчёт ОБР в линейный масштаб. Это выполняется графически путём переноса ряда значений тока и напряжения из логарифмического масштаба в линейный, выполняемый программой согласно алгоритма. Эти результаты могут оказаться полезными в ходе расчётов оконечных каскадов, собранных по другим схемам (см. рис. 2.4).

Построение линии комплексной нагрузки

С помощью подалгоритма 1.2 можно провести расчёт и построение линии комплексной нагрузки в соответствии с конкретными или типовыми частотными характеристиками модуля входного сопротивления громкоговорителя.

На рис. 2.4 приведены графики ОБР для разных температур в линейном масштабе, при удовлетворительном

выполнении упрощённого расчёта подалгоритма 1.2. На рис. 2.4 также отражены результаты построения линии нагрузки с учётом только минимального значения модуля входного сопротивления громкоговорителя (наклонная прямая линия), как это делается в традиционной методике, и динамической характеристики нагрузки с учётом комплексного характера сопротивления нагрузки. В этом случае характеристика нагрузки имеет вид эллипса, максимальное раскрытие которого может достигать 45–60 электрических градусов для отдельных типов громкоговорителей.

На рис. 2.4 представлен вариант с раскрытием эллипса 45 электрических градусов. С помощью рисунка можно наглядно определить правильность выбора типоминимала мощного транзистора и наличие запаса. Варианты с другими значениями раскрытия эллипса представлены на рис. 1.3 в первой части статьи [2.1].

Расчёт надёжности

Логичным обоснованием эффективности проведения работы, направленной на повышение надёжности работы устройства, является расчёт показателей надёжности работы этого устройства с учётом максимально возможных эксплуатационных ситуаций и нагрузок.

Расчёт показателей надёжности выполняется с помощью подалгоритма 1.4. В качестве исходной была принята методика расчёта надёжности, предложенная А.Я. Храмовым [2.3], в которую были внесены изменения.

В таблицу сведены результаты сравнительных расчётов по традиционной (обозначены буквами Т) и предложенной (обозначены буквами Н) методикам вариантов оконечных

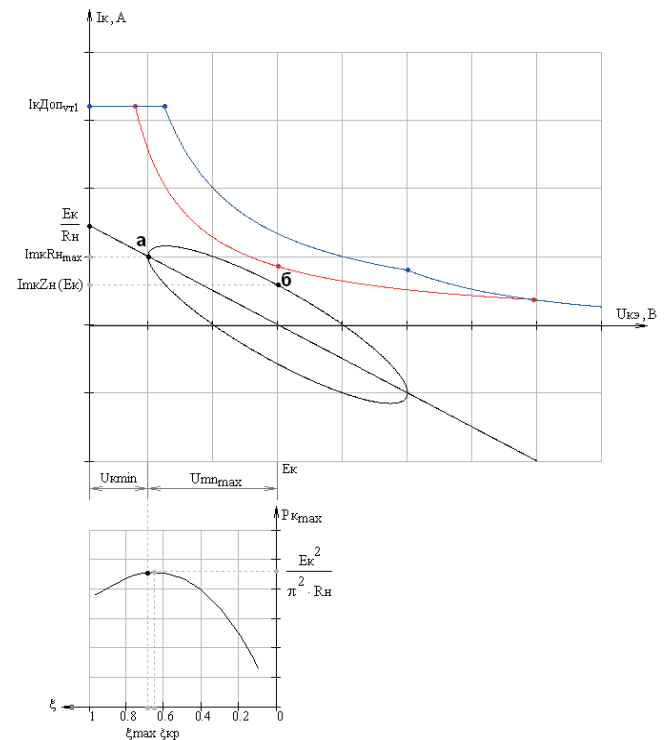


Рис. 2.4. Совместное построение линии нагрузки, динамической характеристики нагрузки и ОБР₇₀ в линейном масштабе

каскадов, отличающихся исходными данными (значениями выходных мощностей и сопротивлений нагрузки).

