

**ВСЕСОЮЗНОЕ ОБЩЕСТВО  
ПО РАСПРОСТРАНЕНИЮ ПОЛИТИЧЕСКИХ И НАУЧНЫХ ЗНАНИЙ**

---

---

**ЛАУРЕАТ СТАЛИНСКОЙ ПРЕМИИ  
С. П. ИВАНОВ**

# **О СТЕРЕОСКОПИЧЕСКОМ КИНО**

Стенограмма публичной лекции,  
прочитанной 5 мая 1948 года  
в Центральном лектории Общества  
в Москве

●

---

---

**ИЗДАТЕЛЬСТВО „ПРАВДА“**

**МОСКВА**

**1948 г.**

Человек стал изображать окружающий его мир с незапамятных времён, о чём свидетельствуют рисунки людей и животных, найденные в доисторических пещерах.

Чем более высок уровень культуры, тем более совершенна и форма изображений, тем более глубокие идеи вложены в содержание изображений.

Если для первобытных изображений характерна лаконичная линия, изображающая контуры предметов, то на последующих стадиях развития человеческого общества изображение включает уже элементы цвета, времени, движения и звука.

Кино, самое важное и самое массовое из искусств, включает в себя все названные изобразительные элементы, а новейшая стадия развития киноискусства — стадия стереокино — в дополнение ко времени, движению, цвету и звуку включает новые элементы: объём и пространственность.

В киноискусстве, как в фокусе, сосредоточились очень многие высшие формы проявления человеческого гения. Первобытный художник делал изображение в пещере или на скале с помощью острого кремня. Стереоскопическое кино основывается на высших достижениях современной науки и техники. Крупнейший кинорежиссёр и искусствовед Сергей Михайлович Эйзенштейн в своей последней статье о стереокино, напечатанной во втором номере журнала «Искусство кино» за 1948 год, рассматривает рождение стереокино как органическую, исторически предопределённую форму развития изобразительных искусств. Он считает, что принцип трёхмерности в пространственном кинематографе полно и последовательно отвечает нашим внутренним потребностям.

Эйзенштейн утверждает, что «человечество в своём стремлении к реализации этих внутренних потребностей столетиями «шло» к стереокино».

И я считаю, что Эйзенштейн здесь прав.

В чём же особенность этого нового искусства?

Глаза человека являются совершеннейшим аппаратом для восприятия световых раздражений, вызываемых окружающим нас миром. Зрение двумя глазами значительно отличается от зрения одним глазом. Почти невозможно попасть в ушко иголки, если повернуть ушко ребром к себе и смотреть только одним глазом. Но с помощью двух глаз это удаётся без усилий.

К сожалению, многовековая культура плоскостных изображений (плоский рисунок, плоская живопись, плоские чертёж и карта, фотография и киноизображение) значительно ослабила понимание важности «смотреть в оба». Ходячим стало «учёное» выражение: «рассмотрим данное явление в такой-то плоскости», тогда как в действительности явлениям природы, наоборот, присущи все три измерения, и приведение их в одну плоскость лишь усложняет восприятие целого.

Так, карта рельефа местности, изображённая с помощью горизонталей и цифр, обозначающих высоту каждой горизонтали, требует немало времени для того, чтобы, изучив и запомнив все цифры, составить себе представление о схеме действительного рельефа этой местности. Но эта же карта, отпечатанная в два цвета и рассматриваемая с помощью так называемых анаглифических очков, позволяет сразу создать стереоскопическое представление о схеме рельефа.

В первом случае суждение о рельефе местности сильно затруднено и может дать в конечном итоге лишь представление о схеме рельефа местности.

Во втором случае, с анаглифами, впечатление о схеме рельефа возникает мгновенно; но всё же перед глазами только схема рельефа местности. И несмотря на то, что это уже трёхмерное изображение, оно всё же дальше от объективной действительности, чем то изображение, которое можно создать путём проекции двух аэрофотоснимков на стереоэкран.

В случае проекции на стереоэкран цветных соответственных аэрофотоснимков у зрителя (причём не у одного, а сразу у коллектива зрителей) возникает впечатление не о схеме, а о подлинном документальном рельефе местности, с объективным отображением всех деталей, которые легко могли ускользнуть от внимания при составлении схемы или исчезли после составления её.

Аэрофото со стереозкраном фактически даёт точную оптическую рельефную модель местности в таком виде и состоянии, которые она (местность) имела в момент съёмки, позволяя тут же при проекции производить необходимые замеры по всем трём измерениям.

В этом смысле впечатление о рельефе местности при проекции на стереозкран является весьма совершенным средством к выяснению тех вопросов, которые обычно связаны с рельефом местности.

Подобных фактов из различных областей науки, техники и искусства можно привести великое множество; но и из этого примера видны особенности и преимущества трёхмерного изображения, которое, являясь наиболее эффективным средством изображения действительности, не может не получить широкого применения. Потребность в нём, действительно, назрела исторически. Человечество действительно «шло» столетиями к стереокино и к стереоскопическому изображению вообще.

### **Различные проекты осуществления стереоскопического кино**

О том, что слово «стереоскопия» происходит от двух греческих слов: «стереос» и «скопео», обозначающих соответственно «объём» и «вижу», известно многим. Широко известно также, что стереоэффект означает впечатление объёмности и пространственности при восприятии окружающего нас мира двумя глазами.

Впечатление от зрения двумя глазами называют абсолютным бинокулярным стереоэффектом в отличие от монокулярного стереоэффекта, возникающего от зрения одним глазом.

Каждый школьник знает, что искусственно стереоэффект можно создать при рассмотривании двух соответственных плоских изображений, называемых стереопарой, или с помощью стереоскопа или с помощью анаглифических очков.

Но ещё сейчас приходится встречаться с такими проектами осуществления стереокино, из которых следует, что очень многие упускают из вида одно очень важное и непреложное требование стереоэффекта: «Каждый глаз должен видеть только своё изображение и не видеть того, которое предназначено другому глазу».

Мой ближайший помощник Борис Тимофеевич Иванов составил таблицу наиболее типичных проектов осуществления стереокино и вообще стереоэффекта по тем литературным данным, которые охватывают и наши отечественные и заграничные проекты, начиная, примерно, с середины прошлого столетия. В эту таблицу включены проекты, предусматривающие или монокулярный или абсолютный бинокулярный стереоэффект.

Наибольшим достижением из проектов монокулярного стереоэффекта, т. е. такого, который можно наблюдать в жизни с помощью одного глаза, является так называемый «железнодорожный эффект». Здесь некоторое впечатление пространственности киноизображений получается от движения аппарата во время съёмки вдоль фронта снимаемых предметов. Это вызывает характерное перемещение переднего плана относительно дальнего, на основании чего удаётся, правда, весьма относительно, судить о пространстве. На языке кинематографистов такой приём съёмки называется «панорамой проезда». Из известных картин, в которых применён такой приём, можно указать на пляж в фильме режиссёра Александрова «Весёлые ребята», на начальные кадры в фильме режиссёра Пырёва «Сказание о земле Сибирской», где аппарат проезжает мимо отдыхающих бойцов, а также на панораму на барже, плывущей по Енисею. Ещё в 1939 году я просил многих операторов осуществить панораму не проезда, а «объезда» вокруг центрального объекта композиции, но до сих пор «по-настоящему» этот приём ещё не осуществлён; мне же кажется, что из всех приёмов, дающих монокулярный стереоэффект, он будет наиболее сильным.

