

Оптика и изобразительное решение фильма

Дмитрий Масуренков

Создание кинообъективов

Изобретение фотографии двумя художниками привело к рождению и бурному развитию новых областей науки, техники и промышленности, и одной из них стала оптика – конструирование и производство объективов.

Призмы и линзы, оптические приборы и приспособления умели изготавливать достаточно давно, зрительные трубы, телескопы, микроскопы использовались и до изобретения фотографии. Но это были штучные и нередко уникальные изделия мастеров-умельцев, изготовленные на основе опыта и интуиции.

Фотография же потребовала создания абсолютно нового класса оптических устройств – объективов, а так как фотография получила бурное развитие, это потребовало и организации их массового производства.

Свои первые изображения на светочувствительной пластине Ж.Н. Ньепс и Л.Ж. Дагер получали камерой-обскурой. Но уже в 1840 году французский оптик Ш.Л. Шевалье создает объектив, состоящий из двух линз (так называемую «ландшафтную линзу»), а оптическая фирма «Фохтлендер» на основе расчетов Ж. Петцваля специально для фотографии изготовила четырехлинзовый объектив с уникальным для того времени относительным отверстием 1:3,4. Относительное отверстие ландшафтной линзы было 1:14, и объектив Петцваля позволил уменьшить экспозицию в 16 раз.

К концу XIX века трудами выдающихся ученых и конструкторов Э. Аббе, К.А. Штейнгеля, П. Рудольфа и Г. Тейлора был создан математический аппарат для расчета оптических систем и разработаны основные конструкции фотографических объективов. За счет применения для их изготовления новых сортов оптических стекол, предложенных Ф.О. Шоттом, усовершенствованных технологий шлифовки и полировки линз, инструментального контроля качества сборки было создано целое семейство объективов, которые вследствие значительного уменьшения большинства aberrаций обеспечивали высококачественное изображение.

В 1891 году появился рассчитанный Рудольфом первый цейсовский анастигмат, названный «Протаром», а в 1902 году компания «Цейс» по расчетам того же Рудольфа начала выпускать легендарный «Тессар».

Новые конструкции объективов позволяли увеличивать их светосилу (в лучших моделях она достигала 1:4, но чаще не превышала 1:5,6) и разрешающую способность. Появилась линейка объективов с различным фокусным расстоянием, а их основные параметры стали стандартизированными.

Производство фотообъективов стало массовым, их начали выпускать множество фирм, причем не только больших и всемирно известных («Цейс», «Лейтц» «Роденшток», «Кук», «Фохлендер»), но и мелких, полукустарных, где объективы собирали из готовых линз, нередко внося в известные конструкции удачные изменения. Так что у изобретателей и пионеров кинематографа выбор был достаточно богатый.

Но уже первые киносъемки выявили проблемы, связанные с использованием существующих фотообъективов. Размер негатива на 35-мм пленке был равен 18×24 мм, что во много раз меньше, чем размер самого маленького 60-мм фотонегатива – 4,5×6 см.

Наиболее распространенным форматом фотоизображения в конце XIX – начале XX века был 9×12 см, а нередко использовались и большие форматы. Увеличение в фотографии обычно не превышало 10-кратного, при печати с таким увеличением с негатива 4,5×6 см получались снимки 45×60 см, а с негатива 9×12 см – 90×120 см. А вот кинокадр при проекции увеличивался в 100...200 раз. Поэтому для получения качественного изображения на кинопленке съемочный объектив должен был обеспечивать гораздо более резкое изображение. Кружок рассеяния (кружок нерезкости) в изображении на кинопленке не должен был превышать 0,03 мм, тогда как на фотографии его величина могла достигать и 0,01 мм. Кроме того, при многоступенчатых процессах получения массовых прокатных копий происходило

ухудшение качества изображения и прежде всего его разрешения, поэтому к изображению на кинонегативе предъявлялись очень строгие требования в отношении передачи мелких деталей. Не каждый фотографический объектив соответствовал таким требованиям. Это зависело от множества факторов, определяющими среди них были качество и характер оптического изображения, резкостная и амплитудно-частотная характеристики объектива.