Представленные выше результаты расчётов по традиционной и разработанной методикам, проведённые с помощью составленных прикладных программ, демонстрируют существенное увеличение значения среднего времени наработки на отказ T_0 для каскадов, рассчитанных по усовершенствованной методике. Наиболее существенный выигрыш наблюдается при проектировании УМЗЧ с большими значениями выходных мощностей.

Общее заключение

Основным условием обеспечения надёжности УМСЗЧ, выполняемым на стадии проектирования, является использование методики расчёта оконечного каскада, на более полно учитывающей эксплуатационные условия.

В ходе усовершенствования традиционных методик расчёта оконечных каскадов УМСЗЧ были решены следующие задачи: исследованы факторы, наиболее существенно влияющие на надёжность работы усилителей мощности, проведён анализ этих факторов, позволивший разработать методику проектирования и алгоритм расчёта высоконадёжных оконечных каскадов УМСЗЧ, работающих в наиболее критических режимах, обусловленных высокой температурой внутри корпуса усилителя и р-п переходов мощных транзисторов, комплексным характером входного сопротивления громкоговорителя и сложностью временной функции звукового сигнала.

Грамотно проведённый расчёт режимов работы и параметров схемы оконечного каскада позволит сэкономить значительные средства на этапах проектирования, конструирования и отладки УМСЗЧ. ■

Таблица

Вариант	H1	T1	H2	T2	H3	T3	H4	T4
Ном. вых. мощность, Вт	25	25	10	10	50	50	50	50
Сопротивление нагрузки, Ом	4	4	2	2	15	15	4	4
Типоминалы транзисторов	КТ818АМ	КТ816В	КТ819А	КТ972А	КТ864А	КТ864А	КТ8101А	КТ818Г
Макс.-доп. мощность рассеяния на коллекторе при $t_{\text{ном}}=25^{\circ}\text{C}$, $P_{\text{к доп}}$, Вт	60	25	60	8	150	100	150	60
Рассчитанное значение макс. мощности рассеяния на коллекторе при $t_{\text{ном}} = 25^{\circ}\text{C}$, $P_{\text{к макс}}$, Вт	9.1	8.5	4.1	3.4	17.5	17.1	17	17
Коэффициент нагрузки $K_{\text{нр}}$	0.15	0.34	0.07	0.43	0.12	0.17	0.114	0.29
Интенсивность отказов в но- мин. режиме, $\lambda_{\text{ој}} \cdot 10^{-6}$, 1/час	0.28	0.28	0.28	0.25	0.28	0.28	0.28	0.28
Попр. коэффициент, учит. тепл. и электр. режимы работы элемента, a_i (t° ; $K_{\text{н}}$, $P_{\text{к}}$)	2.06	2.65	1.99	2.7	2.4	2.1	2.56	2.1
Попр. коэффициент, учит. эксплуатац. условия работы элемента, $K_{\text{э}}$	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Общ. интенсивность отказов вых. каскада, $\Lambda \cdot 10^{-6}$, 1/час	2.9	3.7	2.8	3.4	2.9	6.7	2.9	7.2
Среднее время наработки на отказ, $T_0 \cdot 10^6$, час	0.35	0.27	0.36	0.29	0.35	0.15	0.35	0.14

ЛИТЕРАТУРА

- 2.1. Повышение надёжности усилителей мощности сигналов звуковой частоты. Часть 1: Предпосылки к усовершенствованию методики проектирования оконечных каскадов [Текст]. – М.: Мир техники кино, 2021, №1 (15), с. 10–15.
- 2.2. Журавлев В.М., Поляков С.Б., Храмов А.Я. Усилительные устройства. Проектирование усилителей звукового диапазона частот. Части 1, 2, 3. Расчёт режимов и определение параметров каскадов блока оконечного усиления. Методические указания [Текст]. – Л.: ЛИКИ, 1985.
- 2.3. Храмов А.Я. Усилители и электропитающие устройства. Расчёт надёжности звукотехнических усилителей и транзисторных стабилизаторов напряжения. Методические указания по курсовому и дипломному проектированию [Текст]. – Л.: ЛИКИ, 1983.