В таблице инженера Б. Т. Иванова группа проектов монокулярного стереоэффекта довольно многочисленна. Причина этого ясна. Все эти проекты не решаются на коренную ломку производственных традиций и стандартов, но в какой-то мере повышают качество киноизображения. Так как они носят характер рационализаторских предложений, они охотно применяются на производстве. Тем не менее даже в этой таблице немало наивных предложений, не получивших признания. Среди них — экраны из дыма, из суспензии, съёмка с помощью зеркал, которые приводятся в колебательное движение, и т. п.

Следующие две группы содержат более серьёзные проекты, которые не боятся ломать устаревшие традиции и преследуют цель создать абсолютный бинокулярный стереоэффект.

Наивысшим достижением первой из этих двух групп, содержащей очковые системы стереокино, являются следующие три системы:

1. Цветные анаглифы, что означает цветные очки, известные по «чудесам теней» или по детским «волшебным картинкам».

2. Поочерёдная обтюрация (перекрывание) правого и левого изображений, основанная на синхронном перекрывании глаз зрителя с помощью диска с отверстиями, вращающегося перед глазами.

3. Проекция в поляризованном свете, основанная на известном в физике свойстве некоторых кристаллов пропускать только те световые колебания, которые поляризованы в определённой плоскости.

Последняя система в Германии, США и Англии применялась даже в эксплуатационных условиях, но тем не менее не получила массового распространения. Причины неудачи всех этих систем, мне кажется, заключаются в следующем.

Цветные анаглифы не получили массового распространения, несмотря на то, что их внедрил сам изобретатель кинематографа Луи Люмьер, главным образом потому, что они исключают цветное стереокино, так как цвет здесь уже израсходован на получение стереоэффекта.

Обтюрация требует установки перед глазами каждого зрителя или вертушки или очков с быстро действующими заслонками, которые породят шум, мешающий звуковому кино; эти устройства в эксплуатации ненадёжны и нерентабельны, так как требуют двойной скорости и двойного количества плёнки; кроме того, они негигиеничны.

И, наконец, поляроидная система, являющаяся самой совершенной из всех очковых систем, использует в конечном итоге всего 8—10% светового потока проектора, что при цветном кино совершенно недостаточно. Кроме того это устройство или негигиенично, если очков мало, или дорого, если очки даются к каждому билету. Но помимо всего оно несовместимо с представлением об искусстве будущего, так же как несовместимо с этим представлением звуковое кино с наушниками.

Самыми серьёзными проектами, указанными в таблице Б. Т. Иванова, являются проекты из группы растровых систем стереокино, позволяющих достигнуть безочкового стереоэффекта.

• Ещё в 1858 году в полиграфии стали печатать полутоновые

снимки сквозь сетку, называемую растром. Растр разбивает изображение на систему элементарных участков в виде точек. Чем точки мельче, тем светлее кажется тон изображения, и наоборот. Вся современная полиграфическая промышленность печатает фотоизображения только с помощью растра. В любой фотографии, напечатанной в газете или журнале, можно рассмотреть систему точек, на которые полиграфический растр разбивает изображение.

Предельную и, я бы сказал, утопическую систему растровой стереоскопии предложил известный учёный Липман. Его система известна под названием «интегральной фотографии Липмана», которая и по сей день никем не осуществлена. Наш отечественный исследователь Пётр Соколов пытался осуществить интегральную фотографию с помощью металлической пластинки с системой тончайших отверстий, каждое из которых давало своё изображение как камера-обскура. К группе растровых систем стереокино относятся также проекты Бертье, Эстанова, Найона, Руссанова, Иванова, Крылова, Лапаури и др. Серию несбыточных проектов стереоз экранов предложили американские изобретатели Айвс и Кенпольт. Все эти учёные и исследователи, среди которых мы встречаем немало русских, исходят из того, что решающее слово в проблеме стереоскопии принадлежит растру. Все они сходятся на том, что только растровому стереоз экрану принадлежит будущее.

Существенным моментом всякого стереоз экрана является так называемая фокальная зона, в которой обычно фокусируются лучи света со всей поверхности экрана. Обычно фокальные зоны стереоз экрана сами по себе невидимы, так же как невидимы и лучи света. Но если в том месте, где они проходят, поставить лист белой бумаги, то на нём ясно обозначается светлое пятно. Строго говоря, фокальные зоны стереоз экрана имеют форму четырёхгранной призмы (рис. 1).

Наш советский стереоз экран даёт две группы фокальных зон, развёрнутых веером в той плоскости, которую мысленно можно провести через глаза всех зрителей партера. Зоны одной группы чередуются с зонами другой группы. При этом система стереоз экрана так рассчитана и осуществлена, что во всех чётных номерах зон фокусируются только те лучи света, которые несут правое изображение стереопары, а в нечётных — лучи левого изображения. Фокальные зоны, кроме того, расположены так, что если зритель сидит в кресле нормально, то есть не отклоняясь

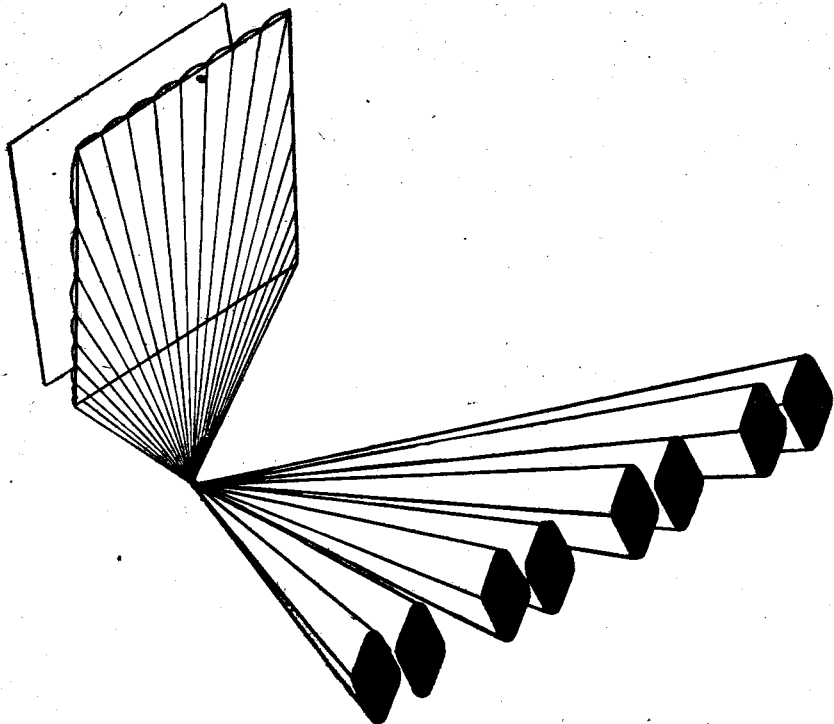


Рис. 1.

в стороны, то его глаза автоматически оказываются в соответствующих фокальных зонах, и стереоэффект возникает сам собой. Если учесть, что расстояние между левым и правым глазом у человека равно не более 65 мм, то станет ясно, насколько трудна система фокусировки экрана света, с разделением на правые и левые лучи. Нельзя рассчитать стереоэкрана, не зная основных законов оптики, не изучив свойств света и того, как он реагирует на то или иное препятствие, которое встречает на своём пути.