Наиболее распространенными в фотографической практике того времени были объективы с фокусным расстоянием 100...200 мм, они считались нормальными, так как их угол поля зрения был близок к углу зрения неподвижного глаза человека. (Для формата 9×12 см с диагональю кадра 15 см фокусное расстояние в 150 мм соответствовало углу поля зрения 53°). Для получения такого же угла при киносъемке требовался объектив с фокусным расстоянием в пять раз короче – 30 мм (тот самый кроп-фактор). Иначе говоря, большинство тогдашних нормальных фотообъективов для киноформата оказывались длиннофокусными. Кроме того, для получения изображения человека ростом 1,7 м на кинопленке в масштабе 1:100 при использовании объектива 150 мм дистанция съемки составляет около 15 м (с киноаппаратом нужно отходить слишком далеко). Поэтому для кинематографа требовались более короткофокусные объективы, чем для фотографии.

Максимальное относительное отверстие большинства тогдашних объективов составляло 5, 6 или 8. На первых порах, когда все кинематографические съемки с частотой 16 кадр/с шли на натуре, этого было вполне достаточно, но при переходе в павильон даже со стеклянными стенами и потолком требовались уже объективы с большей светосилой.

В фотографии процесс печати позволял отчасти исправлять ряд недостатков изображения, характерных для любых объективов, например падение освещенности и разрешения по краям. В кино же этот недостаток оказывался неисправимым, а значит, у съемочного объектива его следо-

вало свести к минимуму. Да и конструкция, и компоновка киноаппарата, а несколько позже и необходимость непрерывного и точного перевода фокуса, заставляли по-иному рассчитывать и изготавливать оптические схемы и оправы объективов для киносъемки.

Таким образом, появление кинематографа заставило ученых, конструкторов и производителей съёмочной оптики решать огромный круг задач, связанных с созданием объективов для киносъемки, которые соответствовали бы строгим критериям в отношении качества изображения. Родилась и получила широкое развитие новая отрасль оптики – кинооптика. Требования кинематографа определили и векторы ее разработок – создание линейки объективов с различным фокусным расстоянием, главным образом короткофокусных, увеличение их светосилы и повышение качества изображения, прежде всего за счет разрешения. Съёмочные кинообъективы вскоре стали считаться критерием качества оптического изображения и во многом определяли направление развития множества других оптических систем. Изображение, даваемое объективами для киносъемки, продолжает оставаться своеобразным эталоном и сегодня.

Операторы осваивают кинооптику

Развитие кинооптики во многом определяло и эволюцию изобразительной стилистики. Это влияние распространялось не только на технологии киносъемки, позволяющие создателям фильма реализовать творческие замыслы, но и на изобразительно-постановочные возможности оператора. Именно операторы выносили оценку объ-

ективу – либо старались использовать его в творческой практике, либо исключали из своего арсенала.

А все начиналось с самых короткофокусных объективов 40 и 50 мм, которые существовали к моменту изобретения кино. При съёмке на киноплёнку угол поля зрения этих объективов был близок к углу зрения неподвижного глаза человека, поэтому они назывались «нормальными». Долгое время кино снимали только нормальными объективами, и сегодня большинство кинокадров снимаются ими.