REFERENCES

- 2.1. Improving the reliability of power amplifiers for audio signals. Part 1: Prerequisites for improving the methodology for designing final stages [Text]. – M.: World of cinema technology, 2021, no 1 (15), p. 10–15.
- 2.2. Zhuravlev V.M., Polyakov S.B., Khramov A.Ya. Amplifying devices. Design of amplifiers for audio frequency range. Parts 1, 2, 3. Calculation of modes and determination of the parameters of the stages of the terminal amplification unit. Methodical instructions [Text]. – L.: LIKI, 1985.
- 2.3. Khramov A.Ya. Amplifiers and power supplies. Calculation of the reliability of sound amplifiers and transistor voltage stabilizers. Methodical instructions for course and diploma design [Text]. – L.: LIKI, 1983.



КАК НАУЧИТЬСЯ ФОТОКОМПОЗИЦИИ.

Композиционные законы, закономерности, приемы и средства.



Е.А. Артемов, info-poli@yandex.ru, преподаватель фотокомпозиции, член Объединённого комитета художников-графиков г. Москвы, РФ

Часть 1: Законы композиции



Илл. 1. Иван Бунин

■ Законы композиции! Какое противное для молодого уха словосочетание! «Художник должен творить в атмосфере вседозволенности» – говорил Иван Бунин, первый русский писатель – иммигрант, удостоенный Нобелевской премии в области литературы (1933 год). (Илл. 1)

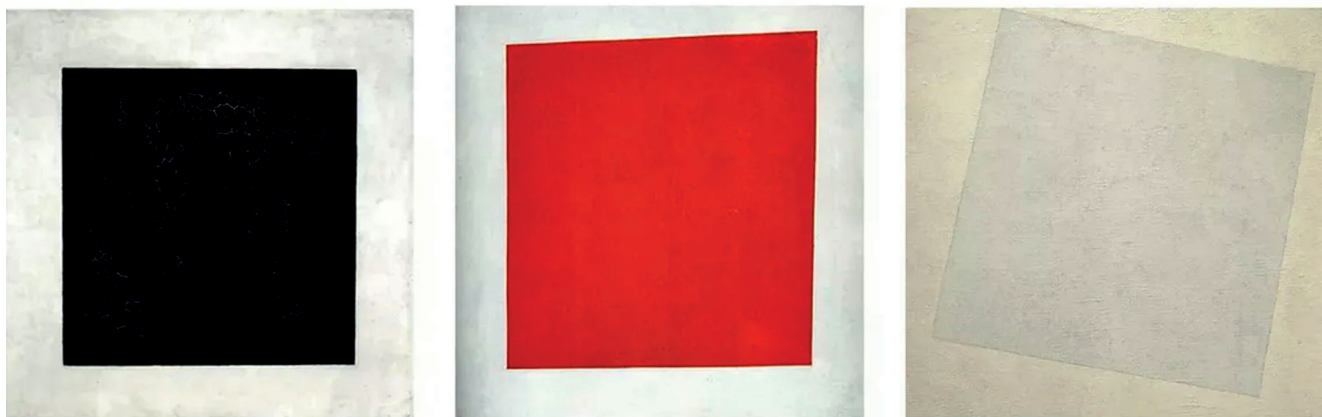
«Если проанализировать исторический опыт мирового искусства, то можно, я думаю, уловить закономерности универсального значения, лежащие в основе художественного творчества. Они объективны, так как не зависят от особенностей тех или иных школ и направлений, течений и творческих индивидуальностей отдельных художников, они неотъемлемы от самой природы искусства. Это, я думаю, и есть законы композиции» – говорит талантливейший художник Евгений Кибрик.

Но даже если Вы будете полностью отрицать опыт мировой художественной культуры, Вам не удастся игнори-

ровать законы композиции. Потому, что опыт истории искусства лишь отражает опыт человеческого восприятия действительности. Именно поэтому не существует ни одного произведения изобразительного искусства, ни одной фотографии, которая тем или иным способом не использовала бы эти законы. Для того, что бы их полностью отрицать, нужно выйти за пределы нашего человеческого опыта, нашей человеческой истории, нашей человеческой жизни. Это возможно, если Вы – инопланетянин.