### **Классификация экранов по световой реакции для целей стереоэффекта**

В кинопромышленности, широко использующей свет как основное средство для изображения окружающего нас мира, применяются различнейшие виды проекционных экранов, экранов для дневной проекции, а проблема стереокино породила растровые и интегральные стереоэкраны.



Каждый из таких экранов обладает какой-нибудь особенностью, отличающей его от других видов. Свет по-разному реагирует на тот или иной вид экрана.

То изменение в направлении лучей света, которое получается в результате действия экрана, я бы назвал для краткости «реакцией света», или «световой реакцией» (прошу не смешивать с понятием химической реакции, вызываемой светом, или с каким-нибудь другим понятием). Реакция света на тот или иной экран, мне кажется, может служить наглядным признаком, по которому можно произвести некоторую классификацию, для целей стереокино, не только существующих типов экранов, но и тех, которые ещё появятся. Рассматривая экраны с точки зрения световой реакции, мне удалось все их свести всего к двенадцати типам, которые в свою очередь разделяются на два вида: на экраны, пропускающие основную массу света, упавшую на них, и на экраны, отражающие свет.

Оказалось, что для каждого типа отражающего экрана существует его прозрачный дубликат, вызывающий точно такую же

### Классификация экранов.

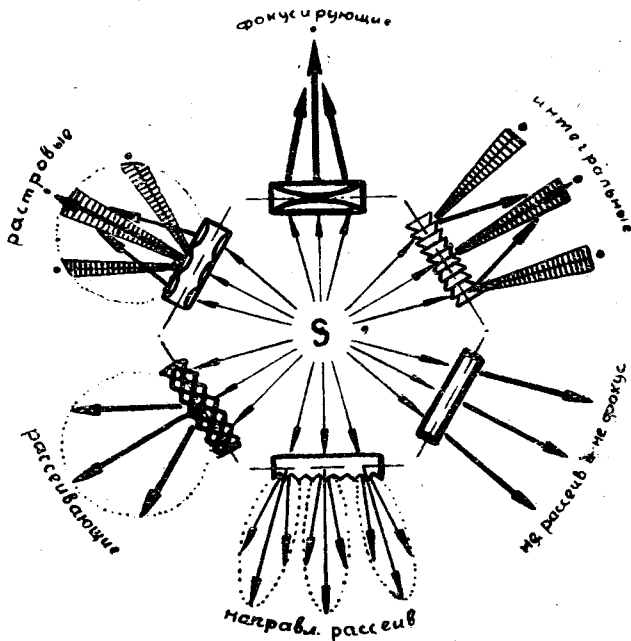


Рис. 2.

реакцию света. Благодаря этому стало возможным у 12 типов экранов отметить только 6 характерных световых реакций, причём только три из них, мне кажется, являются основными, а остальные три представляют комбинации из этих трёх основных световых реакций.

В моей схеме классификации экранов (рис. 2) изображено шесть схем световых реакций применительно к прозрачным экранам. В этом случае лучи света, падающие на экран, изображаются с одной стороны разреза экрана, а то направление, которое лучи света принимают по выходе из экрана, т. е. собственно световая реакция, изображается с другой стороны разреза. У отражающих же экранов и падающие на экран лучи и отражённые пришлось бы изображать с одной стороны разреза экрана, а это затруднило бы чтение схемы. Поэтому, для простоты, представьте себе в центре схемы обычную лампу, вокруг которой поставлены шесть экранов, наиболее типичных для трёх основных групп экранов и для их промежуточных групп.

К первой группе я отношу экраны, которые характеризуются диффузным рассеиванием света. Световая реакция, изображённая в виде трёх стрелок, исходящих из одной точки такого экрана, характеризует интенсивность рассеянного света в зависимости от его направления. Эта схема рассеивания света популярна в светотехнике и выведена на основе изучения свойств гипсовой пластинки. С очень незначительными изменениями эта схема рассеивания света может характеризовать белую простыню, белую бумагу, белую стену, обычный белый киноэкран и тому подобные отражающие диффузно-рассеивающие экраны. И точно такая же схема рассеивания света будет характеризовать молочное стекло и подобные ему полупрозрачные материалы.

В общем виде такая световая реакция экранов характеризуется тем, что любая точка экрана в этом случае может рассматриваться как самостоятельный источник света, загорающийся под действием основного источника света. Любая точка такого экрана видна из любой точки пространства, находящегося перед ним.

Ко второй группе я отношу экраны, которые не рассеивают, а пропускают основную массу света, упавшую на них. Плоскопараллельная пластинка, прозрачная, туго натянутая плёнка являются типичными представителями этой группы. Световая реакция такого экрана, пропускающего свет, будет характеризоваться лишь незначительными потерями на отражение и на тол-

щину, а также незначительными изменениями направления падающего луча внутри слоя экрана, пройдя который луч вновь приобретает первоначальное направление.

Плоское зеркало, имеющее точно такую же световую реакцию, как и плоскопараллельная пластинка, в этом случае характеризует экраны этой группы, относящиеся к виду отражающих.

В общем виде такая световая реакция характеризуется тем, что основной источник света при экранах этой группы виден наблюдателю в неизменном виде и на таком расстоянии от экрана, которое равно действительному расстоянию между экраном и источником света.

К третьей группе я отношу экраны, фокусирующие основную массу света, упавшую на их поверхность. Положительная линза и параболическое зеркало являются наиболее типичными представителями этой группы.

По схеме световой реакции видно, что лучи точечного источника света, упавшие на поверхность такого экрана, вновь собираются в точке пространства, расположенного перед экраном, в соответствии с законами классической оптики.

Глаз наблюдателя, помещённый в точку фокуса, будет видеть всю поверхность такого экрана ярко освещённой, потому что в зрачок глаза попадёт почти вся световая энергия, упавшая на поверхность экрана. На основании этой световой реакции ещё в апреле 1945 года я указывал на возможность осуществления стереопроекции с помощью линзы или параболического зеркала, изготовляемых в размер экрана. Одновременно я отмечал непреодолимые трудности при организации массовой стереопроекции и сравнительную лёгкость при индивидуальной проекции. Даже по данной схеме видно, что в случае двух проекционных объективов, поставленных в точке «S» (вместо одного источника света), на вполне определённом расстоянии можно создать две точки, отстоящие друг от друга на 65 мм, в которых соответственно соберутся все лучи, упавшие на линзу или параболу. При этом лучи света правого объектива соберутся в левой точке, а лучи левого — в правой. Отсюда следует, что проекция псевдостереопары с помощью такого экрана создаст нормальный стереоэффект с минимальнейшей потерей света. Отсюда же следует и то, что количество проекционных объективов в минимуме должно равняться количеству глаз всех зрителей со всеми вытекающими отсюда трудностями. Между прочим, в 1946 году это открытие

повторил лауреат Сталинской премии М. М. Русинов, предложивший систему стереопроекции, основанную на этом принципе. Очень многие экраны третьей и примыкающих к ней групп пригодны для реализации весьма ценной идеи дневной проекции, без всяких дополнительных сооружений в виде ширм и других мер предосторожности, а осуществляемой только благодаря рациональной организации отражённого экраном света, т. е. благодаря разумно подобранной световой реакции.