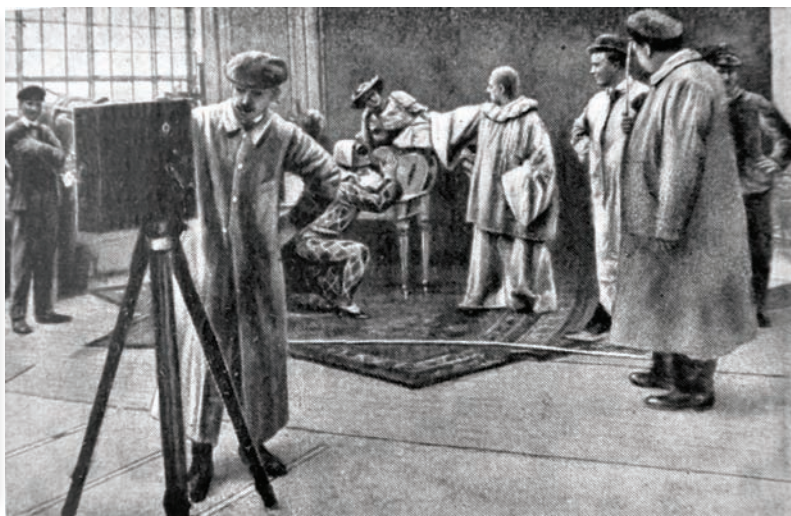
Выбор объективов с фокусным расстоянием 50 или 40 мм определялся еще и тем, что необходимым и обязательным условием съёмки в течение первых десяти лет в кинематографе был единственный, так называемый «общеватый» план. Обрезание рамками кадра человеческих фигур считалось браком, и если зрители видели подобное, они выражали недовольство, стуча ногами. В своих воспоминаниях один из первых операторов Л. Форестье пишет: «Съёмочный аппарат ставился так, чтобы вся декорация была в кадре. Актеры всегда снимались во весь рост. Поэтому до начала съёмки на полу – спереди и по бокам – прибывались длинные деревянные планки, показывающие актеру пространство, по которому он может передвигаться». Изображения такого масштаба, названного «взглядом господина из партера», проще всего было снять объективом с фокусным расстоянием 50 мм. Не надо отходить далеко с камерой, достаточно поставить ее на расстояние 5...6 м, а глубины резкости при диафрагме 4,0 или 5,6 вполне хватало. Объективы с фокусным расстоянием 75, 100 мм, а тем более 150 или 200 мм в первых постановочных и даже документальных фильмах почти не использовали.

Стремление снимать «общеватые» планы определялось еще и тем, что большинство первых операторов пришло в кино из фотографии. Конечно, это были не успешные фотографы, имеющие собственные ателье в центре города и солидных клиентов. Снимать движущиеся живые картины уважающий себя фотограф считал ниже своего достоинства, а вот ученики или начинающие фотографы смело брались за киносъёмку. А. Левицкий пишет: «Приходит на съёмочную площадку новоявленный оператор, снимавший до этого на фото папу, маму и деток. Закоптит стекло, чтобы смотреть на солнце, не найдет ли на него тучка? А предприниматель торопит: «Давай, снимай! Время уходит, скоро вечер». Вышло солнце, начали снимать – заел аппарат. Вновь начали съёмку – нашла тучка, пошел дождь. И носится ошалелый оператор с физиономией, вымазанной сажей от стекла. Выгонит хозяйчик такого оператора – тот идет к другому предпринимателю, уже осмелевший и умудренный некоторым опытом. Вновь снимает, глядишь – получилось. Правда, неважно, но картинку на экране видно. И сам иногда удивляется, как это хорошо вышло». (А. Левицкий. Рассказы о кинематографе. М.: Искусство, 1964. С. 167).