Допустим, что Вы ничего не хотите изобразить в своем произведении. Вообще ничего. Но остаются проблемы формы и размера произведения, его пропорций, тех силовых линий, которое человеческое восприятие внутри произведения начертает, проблема цвета или прозрачности, которыми заполнено произведение. И много еще композиционных проблем Вам, как автору, придётся решить при его создании. И решать эти проблемы Вы будете вынуждены основываясь на своем человеческом опыте – другого опыта у Вас просто нет. (Илл. 2)

Кратко перечислим основные законы композиции. Их совсем немного. Исследователи варьируют свод законов композиции. Я основываюсь на моём опыте творчества и преподавания.



Илл. 2. Казимира Малевич. «Черный квадрат – Красный квадрат – Белый квадрат»

Основными законами композиции следует считать:

- закон целостности,
- закон контрастов,
- закон ритма,
- закон выделения главного в кадре,
- закон новизны,
- закон подчиненности всех средств композиции Вашему идейному замыслу
- закон несводимости композиции к сумме её элементов.

Целостность – родовое, главное понятие композиции. Даже если мы строим произведение на основе различных фрагментов, как, например, в технике коллажа, в

результате мы получаем новую, специфическую целостность. «В живом организме совершенно исчезает всякий след различных элементов как таковых. Различие заключается здесь уже не в раздельном существовании различных элементов, а в живом движении отличных друг от друга функций, которые одушевлены одной жизнью». Это написал Карл Маркс, которого почитают в Европе и топчут в России. Но не забывайте, что половина теоретиков фотографии – марксисты, Вальтер Беньямин, к примеру. Проиллюстрирую этот закон композицией моего однокурсника Сергея Ткаченко, оператора кинофильма «Гости из будущего». Вот уж поистине, ничего нельзя ни добавить, ни убавить не разрушив композицию! (Илл. 3).



Илл. 3. С. Ткаченко. «Индустриализация»

Коль скоро мы начали с закона целостности, поговорим сразу о законе несводимости композиции к сумме её элементов. Суть его в том, что можно бесконечно долго анализировать различные аспекты композиции снимка или картины, но мы никогда не сможем найти среди них живую душу произведения искусства, то, что позволяет живой душе зрителя эмоционально сопереживать увиденному. Потому, что композиция – совокупность всех её элементов, более того, их живая связь. И только во взаимодействии всех элементов композиции она становится живым организмом, а не мёртвой схемой. Плохие марксисты – большевики – писали после революции 17 года: «Из трупа можно получить 5 гвоздей, полведра извести, два ведра воды, но души – нет». Правильно, души в трупе нет – она есть в живом человеке, она одушевляет его и даёт ему жизнь. Так же и в композиции произведения искусства. «В ней есть душа, в ней есть свобода, в ней есть любовь, в ней есть язык» – Фёдор Иванович Тютчев.

Закон контрастов важнейший закон композиции.

Термин «контраст» обозначает резкую разницу, противоположность. Трудно всеобъемлюще представить масштабы действия контраста, его роль и значение. Действие закона контрастов распространяется не только на материальный мир Земли, но и на всю Вселенную. Значение контрастов в композиции известна со времен

наскальных росписей. Без контрастов нельзя создать не только произведения искусства, но даже простое изображение, линейный рисунок. Контрасты – необходимое условие для того, чтобы зритель увидел изображение, так как без контрастов изображение сольется с фоном. Леонардо да Винчи в «Трактате о живописи» говорит о контрастах величин (высокого с низким, толстого с тонким), контраста характеров, фактур, материалов. Мы должны помнить о контрасте части и целого, контрасте фигуры и фона, контрасте плоскости фотоснимка и глубины пространства кадра, контрасте движения и покоя. И, наконец, о контрасте целостного, непрерывного трехмерного мира и фрагментарностью, ограниченностью плоскости и фотокадра. И – без контрастов нет ритма! (Илл 4).