Все три основные группы упомянутых экранов имеют также и нечто общее между собой, поскольку плоскопараллельную пластинку можно рассматривать как положительную линзу с бесконечно большим радиусом кривизны поверхностей, а матовую диффузно-рассеивающую поверхность можно рассматривать как плохо полированные плоские поверхности.

Тем не менее чем ближе световая реакция к той, которая характеризует данную группу, тем совершеннее экран в оптическом смысле.

С другой стороны, промежуточные разновидности экранов я бы также установил по промежуточным световым реакциям, а не по стадиям технологического процесса. Тогда между первой и второй основными группами расположились бы экраны, дающие направленное рассеивание света. Их световая реакция, как это видно по схеме, содержит направления, характерные и для первой и для второй групп.

К этой промежуточной группе следовало бы отнести полуматовое стекло и экраны, применяемые в кино для рирпроекции и для кинотеатров с узкими длинными залами (алюминированные, бисерные, жемчужные, полуматовые, ячеистые и т. п. экраны). Они также разделяются на два вида: отражающие и пропускающие свет. Но и в том и в другом случае это экраны, любая точка которых может рассматриваться как самостоятельный источник света, загорающийся под действием основного источника света и видимый с тем большей яркостью, чем ближе совпадает луч наблюдения с основным лучом света, а в случае отражения — с нормально отражённым основным лучом.

Совершенно исключительные по световой реакции промежуточные группы составляют растровые и так называемые интегральные стереоэкраны. Растровые экраны можно рассматривать как сочетание диффузно-рассеивающих с фокусирующими. Так оно, собственно, и есть на самом деле. В растровых экранах

обязательно имеются диффузная поверхность и положительные элементы в виде микроскопических линзочек со сферической, цилиндрической или конической поверхностями. Отсюда и световая реакция характеризуется наличием таких же направлений, как и в основных группах. По направлениям диффузного рассеивания располагаются фокальные зоны, а концентрация света в фокальных зонах осуществляется по направлениям, характеризующим фокусирующие экраны. При этом по схеме видно, что экраны этой промежуточной группы могут быть и отражающими и пропускающими свет, с сохранением отмеченной здесь световой реакции. В виде примечания необходимо оговориться, что параллельный растр является частным случаем перспективного растра с точкой схода, отнесённой в бесконечность, и поэтому можно считать, что у всех растровых экранов фокальные зоны пересекаются в диффузной плоскости.

Наконец, группа интегральных экранов замыкает весь круг и представляет собой сочетание второй и третьей групп. Здесь так же, как и у растровых экранов, направления фокальных зон совпадают с направлением, характеризующим световую реакцию экранов второй группы, а фокусировка происходит по направлениям, характерным для третьей группы. Важнейшей особенностью интегральных экранов является отсутствие диффузного рассеивания света, что подчёркивают и авторы этих экранов. Здесь так же, как и во всех группах, возможны экраны, пропускающие свет, и экраны, отражающие свет. И в том и в другом случае световая реакция будет характеризоваться фокальными зонами, пересекающимися за экраном на расстоянии, равном расстоянию между экраном и источником света.

К интегральным экранам следовало бы отнести известные пластинки Вуда, составляющие семейство концентрических кривых закономерно убывающего радиуса; конденсор русского изобретателя Соколова, представляющий спиральную плоскую пружину с полированными поверхностями; немецкий прозрачный рирэкрэн с концентрическими трещинами; софокусно-линейные экраны молодого русского изобретателя Крылова и все разновидности интегральных экранов Иванова—Андриевского. Все разнообразные формы этих экранов объединяются их световой реакцией, которая в основном характеризуется фокальной зоной, ось которой совпадает с лучом, падающим на ось системы, или с его нормальным отражением; а серия фокальных зон в сложных

системах интегральных экранов всегда пересекается или в точке источника света или в точке, отстоящей на такое же расстояние и всегда находящейся за экраном по отношению к наблюдателю.

Флюоресцирующие и люминесцентные экраны, несмотря на их совершенно особую природу, по световой реакции могут быть отнесены к первой группе, т. е. к диффузно-рассеивающим экранам.

Я не упомянул в этой классификации всех разновидностей экранов, известных в технике, так как этой цели я перед собой не ставил. Я хотел только обратить внимание на разновидности световых реакций, характеризующих, по-моему, все известные виды экранов. И если приведённая здесь классификация экранов по признаку световой реакции поможет в последующих исследованиях многообразнейшей природы света, в исследованиях и в выборе систем для искусственного изображения окружающего нас мира, то я буду удовлетворён.

Я допускаю, что некоторые положения, высказанные здесь, не кажутся бесспорными, и буду рад, если в будущем услышу их обоснованное опровержение. Возможно, что последующие исследования экранов по признаку световой реакции приведут к открытию ещё двух основных групп и их промежуточных сочетаний с указанными мною тремя группами. Тогда эта плоская схема классификации примет вид объёмной схемы, но мне пока не видно этих признаков. Учитывая, что всякий экран, применяемый для безочковой стереопроекции, должен обладать способностью фокусировки света в пределах межзрачкового расстояния глаз человека, т. е. в пределах 60—65 мм, можно заранее сказать, что экраны первой и второй групп, а также и их промежуточные разновидности не годятся для этих целей, если они применяются в чистом виде, так как они не способны создать фокальные зоны. Экраны третьей группы и их сочетание с первой и второй группами вполне пригодны для стереопроекции. Весь вопрос в том, какой вид и для каких целей является наиболее подходящим.

Очевидно, что для индивидуальных приборов наиболее подходящей группой является классическая оптика, представленная в чистом виде в третьей группе. Для группового стереоэффекта я бы считал приемлемой группу интегральных экранов, а для массового стереоэффекта наилучшими, по моим исследованиям, являются растровые стереоэкраны, в частности стереоэкран с

перспективным светосильным растром, положенным в основу советской системы стереокино, к более подробному рассмотрению которой я и перехожу.

### Сущность советской системы стереокино

Как я уже сказал, в основу советской системы стереокино положен светосильный перспективный растр. Он отличается от всех известных систем растров геометрической формой своих оптических элементов, особой системой их расположения и такими малыми размерами элементов, что их не видит зритель со своего места (или, как говорят, размеры элементов растра находятся за пределами разрешающей способности человеческого глаза).

Форма каждого оптического элемента нашего растра (рис. 3) представляет тончайшую срезку с прозрачного конуса, имеющего длину около 6 м и основание — 20—30 см. До советского стереоэкрана в технике были известны оптические линзы или со сферическими или с цилиндрическими поверхностями. Здесь, как вы видите, мы вписываем новое слово, осуществляя оптические линзы с конической поверхностью. Для характеристики трудностей, которые нами были преодолены, можно назвать примерные размеры этих линз: длина — около 3 м, ширина в самой широкой части линзы — 2—3 мм, толщина среза в самой толстой части линзы — около 8 микрон. Непреложным требованием является, чтобы радиус кривизны поверхности линзы предельно точно и плавно изменялся в соответствии с теоретической формой конуса, частью которого она является.