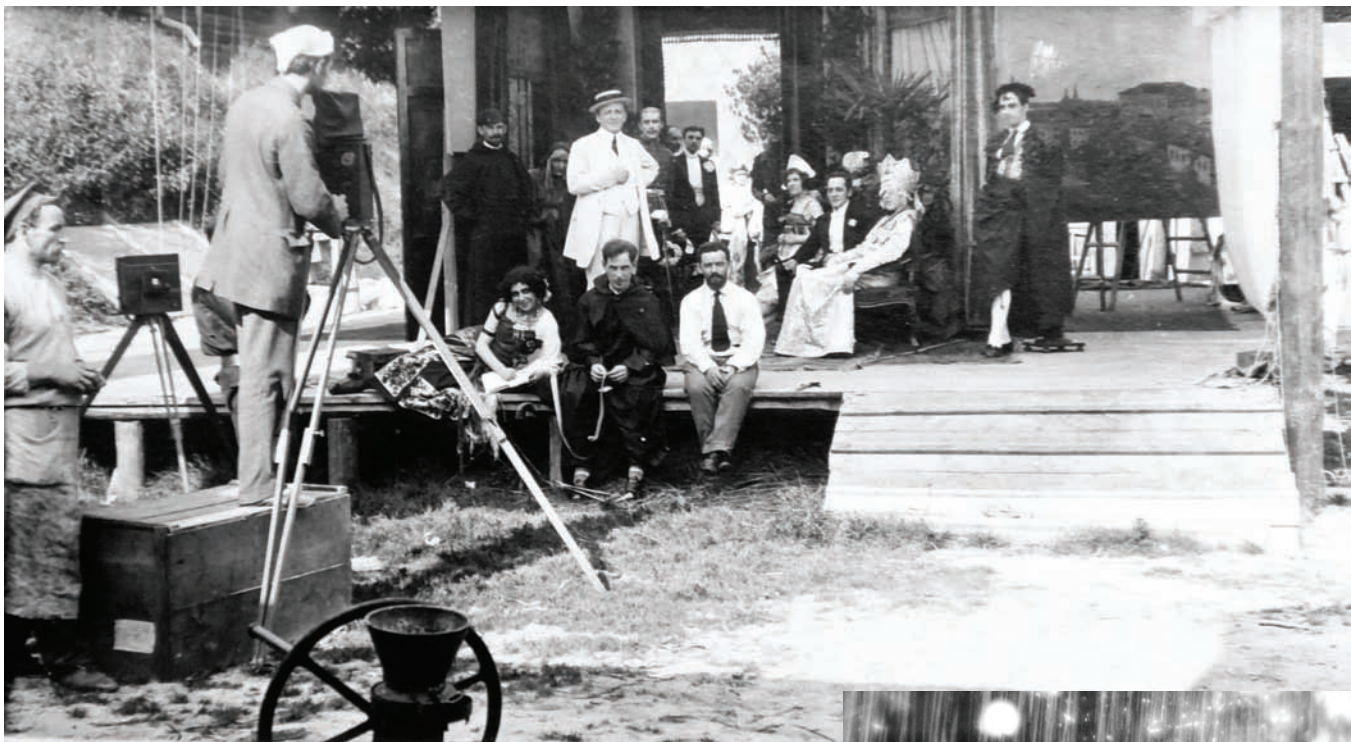
Впрочем, молодые операторы сначала робко, а затем все активнее стали творчески использовать достижения фотографии, а потом и открывать пластические возможности кинематографического изображения. Кроме общих планов в кино все чаще стали снимать средние и крупные, в том числе и кинопортреты, используя объективы с фокусным расстоянием 75...80 мм, тем более что смена объектива для съёмки укрупнения позволяла не передвигать камеру. На крупном плане фон становится размытым, и эта особенность изображе-



Один из первых киноаппаратов «Патэ» с объективом, изготовленным в единственном экземпляре в мастерской. У него еще нет фирменной маркировки, но уже есть визир



Первые съёмки в киноателье. На полу видна планка, за которую нельзя переступить актерам



Первые российские кинематографисты

ния, первоначально отвергаемая как брак, очень скоро стала выразительным пластическим средством.

Операторы, бывшие фотографы, принесли в кино и моду на мягкое, размытое изображение. Первыми и наиболее последовательными в создании такого рода кадров стали американцы. «Мягко» чаще всего снимали крупные планы актрис, хотя порой размытое изображение использовалось для передачи субъективного состояния героя или героини, например, взгляда сквозь заплаканные глаза. Поначалу для смягчения изображения операторы использовали изготовленные своими руками сетки из полупрозрачных материалов, секреты их изготовления часто скрывались от коллег. Но уже к началу двадцатых годов был освоен промышленный выпуск смягчающих

насадок. Малярные линзы Герца, диффузионы «Кодак», дистаррлинзы, предназначенные для съемок кинозвезд, становятся обязательными в операторском арсенале. Практически в каждом фильме двадцатых–тридцатых годов можно увидеть кадры, снятые со смягчающими насадками. При творческом использовании такое смягченное изображение, в котором источники света в кадре и даже самые маленькие блики превращались в лучистые звездочки, вокруг светлых частей образовывались светящиеся ореолы, а резкие контуры размывались, обретало своеобразный лирический или романтический флер.

Оператор Ч. Рошер для получения «мягкого» изображения предложил специальный объектив с фокусным расстоянием 75 мм, на заднюю часть оправы которого могла навинчиваться одна из трех линз, дающих



Классический кадр с яблоками из фильма «Земля», снятый с использованием смягчающей насадки. Режиссер А. Довженко, оператор Д. Демуцкий

различную степень смягчения. Он был и назван «Рошер», и по легенде оператор создал его для съемок стареющей Мери Пикфорд, которая продолжала играть девочек-подростков. До середины сороковых годов этот объектив очень широко использовался в мировом кино, в том числе и в советском для съемки кинопортретов актрис, пейзажей и лирических сцен. В американском кино до начала пятидесятых смягчение изображения при съемке женских портретов стало обязательным условием, даже если такие кадры не монтировались по оптическому рисунку с соседними.