Без ритма нет никакой жизни. Ритмически чередуются день и ночь, фазы сна и бодрствования человека, ритмически бьётся наше сердце. Ритмически работают все созданные человеком механизмы. Ритм – главная тема художников – футуристов. Посмотрите, к примеру, композицию Марселя Дюшана «Обнаженная, спускающаяся по лестнице».

Е.А. Кибрик пишет: «Ритм это не только организующее начало в композиции, но и эстетическое. Именно через него сообщаются произведению поэтические, музыкальные свойства, неотделимые от художественности».



Илл. 4. Наскальный рисунок

Посмотрите полотно Диего Веласкеса «Сдача Бреды» – 1635 год. Картина построена на контрасте(!) ритмов: четкий ритм копий победителей и безвольно склонившиеся аритмические алебарды побежденных. Еще пример: «Оборона Петрограда» А.А. Дейнеко – 1928 год. Произведение построено на контрасте ритмов групп раненых бойцов, идущих по мосту, и новых частей красноармейцев, марширующих им на смену под мостом.

В фотографии, которая по определению является фрагментом нашего мира, возможно показать ритмическую паузу, цезуру – фрагмент ритма, пронизывающего наш мир.

Как пример ритма в фотографии – этюд моего ученика Тимофея Шпак. Ритм антенн над забором, направленный вверх, и ритм щелей в заборе, направленный вниз, вместе создают ритмическую структуру, повторяющую кардиограмму, ритм нашего сердца. Тимофей заслуженной поступил во ВГИК. Он ищет в фотографии не «красивое», а выразительное! (Илл. 5)

Искусство является формой эстетического познания мира. Именно поэтому мы ценим новизну в искусстве – без новизны нет нового знания. Новизна имеет отношение и к темам, и к художественным средствам, и к композиционным решениям. Сильные произведения отличаются неожиданностью решения, ощущением впервые созданного и увиденного, эстетическим зарядом.

«Микеланджело обладал удивительной памятью; написав столько тысяч фигур, он никогда не делал одну похожую на другую или повторяющей позу другой. Я даже слышал от него, что он не проводит ни одной линии прежде, чем не припомнит и не убедится в том, что никогда им не было сделано подобной, и уничтожает ту, в которой не находит новизны». – пишет А. Кондиви, биограф Микеланджело.

«Новизна является драгоценнейшим качеством композиции. Но новизна не может быть в творчестве самоцелью. Это приводит к опустошению содержания искусства. Новизна композиции всегда должна исходить из эстетического восприятия и ощущения художником реальности, должна быть связана с замыслом художника, с его мировоззрением. Только тогда она не будет формальностью и лженовизной». «Композиция картины Давида «Смерть Марата» была настоящим открытием по неожиданности, невиданности и смелости решения. Но это было пластическое воплощение мощного гражданского чувства великого художника. «Нарочно» выдумать такую оригинальную композицию, без глубокого идейного стимула, невозможно» считает Е. Кибрик.