К этому необходимо добавить, что таких линз для стереоэкрана требуется несколько тысяч. Необходимо, чтобы все их оптиче-

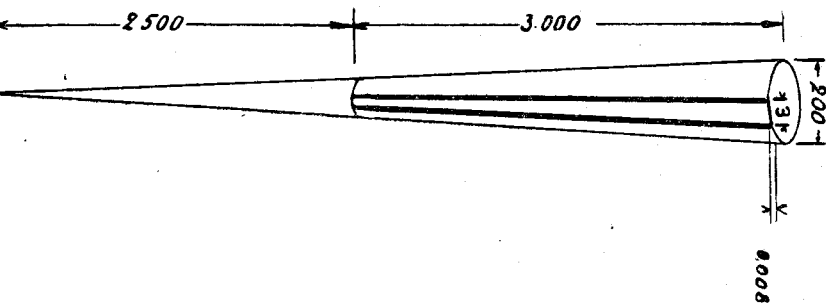
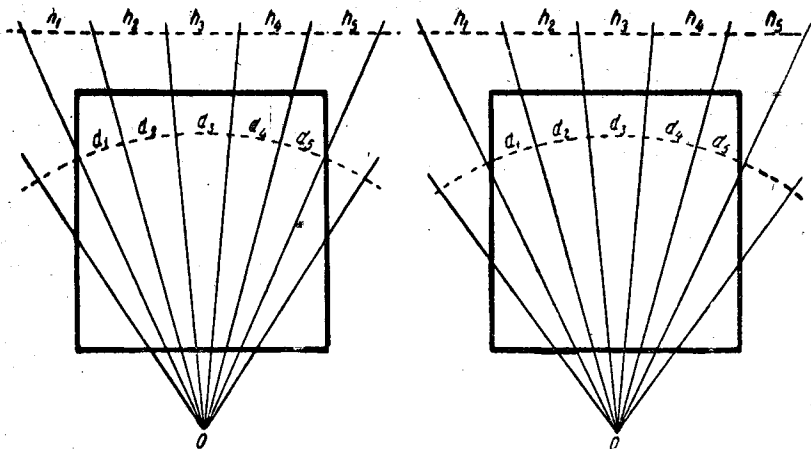


Рис. 3.



Расположение линий перспективного раstra с линейным ритмом

$h_1 = h_2 = h_3 = h_4 = h_5 \dots$  и т. д.  
 $d_1 < d_2 < d_3 < d_4 < d_5 \dots$  и т. д.

Расположение линий радиального раstra с угловым ритмом

$h_1 > h_2 > h_3 < h_4 < h_5 \dots$  и т. д.  
 $d_1 = d_2 = d_3 = d_4 = d_5 \dots$  и т. д.

Рис. 4.

ские центры лежали в строгой геометрической плоскости и чтобы шаг оптических центров линз по любой горизонтальной линии строго, по крайней мере в пределах тысячных долей миллиметра, соответствовал так называемому линейному ритму (рис. 4). Линейный ритм отличается от углового ритма тем, что горизонтальная линия, пересекающая элементы перспективного раstra, оказывается разбитой на ряд совершенно равных отрезков, тогда как циркулярная кривая с центром в точке схода всех элементов раstra окажется разбитой на постоянно убывающие отрезки, считая от оси симметрии.

Из этого следует, что все линзы такого раstra разные. В нём нет двух линз, имеющих одинаковые размеры, а это в свою очередь не позволяет их штамповки. С другой стороны, если бы удалось измерить угол, образованный границами двух соседних линз, то он составил бы сотые доли секунды, а выдержать эту точность необходимо, иначе растр работать не будет. Если учесть, что современная оптическая промышленность обеспечивает допуск в угловых величинах 7—8 секунд, причём только на деталях размером в спичечную коробку, требование точности в сотые доли секунды, при длине 3 метра и толщине 8 микрон, может показаться утопическим.



Я ничуть не обиделся, когда главный инженер нашего самого мощного оптического завода, выслушав мой проект, усомнился в моём здоровье. Он предложил «голову на отсечение», что такой растр никогда не будет осуществлён.

Разговор этот был в марте 1942 года в блокированном Ленинграде. Примерно через год я приехал за «обещанной головой», захватив с собой из Москвы стереоэкранный с таким растром, размером  $75 \times 105$  см, для установки его в Смольном. Растр был изготовлен по методу Иванова-Андреевского. Этот метод мы открыли к 25-й годовщине Великой Октябрьской социалистической революции. В изготовлении стереоэкранов таких размеров принимали участие всего два человека—инженер Б. Т. Иванов и лаборант Елизавета Савченко.

Как бы то ни было, но в середине 1945 года в студии «Стерекино» по этому методу делались лабораторные стереоэкраны уже размером  $120 \times 125$  см, а в конце 1946 года стали изготавливаться стереоэкраны размером уже около 10 кв. м.

20 февраля 1947 года мы открыли первый в мире стереокинотеатр со светосильным стереоэкраном размером  $310 \times 320$  см, т. е. площадью около 10 кв. м.

Так через 10 лет был осуществлён проект, теория которого в оптическом смысле была рассчитана мною ещё в 1937 году.

Что же происходит со светом в светосильном растре? Как реагирует свет на поставленные на его пути микроскопические элементы растра? Внешне это не очень сложно. Легко себе представить горизонтально лежащую пирамиду, основанием которой является стереоэкранный, а вершиной — объектив кинопроектора. Это та геометрическая форма, в пределах которой несётся световой поток из проектора к экрану. Структура светового потока в этой пирамиде достаточно ясно описывается в классической оптике, и нет нужды повторять её здесь.

Свет, вылетев из объектива и достигнув поверхности конических линз нашего растра, дробится линзами на тысячи световых клиньев, которые своими острыми рёбрами, как остриями ножа, коснутся диффузно-рассеивающей поверхности (рис. 5).

Последняя ставится в строгом соответствии с оптическим расчётом, так, чтобы отражающая поверхность совпала с плоскостью, в которой расположены изображения проекционного объектива, образованные коническими линзами. Эти изображения легко видеть, заглянув за растр. Они видны на белой отражаю-

щей поверхности в виде узких полосок, яркость которых прямо пропорциональна степени плотности кинокадра в данном месте его изображения.

Далее свет, ударившись об отражающую поверхность, хаотически рассеивается ею во все стороны, но тысячи конических линз вновь берут его в работу и фокусируют его теперь там, где расположены глаза зрителей.

В результате второго прохождения света сквозь конические линзы раstra в зале образуются две группы фокальных зон, о которых я уже говорил. В чётных зонах сфокусированы лучи света, несущие правое изображение стереопары, в нечётных зонах — левые. Стереозффект возникает сам собой.

Стереозэкрaн в советской системе стереокино в отличие от заграничных очковых систем, построенных на применении индивидуальных устройств для каждого зрителя, представляет собой общий коллективный прибор для всех зрителей.

Стереозэкрaн (рис. 6) является важнейшим элементом в советской системе стереокино.