В начале двадцатых годов начался выпуск кинообъективов с фокусным расстоянием 35 мм, а несколько позже – 28 мм. Эти широкоугольные объективы, особенно объектив 28 мм, произвели своеобразную революцию в изобразительном решении фильма.

Короткофокусные объективы позволяли получать общие планы без значительного отхода от объекта съемки, что сде-



Портреты, снятые (слева направо) обычным объективом, с малярной линзой, изготовленной оператором А. Москвиным и с «малярной линзой Герца»

лало возможным при работе в павильоне увеличить площадь декораций, а в документальном кино снимать в относительно тесных помещениях, конечно, если хватало света.

Большая глубина резкости широкоугольного объектива изменила подход к принципам мизансценирования – мизансцена стала глубинной. Актеры могли отходить в глубину кадра или приближаться к киноаппарату, и при этом практически не происходило потери резкости. Частично изменились и принципы построения декораций. Они стали не только больше, но строились уже с расчетом движения из глубины.

Съемка широкоугольным объективом за счет более быстрого изменения масштаба изображения изменяла и кажущуюся скорость движения из глубины кадра к киноаппарату. Движение становилось более динамичным, приобретало дополнительную экспрессию.

Короткофокусная оптика в какой-то мере упростила проведение съемок с движения. Снимать движущейся камерой пытались еще на этапах становления кино как искусства, но распространению этого приема препятствовало несовершенство тогдашней операторской техники. При

проездах, наездах, отъездах (а до начала тридцатых годов камеру устанавливали на простую колесную тележку, которая двигалась по проложенным доскам) избежать «качания» изображения, особенно на стыках было практически невозможно. При использовании короткофокусной оптики этот недостаток становился менее заметным, а увеличение динамики изменения масштаба снимаемых объектов позволило значительно уменьшить длину наездов и отъездов. Съемка с движения из редкого приема становилась распространенным. Короткофокусная оптика «родила» еще один прием – съемку с рук. При съемке короткофокусным объективом дрожание изображения становится практически незаметным.

Но главное изменение в изобразительной стилистике, которое принесла короткофокусная оптика – это возможность иного пространственного решения кадра. Он обретает глубину, становится стереоскопичным за счет включения первоплановых предметов. Формируется чисто кинематографическая композиция кадра – темный достаточно крупный передний план, основное действие, происходящее в середине кадра и светлый фон. Умение строить такого рода композицию кадра



Мери Пикфорд. Снято «Рошером»

стало своеобразным критерием мастерства оператора (особенно с появлением в кино звука). Подобная композиция кадра в сочетании с глубинной мизансценой стала основой пластической стилистики большинства фильмов тридцатых–сороковых годов. Классическим примером и своеобразной вершиной этого изобразительного стиля стал фильм «Гражданин Кейн» (режиссер О. Уэллс, оператор Г. Толланд). В советском кино яркими приверженцами этого стиля были операторы М. Магидсон и Ю. Екельчик.

С. Эйзенштейн отмечал еще одну особенность короткофокусного объектива –



Работаем с регулируемым блоком питания DT24-1



Внимание!

Dedolight – это профессиональное осветительное оборудование. Внимательно прочитайте приводимую ниже инструкцию. Также ознакомьтесь с информацией, предоставляемой производителями ламп, используемых в ваших приборах, прежде чем начать работу с ними.

Во время работы ламповые головки сильно нагреваются в некоторых местах. Избегайте прямого касания корпуса.

Убедитесь также, что вентиляционные отверстия на ламповой головке не закрыты. Соблюдайте минимальное безопасное расстояние, располагая приборы не ближе 0,6 м от воспламеняемых предметов.

Регулируемый блок питания Dedolight DT24-1 разработан для использования только с низковольтными (24 В) ламповыми головками Dedolight моделей DLH3 и DLH4. Никогда не используйте лампы мощностью более 150 Вт и/или рассчитанные на напряжение выше 24 В.

Перед установкой или заменой лампы убедитесь, что ламповая головка отсоединена от блока питания, и дайте ей остыть.

Ремонт электрической и электронной частей должен выполняться исключительно силами компании Dedotec или авторизованными сервисными агентами Dedolight.