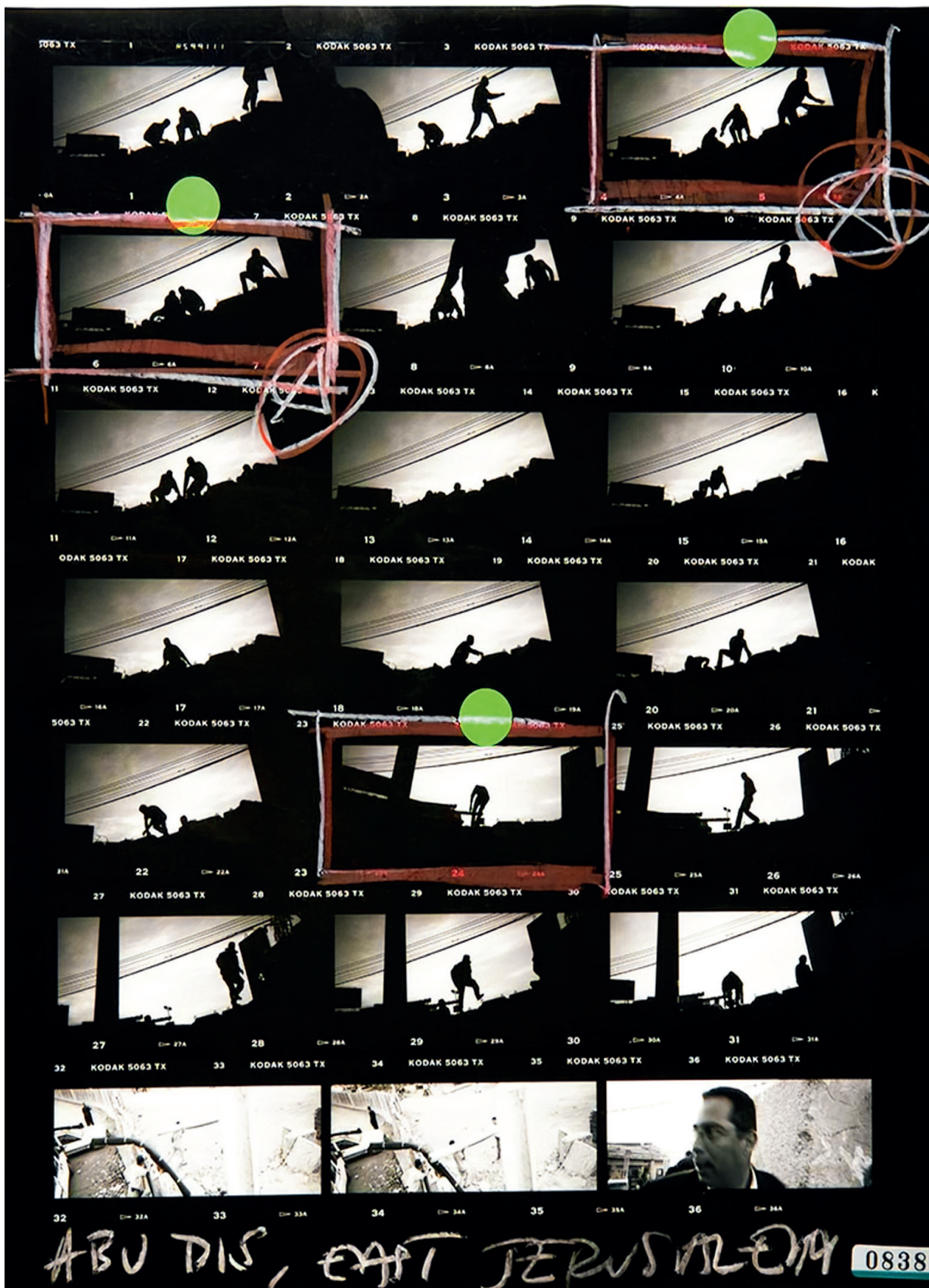
Выделение главного – важнейший закон композиции. Как в литературе, в каждом предложении, есть главные и второстепенные члены, так и в изобразительном искусстве, в фотографии, в кино, Вы должны выделить главное,



Илл. 5. Тимофей Шпак. «Ритм»

что быть понятными зрителем. Конечно, существуют вокализы, передающие эмоцию, междометия, служащие той же цели. Мы говорим о композиции в первую очередь

в разрезе кинооператорского искусства. В кино всегда присутствует нарратив, другими словами, кинофильм, как искусство протяжённое во времени, почти всегда



Илл. 6. «Силуэты Восточного Иерусалима, Паоло Пелегрин, Палестина, 2003 год

рассказывает зрителю какую-либо историю. И в кино, да и в большинстве случаев в фотографии, без выделения главного не обойтись. В силу специфики экранного зрелища, захватывающего сюжета, динамики, ограниченности демонстрации одного плана, наличия звуковой партитуры, выделение главного в кинокадре ещё сильнее, ещё лапидарнее, чем в фотографии или в картине.

«Выделение главного, создающее цельность, неделимость композиции, где господствует воля художника, создающая центр внимания и полную подчиненность этому центру всего второстепенного, можно, я думаю, считать важнейшим законом композиции» – Е. Кибрик. Способы выделения главного в кадре будут рассмотрены нами в разделе «Приёмы и средства композиции».