По сравнению с нашим довоенным стереозэкрaном, состоявшим из 36 тысяч тончайших проволочек и весившим 6 тонн, светосильный стереозэкрaн делается промышленным методом и весит

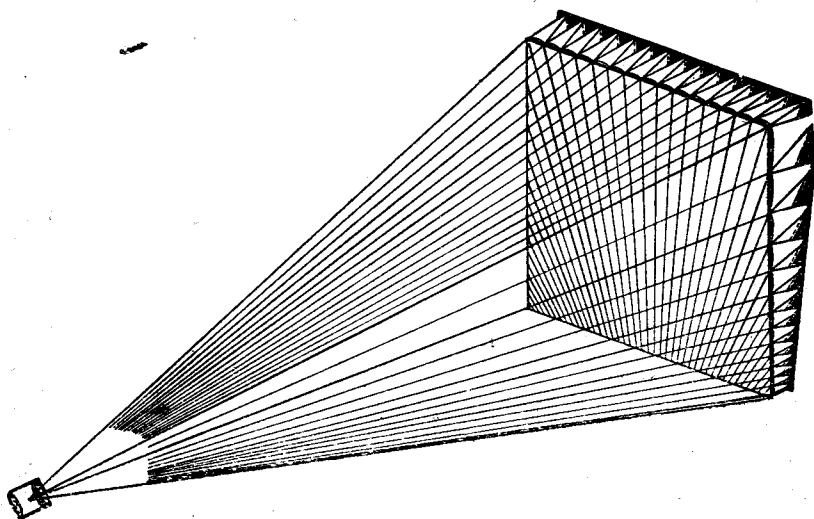


Рис. 5.

всего 300 — 400 кг, т. е. примерно в 20 раз легче довоенного. Монтаж проволочного растра требовал двухмесячного простоя кинотеатра, так как работы надо было производить в самом кинотеатре. Светосильный стереоэкран может быть изготовлен в пять — шесть дней и доставляется в кинотеатр в готовом виде, требуя на установку три—четыре дня. Проволочный поглощал 75% света, используя только 25%. Светосильный в 9 раз ярче проволочного. Его КПД = 300% по отношению к обычному плоскому и 900% по отношению к проволочному.

Сейчас в СССР успешно разрабатываются ещё несколько методов изготовления стереоэкранов. Некоторые из них показали значительное повышение качества светосильных растров.

Партия и правительство уделяют огромное внимание развитию стереокино. По решению правительства, в 1947 году Министерство кинематографии СССР организовало специальную студию стереокино. У нас заканчивается создание крепкой материальной базы для выпуска высококачественных светосильных стереоэкранов. Выросли молодые кадры, разбирающиеся в тонкостях этого дела, любящие его и способные развить его дальше. Уже изготовлено несколько стереоэкранов площадью около 10 кв м каждый. Изготовлена серия метровых стереоэкранов. Ко всему надо добавить, что всё это сделано руками наших советских людей и из наших, советских материалов, без какой бы то ни было помощи из-за границы. Нам не у кого было поучиться.

У нас уже более года при сплошных аншлагах работает первый светосильный стереоэкран, обслуживший уже более 800 тысяч зрителей. А за границей ни в одной стране мира всё ещё не научились их делать, хотя мы не скрываем принципа устройства нашего стереоэкрана; наоборот, мы всячески популяризуем принцип его устройства, так как это закрепляет приоритет нашей страны.

Швеция и Франция уже выдали нам патенты, в Англии он в стадии оформления, но в США под различными необоснованными предлогами отказывают в патенте на принцип и в то же время не прочь бы узнать метод изготовления такого растра.

Нам же нет смысла патентовать метод, не получив признания принципа устройства. Мы учитываем, что растр постепенно завоевывает признание. Во Франции, например, уже несколько лет по доступной цене делают для кого угодно объёмные фотографии с растром из цилиндрических элементов.

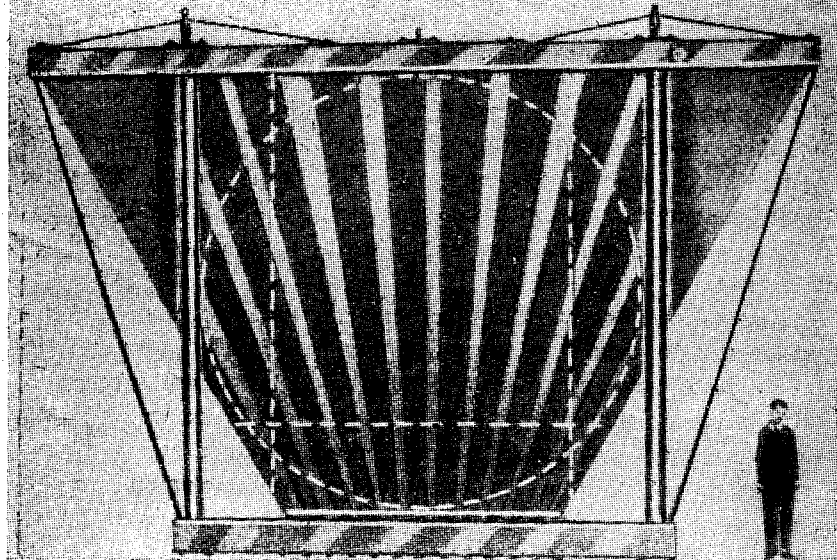


Рис. 6.

Журнал «Popular Science» за 1947 год сообщил о том, что американский флот предполагал выпустить на рынок в массовом количестве плёнку с растром из цилиндрических элементов, изобретение которой почему-то приписывается американцу Уинеку. Очевидно, это изобретение сделано по японскому способу, который заключается в следующем.

В 1941 году японцы соглашались выдать патент на мой стереоэкран лишь в том случае, если я заранее откажусь от него в пользу японского гражданина. В ответ я вообще отказался послать в Японию даже описание принципа. В 1945 году одна американская фирма, якобы для облегчения патентования в Америке, предложила мне то же самое. Видимо, дурные примеры заразительны. Видимо, сильна привычка загребать жар чужими руками. Во всём этом есть только один положительный момент— это признание нашего растра де-факто, признание нашего советского приоритета. И если бы проблема стереокино упиралась только в стереоэкран, то для СССР её можно было бы считать уже решённой. Но есть ещё три элемента в проблеме стереокино: это съёмка, проекция и творческие вопросы.

## Стереосъёмка и проекция

В советской системе стереокино съёмка производится с помощью двух зеркал, поставленных перед единственным объективом обычной кинокамеры (рис. 7).

Благодаря этому простому устройству на одной плёнке получается сразу два изображения. В 1938 году мною выведена основная математическая зависимость между этими изображениями, расстоянием до снимаемого объекта и до стыка зеркал от объектива.

Зависимость эта не сложнее, чем та, на основании которой составлены известные таблицы глубины резкости объективов. Но, к сожалению, эта зависимость, дающая представление о правильной пространственной композиции, возведена в догму, обросла побочными схоластическими вычислениями, которые порой пугают творческих работников. На самом деле наш принцип стереокиносъёмки с двумя зеркалами весьма прост. Он применяется у нас и поныне, так как обеспечивает значительные преимущества перед всеми заграничными проектами с двумя спаренными кинокамерами и с двумя спаренными проекторами, в которых стереофильм на двух плёнках не обеспечивает необходимой для стереоэффекта точности и представляет огромные трудности как в производстве, так и в эксплуатации.

До войны мы снимали на обычной стандартной киноленте, разделив пополам кинокадр. Съёмки фильмов «Робинзон Крузо» и «Машина 22-12» нами произведены на другой плёнке, специально изготовленной для стереокино, с шагом перфорации, равным 19 мм. Благодаря этому стереокинокадр увеличился по площади, в сравнении с довоенным, в полтора раза. Форма кадра и стереоэкрана раньше была неудобной, вытянутой вверх, теперь она стала универсальной — квадратной. Фотографическое качество стереоизображения неизмеримо поднялось по сравнению с довоенным и при правильной съёмке не стало уступать фотографическим качествам плоскостного кино. Это видно по лучшим кадрам обоих названных фильмов.