Технические характеристики

Входное напряжение:

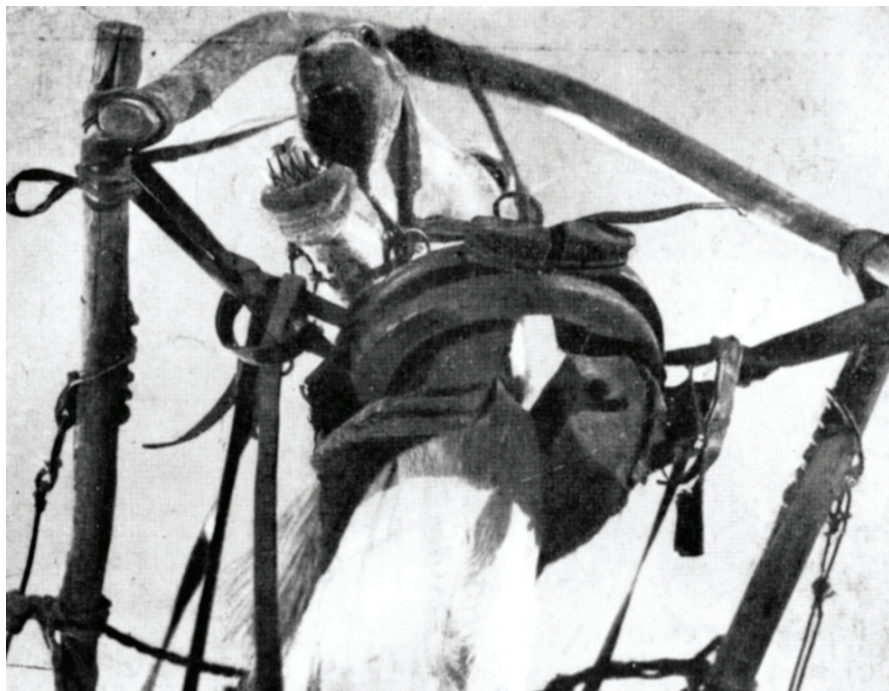
- ◆ DT24-1E – 230 В;
- ◆ DT24-1E+ – 240 В.

Примечание: Приборы с индексом U и J рассчитаны на применение на территории США и Японии, где напряжение силовой сети составляет 120 В и 100 В соответственно.

Выходное напряжение – 24 В, максимальная мощность нагрузки – 150 Вт.

Работа с блоком питания

Регулируемый блок питания DT24-1 разработан для использования с ламповыми головками Dedolight DLH3 и DLH4, оснащенными трехконтактными разъемами XLR. Наиболее мощная из допустимых для применения в головке Dedolight ламп – это DL150 (24 В, 150 Вт).



Лошадь, снятая короткофокусным объективом в кадре фильма «Старое и новое»

способность к перспективному искажению. «Это особенно резко бросается в глаза в тех случаях, когда предметы переднего плана выдвинуты особенно близко к объективу.

Совершенно естественно, что с большей или меньшей степенью подчеркнутой

«откровенности» такие возможности объектива не могли не вплестись в систему выразительных средств картины (например, «Старое и новое»). Применение искажающей способности объектива 28 здесь было произведено во всех возможных оттенках.

В одних случаях это почти неуловимое видоизменение реальных форм природы в пределах увеличения их массивности. В других случаях искажающая способность объектива применялась более откровенно: то в порядке «гоголевской гиперболизации», то в порядке монументализации.

«В разной дозе и разной степени оглядности – объектив 28 неизменно помогал предметам «выходить из себя», выходить за определения предназначенных им природой объемов и форм» (С.Эйзенштейн. Собрание сочинений. Т.3. М.: Искусство, 1964. С. 79...80).

Такого рода «выход из себя» можно видеть во многих фильмах советских кинематографистов-новаторов.

Творческое использование характера передачи перспективы, особенностей оптического рисунка, даваемые объективами с различным фокусным расстоянием в сочетании с другими приемами и способами съемки превратили профессию съемщика в творческую профессию кинооператора, или в английском варианте – режиссера фотографии.

Окончание следует



Работаем с регулируемым блоком питания DT24-1

1. Убедитесь, что в ламповую головку установлена исправная лампа. Перед проверкой отключите ламповую головку от блока питания.