«В искусстве один закон: все, что помогает с наибольшей силой и выразительностью воплотить идею, – хорошо; все, что мешает этому, – плохо.» – так лаконично Евгений Кибрик сформулировал закон подчиненности всех средств композиции идейному замыслу. Такая формулировка совершенно понятна и не вызывает никаких возражений.

Вот и все законы композиции. Прежде, чем перейти к закономерностям, приёмам и средствам, давайте разделим два понятия – композиция и компоновка произведения искусства.

Композиция (от лат. *compositio* «соединение, сопоставление, связь») – основная категорий художественного

творчества. В отличие от цвета, линии, объёма, пространства, фактуры, представляет собой не один из компонентов художественной формы, а содержательно-формальную целостность – наиболее сложный и совершенный тип структуры, в котором все элементы органично связаны между собой.

Средства и приёмы создания такой целостности, «композиционную технику» мы условимся называть компоновкой.

В отличие от компоновки, композицию понимают как сам процесс создания художественного произведения. «Композиция – это сочинение, выдумывание, изобретение» это «акт свободной художественной воли» – писал Л.Б. Альберти в трактате «Три книги о живописи» в 1435 году.

В основе создания произведения искусства лежит Ваш авторский замысел – то, что Вы хотите донести до зрителя. Это основа, начало композиции Вашей фотографии. И тут мы должны, вслед за многими великими художниками, подчеркнуть, что начало композиционной работы основано на интуиции художника. Затем идёт этап анализа – и замысла, и полученного результата, – который сменяется новым этапом интуитивного творчества. В традиционной фотографии эта закономерность действует особенно ярко. Посмотрите широко известный альбом контактных отпечатков со съёмок фотографов агентства Магнум. (Илл. 6). Фотограф, почувствовав «ре-



Илл. 7. Фотоснимок С. Сальгадо



Илл. 8. В. Семин. День города. Москва, 1996 год

шающий момент», интуитивно жмёт на спусковую кнопку. После проявки плёнки и печати контактов, он отбирает кадры и анализирует их. Затем, если необходимо, он вновь снимает свой сюжет. Вновь анализирует. Многие фотографы «охотятся» за своими сюжетами месяцы и годы. Периоды интуитивного постижения и логического анализа чередуются в процессе создания законченного произведения.

Цифровая фотография, позволяя снять много дублей, ускорила этот процесс. Но общая схема осталась прежней. Сильный фотограф Дмитрий Зверев приносит несколько гигабайт дублей с одной съёмки. Очень сильный фотограф Себастьян Сальгадо берёт с собой в командировку по 700 граммов флэшек. Раньше он брал 32 килограмма плёнки в каждую поездку. (Илл. 7).

А можно снять сразу, безо всей этой возни? Можно, если очень повезёт. Сколько параметров кадра мы можем контролировать одновременно?

Вопросом о том, сколько действий одновременно может выполнять человек, исследовали американские учёные из Университета штата Орегон.

Среднестатистический человек может контролировать одновременно всего лишь четыре переменных.

Границы кадра, основные линии, свет, положение персонажей. Вот четыре компонента композиции, которые способны контролировать разум.

Интуиция способна на большее.

Посмотрите фотографию Владимира Семина. (Илл. 8). Вещает телевизор – как же без него? На столе – водка и лимонад. Празднующие задорно пляшут на азиатском ковре. Собака, высунувшись из под стола, гавкает, стараясь навести порядок. Такой сюжет можно снять с двухтрёх дублей. Но посмотрите на положение рук и ног танцующих, на голову женщины, в просвете мужских тел в форме сердечка, посмотрите, как вписана в кадр собака. Все это – основные элементы композиции. Их невозможно увидеть, а потом снять. Нужно чувствовать, а вернее, предчувствовать, – и снимать одновременно.

Такой навык возникает не на основе чтения книжек. Он вырабатывается опытом фотографирования. Все Ваши фотографические знания должны пройти очень глубоко в подкорку, стать навыками и послужить основой интуиции. Но фотографирование – на первом месте!

В следующей части мы будем говорить о закономерностях, приемах и средствах композиции. ■