Но случилось несчастье: в спешке оказались недоработанными проекторы, которые в первые недели эксплуатации стали выбрасывать нашу плёнку через 30—40 сеансов. И несмотря на то, что причина была в проекторах, у которых зубцы тянущих барабанов не совпадали с отверстиями в плёнке всего на какие-

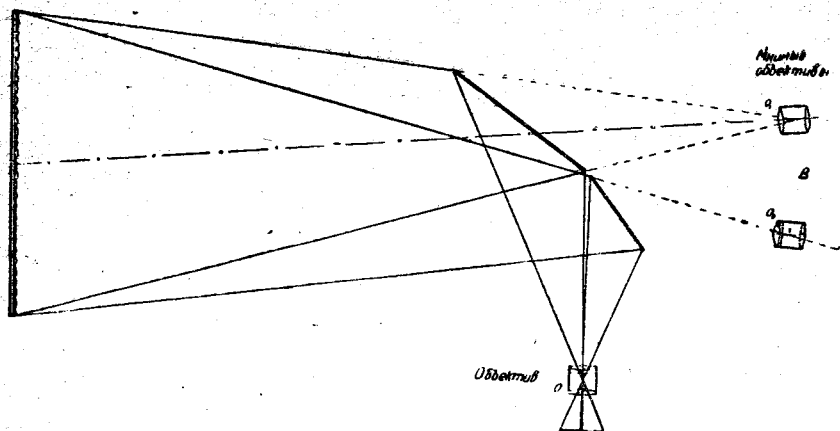


Рис. 7.

нибудь сотые доли миллиметра, нашлись строгие ревнители так называемого «мирового стандарта» плёнки, которые вернули стереосъёмку обратно на обычную стандартную ленту, произведя дополнительное уменьшение кадра, даже против его довоенной полезной площади.

Мы доказали, что теперь наша «стереоскопическая плёнка» выдерживает более полутора тысяч прогонов и этим гарантирует 500—600 сеансов, требуемых по нормам кинопроката, но... тем не менее и в настоящее время стереофильмы попрежнему снимаются на «мировом стандарте киноленты».

Об этом приходится говорить потому, что площадь стереокадра из-за этого уменьшилась в 1,5 раза против довоенного и почти в 3 раза против нашего кадра. Надо ли доказывать, что фотографические качества стереокадра снижены таким путём настолько, что становится невозможным создать серьёзное произведение искусства.

Нельзя без чувствительного ущерба мельчить кинокадр. Слишком маленький размер кадра отвлекает творческую энергию оператора на безуспешную борьбу с зерном эмульсии и с грязью, вместо того чтобы мобилизовать его волю на освоение новых приёмов, диктуемых пространственной композицией в движении. Можно было бы меньше беспокоиться за судьбу стереокино, если бы плоскостное кино также уменьшило бы свой кадр в четыре раза, но этого нет, и поэтому налицо серьёзная опасность, что если это и не приведёт стереокино в тупик и к ликвида-

ции, то надолго его затормозит. Такому маленькому стереокино-кадру не выдержать сравнения по фотографическому качеству с плоскостным кадром, имеющим в 4 раза большую площадь. Вот почему сегодняшняя наша съёмка и проекция вселяют в нас большую тревогу.

### Творческие возможности и задачи

Я не сомневаюсь, что многие уже видели наши стереофильмы «Робинзон Крузо» и «Машина 22-12». Не сомневаюсь также и в том, что наряду со зрителями, искренне и вполне обоснованно восторгающимися новой техникой и теми новыми эффектами, которые они видели в удачных кадрах этих фильмов, есть зрители, вполне обоснованно возмущавшиеся теми неудачами, которые также присущи этим фильмам и нашей новой технике съёмки и стереопроекции.

Испросив у вас некоторую скидку на новизну нашего дела и напомнив, что ни одно изобретение никогда не появлялось в своей законченной и совершенной форме, я тем не менее не могу не признать следующих справедливых упреков.

Газета «Правда» от 28 апреля 1947 г. вполне справедливо определила, что кинофильм «Робинзон Крузо» не может удовлетворить зрителей ни своим идейным содержанием, ни качеством кадров: «Наряду с кадрами, обеспечивающими прекрасный стереоскопический эффект, имеются в картине явно бракованные кадры». Газета «Культура и жизнь» вполне обоснованно относит «Машину 22-12» к разряду самых неудачных фильмов. Газеты «Комсомольская правда», «Труд», «Московский большевик», «Вечерняя Москва» и многие другие правильно и своевременно отмечали слабые стороны и конкретные промахи в наших фильмах и в нашей работе вообще. Журнал «Крокодил» вполне справедливо вонзил нам «вилы в бок», заявив: «Кино объёмное, а сценарий плоский».

Лично я целиком согласен с той отрицательной оценкой так называемой первой серии «Робинзона Крузо», которую высказал президент Академии наук С. И. Вавилов на одном из первых просмотров. Он вполне объективно и глубоко определил, что «показывать народу первую серию нельзя, надо составить сборную программу из всего лучшего, что снято на сегодня».

Я со своей стороны могу добавить, что бракованные кадры способны дискредитировать весьма крупное достижение советской кинематографии и советской техники. Так оно, собственно, и получилось. Ради спасения сюжета, не имеющего ни идейной, ни художественной ценности, в фильмах оставлены явно бракованные кадры, дискредитирующие новое искусство.

Зрители вполне правы, когда отмечают, что в довоенной программе стереофильма «Концерт» полёты птиц (волнистых попугайчиков) в зале были лучше, а верёвочка, протянутая через головы зрителей, не вызвала вопросов, потому что это показывалось впервые.

Но когда теперь, через пять лет, в «Робинзоне Крузо» мы опять видим этих же волнистых попугайчиков, видим ту же верёвочку, которая непонятно почему опять повисла над головами у зрителей, хотя она брошена человеку, упавшему за борт; когда мы опять видим в «Машине 22-12» такую же верёвочку, протянутую над головами зрителей; видим, как тот же жонглёр Спеквек, так же как и пять лет назад, бросает в зал мячи,— то естественно возникает вопрос об ограниченности.

С большим огорчением приходится констатировать, что теперь в область стереокино опять, как и до войны, поехали «мастера верёвочек и птичек», мастера жонглёрских фокусов и трюков, заранее ничего, кроме этого, не обещающие, а, наоборот, уверяющие в ограниченности возможностей стереокино.

Я считаю, что нам не к лицу такие упадочнические уверения, и в то же время не могу не признать того печального факта, что всё это вместе с возвращением стереосъёмки на стандартную плёнку, с дополнительным уменьшением площади кадра почти в три раза по сравнению с тем, что с таким трудом удалось завоевать, вселяет серьёзную и вполне обоснованную тревогу. Как бы это не завело нас в тупик и не привело к ликвидации не успешшего укрепить молодого искусства!

В 1939 году, когда американцы на своей ньюйоркской выставке демонстрировали стереокино с помощью поляроидных очков, называя это техникой завтрашнего дня, у нас уже был изготовлен проволочный стереоэкран размером 2,25×3 м. Не сумев вскрыть творческих возможностей стереокино с помощью очков, американцы уверяют, что область стереокино имеет слишком ограниченные возможности и что они в этом убедились. Есть и у нас их подголоски, которые считают, что возможности



стереокино уже полностью исчерпаны в стереофильмах «Робинзон Крузо» и «Машина 22-12».