Если вы случайно включили блок питания при отсутствии в головке работоспособной лампы, переведите выключатель питания в положение «Выключено», отключите ламповую головку от блока питания и установите лампу.

2. Подключите кабель от ламповой головки к блоку питания.

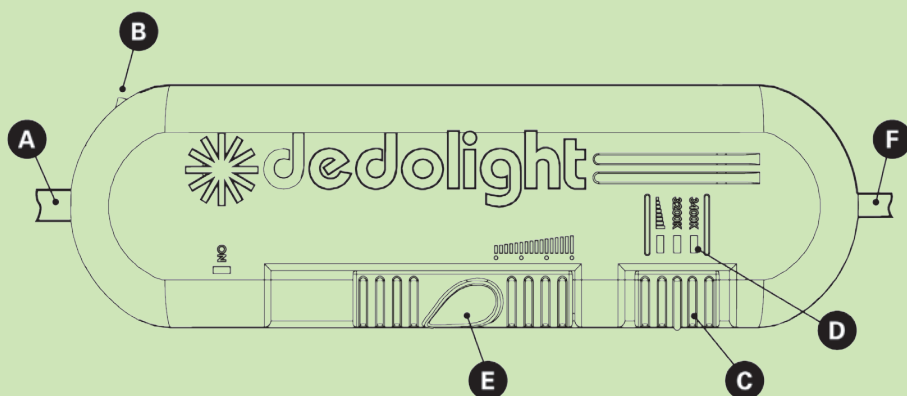
3. Включите ламповую головку с помощью выключателя питания, расположенного снизу блока питания.

4. Три светодиодных функциональных индикатора на блоке питания откалиброваны по цветовой температуре/интенсивности и управляются с помощью переключателя функции интенсивности. Максимальная интенсивность (Top light) – ~3400°K, средняя интенсивность (Middle light) – ~3200°K, регулируемый режим (Bottom light) –



интенсивность светового потока регулируется от максимальной до минимальной – в пределах 100...1%.

Предупреждение! Блок питания DT24-1 должен быть подключен напрямую к ламповой головке без применения кабелей удлинения между ламповой головкой и блоком питания. Кабели удлинения можно применять только на стороне подачи входного переменного напряжения.



- A** Входной кабель питания, подключаемый к силовой сети
- B** Выключатель питания
- C** Переключатель цветовой температуры/интенсивности
- D** Индикатор функции
- E** Регулятор интенсивности
- F** Выходной кабель питания – 24 В

Вакансия Snell

Компания Snell объявляет конкурс на вакансию инженера поддержки продаж DMI (Digital Media Infrastructure) в Московском офисе.

В обязанности инженера входят техническая поддержка и квалифицированная поддержка продаж в ответ на запросы и потребности клиентов. Кроме прямого взаимодействия с клиентами, инженеры должны взаимодействовать с партнерами в Центральной Европе, включая международных дилеров, системных интеграторов и операторов вещательных центров, а также других партнеров, в основном, в странах СНГ. Работа выполняется в офисе Snell в Москве, однако потребуются и выезды к клиентам.

Требования к кандидатам:

- ◆ диплом или эквивалентный документ, подтверждающий профильное техническое образование;
- ◆ полное понимание вещательного технологического процесса (например, перехода на безленточные технологии), включая способность:
 - понять ключевые коммерческие, технические и эксплуатационные потребности заказчиков;
 - проводить обучение пользователей, презентации, демонстрации и обсуждения на высоком техническом уровне;
 - готовить подробные технические предложения в соответствии со спецификациями заказчиков;
- ◆ хорошее знание основ вещания, включая сигналы видео, звука, временного кода, управления и т.д.;
- ◆ знание линейки оборудования Snell и соответствующей аппаратуры конкурентов;
- ◆ IT-грамотность, оптимально с пониманием того, как медиаданные и контент обрабатываются в IT/телекоммуникационных инфраструктурах;
- ◆ опыт продаж высокотехнологичного оборудования/решений на рынках B2B и, в частности, на рынках вещания, СМИ и/или телекоммуникаций. Требуется опыт в рамках долгосрочных комплексных продаж;
- ◆ опыт проведения тестирования и мелкого ремонта высокотехнологичного вещательного оборудования;
- ◆ высокое мастерство устного, письменного и презентационного общения, способность решать проблемы;
- ◆ хороший уровень письменного и устного английского;
- ◆ наличие действующего водительского удостоверения;
- ◆ готовность к командировкам по мере необходимости.