Однако возможности стереокино по-настоящему даже не вскрыты. Раскрытие творческих возможностей стереокино, по-моему, является сейчас важнейшей задачей. Именно поэтому мне особенно отраднo читать статью Эйзенштейна о стереокино, о его величайших перспективах. Именно поэтому я особенно рад тому, что такие ведущие мастера советского кино, как Александров, Довженко, Донской, Юткевич и другие, изъявили желание попробовать свои силы в стереокино. 15 лет назад на приёме кинороботников товарищ Сталин призывал нас смелее проникать в новые области самого массового из искусств — кино. Все мы знаем слова вождя наизусть, но, очевидно, далеко не все прониклись той ответственностью, которая возложена на нас их смыслом, иначе многие мастера кинематографии уже давно работали бы в области стереокино. Я уверен, что все они проникнут в эту область и дадут нам что-нибудь поинтереснее верёвочек и птичек.

Возможности стереокино позволяют очень многое.

Дело не только в том, что киноизображение в стереокино приобрело осязаемые объём и пространство, дело даже не в том, что птицы стали летать по залу, подлетая к самому зрителю. Главное и самое существенное в стереокино, по-моему, заключается в том, что одна-единственная птица в одно и то же мгновение подлетает ко всем зрителям одновременно, причём каждый уверен, что она подлетела только к нему одному.

Назовите мне другое изобразительное искусство, располагающее такой особенностью, такими возможностями. Нет такого другого искусства! Красный флаг есть и в живописи, и в графике, и в театре, и в цирке, и в цветном кино, но ни одно из названных искусств не в силах сделать так, чтобы каждый из его зрителей почувствовал себя знаменосцем. А стереокино может сделать и это!

Все названные виды искусства способны показать окружающий нас мир со стороны, способны сделать зрителя свидетелем событий. Стереокино сверх этого может сделать зрителя участником событий. Но для этого, конечно, нужно смелое проникновение в эту новую область, а не рабское «пережёвывание» верёвочек и птичек издания 1941 года!

Для того чтобы тончайшие оттенки внутреннего состояния

актёра, на которые он затратил столько труда и усилий, работая над собой, стали доступными не только его партнёрам по сцене или, в лучшем случае, зрителям первого ряда партера, актёру надо приблизиться к зрителю. Но в драматическом театре нехватит всего времени, отведённого на спектакль, для того чтобы актёр мог подойти к каждому зрителю. В обычном плоскостном кино это вообще исключено.

В стереокино один актёр может сразу подойти ко всем зрителям одновременно, не нарушая интимности встречи с любым из них. Каждая девушка, уходя с просмотра стереофильма, — не сегодняшнего, а настоящего стереофильма, — сможет с полным основанием уверять, что Коля Крючков подходил к ней вплотную, и только с ней разговаривал, и любой зритель будет уверен в том, что это ему и только ему, а не Наташе сказала Настенька из картины Пырьева: «Да нет! У нас в Сибири так хорошо, так хорошо! Вот особенно на восходе солнца! Вы обязательно встаньте и посмотрите».

И когда инженеры душ человеческих — наши драматурги и мастера кино — поймут так же, как Эйзенштейн, силу этого нового оружия, которое несёт с собой стереокино, я уверен, что в них шевельнётся угрызение совести за потерянное время. Отдавая должное режиссёрам Андриевскому и Немоляеву за то, что они «первые», я всё же не могу согласиться с тем, что они единственные. Здесь я целиком согласен с Эйзенштейном. Он абсолютно был прав, когда писал: «...то, что мы пока видим на экране (стерео-экране. — С. И.), это — не более, чем одинокие робинзоны!.. не более, чем тот плот Робинзона внутри самой картины, который старается проскользнуть между лианами зарослей, какими в судьбах стереокино являются сонмы ещё не преодолённых трудностей.

Но близок день, когда в порты стереокино устремятся не плоты, а галеры, фрегаты, галлеоны, крейсера, броненосцы и дредноуты».

Я верю, что смысл этих слов дойдёт до сознания не только ведущих мастеров советской кинематографии. Мастера других областей культуры также поймут это. Недалеко то время, когда с помощью растровой стереоскопии:

архитектор не будет ограничиваться разделкой плоского фасада, а во всём многообразии трёхмерных форм будет ещё в проектах анализировать невиданной красоты и в натуральную величину пространственные сооружения будущего;

пытливый исследователь внутренней структуры вещи с помощью рентгеновых лучей и растровой стереоскопии будет видеть не плоские размытые тени предметов, а резкую и чёткую трёхмерную прозрачную модель их;

живописец не пылким воображением будет преодолевать гнетущую плоскость холста, а по-настоящему разбросит живые мазки в пространственной композиции, в которой захватывающе и увлекательно, в невиданных до сего цветах засияют его образы, как за рамкой его картины, проникая до бесконечности, так и перед ней, приближаясь к зрителю на осязаемую близость;

инженер не только безошибочно и с максимальной рациональностью распределит в проекте детали своей машины и отчеканит их форму, но легко и просто, в понятных и приемлемых для всех трёхмерных образах будет знакомить нас со своими уже не плоскими и условными, далёкими от трёхмерной действительности проектами;

скульптору не надо будет ждать годами изготовления модели постепенно увеличивающихся размеров, как это нередко имеет место в настоящее время. Стереофотография маленькой модели, снятая и спроецированная на стереоэкран, в течение часа покажет ему все масштабы в любых ракурсах и в любом отдалении, вплоть до бесконечности, со всеми вытекающими отсюда трансформациями третьего измерения. К его услугам развернутся образы подлинно динамической скульптуры;

геолог, уезжая из экспедиции для камеральной обработки собранных им образцов, будет увозить с собой и трёхмерную оптическую модель местности, по которой он ходил. Он расположит свои образцы по этой модели и произведёт изумительные обобщения, листая тысячелетнюю книгу жизни нашей планеты;

ботаник будет видеть не только то, как меняется рост и цвет, но и как меняется форма растения, завоёвывающего себе место в пространстве; будет не только видеть сам изумительные пространственные сооружения растительного мира, но и покажет их всем нам.

Нельзя в короткой лекции даже перечислить всех областей науки и техники, всех областей культуры, где бы невозможно было с неожиданной эффективностью применить растровую стереоскопию.

Нужно только, чтобы работники этих областей не сидели сложа руки и не ждали, что кто-то подкатит готовый растровый тарантас, в котором можно проехаться в новые, неизведанные края.

Партия и правительство ещё во время войны, в 1944 году, создали для развития стереокино специальную студию и выделяют большие средства.

Наступило счастливое время для многих ответить славными делами на призыв нашего великого вождя и учителя — смелее проникать в новые области киноискусства и добиться такого расцвета стереокино, который был бы достоин нашей сталинской эпохи — эпохи социализма.

---

## ПЛАН ЛЕКЦИИ

	Стр.
Различные проекты осуществления стереоскопического кино . . . . .	5
Классификация экранов по световой реакции для целей стереозффекта	9
Сущность советской системы стереокино . . . . .	16
Стереосъёмка и проекция . . . . .	22
Творческие возможности и задачи . . . . .	24

Редактор — академик Л. Д. ЛАНДАУ.

А 06524.

Тираж — 25.000 экз.

Заказ № 1537.

---

Типография газеты «Правда» имени Сталина. Москва, улица «Правды», 24.