Кандидаты на должности инженеров могут отправлять свои резюме и пожелания по зарплате на адреса: stefan.gerads@snellgroup.com и andrey.velichko@snellgroup.com.

Hitachi SK-HD1200 уже в Европе

Компания Hitachi Kokusai Electric Europe объявила о том, что в Европе начались поставки новой вещательной камеры SK-HD1200, поддерживающей формат 3G-SDI, то есть способную формировать на выходе сигнал 1080p.

SK-HD1200 относится уже к четвертому поколению HD-камер Hitachi на основе сенсоров типа ПЗС с прогрессивным сканированием и запатентованным 16-разрядным цифровым сигнальным процессором. Камера мультистандартна, пригодна для применения как в студии, так и вне нее и адресована региональным телекомпаниям, работающим в разных точках планеты, поскольку может получать питание от сетей переменного тока частотой 50/60 Гц. К тому же она оснащена не только цифровыми, но и аналоговыми выходами. Более того, SK-HD1200 может выдавать на выходе сигналы SD и HD одновременно, поддерживая широкий спектр форматов HD, включая 1080p, 1080i и 720p.

Прототип камеры уже демонстрировался на выставках, и вот она пошла в серию. И что самое важное, как отметил директор и генеральный менеджер Hitachi Kokusai Electric Europe Пэдди Роше (Paddy Roache), камера полностью оправдала надежды ее создателей: «Мы уже предоставили камеру ряду пользователей, и полученные от них отзывы окрыляют. Это одна из лучших новых камер, разработанных нами за последние годы».

Камера имеет массу всего 4,4 кг и состоит из двух блоков. Усилия компании по миниатюризации электронных компонентов позволили не только создать самую компактную и универсаль-

ную камеру Hitachi, но и сделать ее максимально экологичной и экономичной на рынке – она потребляет всего 22 Вт (головка).

Нельзя не остановиться и на сенсоре и цифровом сигнальном процессоре. Разработчикам камеры удалось добиться очень низкого уровня шума на ТВЧ-изображении, то есть обеспечить высокое качество картинки. Это получилось благодаря новому ПЗС 1080p с нанесенным на него массивом микролинз разрешением 2,3 млн пикселей. Новые сенсоры позволили достичь очень большого разрешения по горизонтали и вертика-



ли, а также равномерной частотной характеристики в широком динамическом диапазоне, высокой чувствительности и крайне малого уровня вертикальных тянущихся продолжений.

Преобразование аналогового сигнала в цифровой выполняется с помощью 16-разрядных АЦП. Эти высокоскоростные преобразователи служат мостом между сенсорами и цифровым процессором обработки сигнала (DSP). К тому же все основные компоненты SK-HD1200 оснащены своими собственными процессорами обработки сигнала.

К примеру, независимые микросхемы DSP используются отдельно в камерной головке, камерной канале и базовой станции (CCU). Важно и то, что новый сигнальный процессор создан на базе технологии 40 нм, а его разрядность динамической обработки превышает 38 бит/пиксел на каждый канал RGB.

Процессоры DSP, примененные в камере Hitachi, разработаны с учетом поддержки более широкой полосы пропускания, требуемой для считывания данных, формируемых ТВЧ-сенсорами с прогрессивным сканированием. Расширенный запас по динамическому диапазону, реализованный в SK-HD1200, позволяет снимать и воспроизводить даже очень контрастные изображения. Высокое общее отношение сигнал/шум достигается с помощью специально раз-

ботанной технологии понижения шума, причем без использования методов его фильтрации. Даже при большом усилении изображения характеризуются малым уровнем шума.

Что касается части системы, отвечающей за передачу сигнала, то она базируется на волоконной оптике и обеспечивает транспортировку 10-разрядного изображения 1080p от камерной головки на базовую станцию. Обмен сигналами видео, звука и управления между камерной головкой и базовой станцией осуществляется в цифровой форме, благодаря чему исключается воздействие на них сторонних электромагнитных полей. Максимальная длина гибридного кабеля, обеспечивающего обмен сигналами и подачу питания, составляет 4 тыс. м.