Основы работы в VideoCAD
Часть 4

Освещение и чувствительность камер в CCTV

Редакция для VideoCAD 7 Professional **С. Уточкин**

В первой статье цикла «Основы работы в VideoCAD» мы рассмотрели моделирование **зоны обзора видеокамеры** и порядок создания простого проекта.
Во второй статье мы рассмотрели, каким образом в VideoCAD автоматически рассчитываются **зоны обнаружения, опознавания человека и чтения автомобильного номера**.
В третьей статье рассмотрели возможности **трёхмерного моделирования** изображений от видеокамер.
В четвёртой статье цикла рассмотрим вопросы, связанные с освещением в CCTV. Эта часть может быть полезна не только пользователям VideoCAD, но и широкому кругу специалистов. В ней рассматриваются особенности работы системы видеонаблюдения в условиях недостатка освещения, применимые как к аналоговым, так и к цифровым (IP) системам.

Содержание

Введение **2**

Основы светотехники **3**
- Лампа 3
- Светильник 4
- Сила света 6
- Кривые силы света (КСС) 7
- Освещённость 8
- Отражение 10

Камера **11**
- Объектив 11
- Чувствительность камеры 11
- Параметры, ограничивающие качество изображения при определении чувствительности 12
  - Работа камеры при недостатке освещения 12
  - IRE 15
  - Отношение сигнал/шум 15
- Использование чувствительности в расчётах 16
- Обработка изображения внутри камеры 17
- Результаты практических измерений чувствительности 18

Работа с программой **20**
- Задание чувствительности камеры 20
  - Готовые модели камер 20
  - Параметры чувствительности 21
    - Камера 21
    - Объектив 23
- Сцена 24
  - Модель изображения сцены при фоновой освещённости 26
- Светильник 27
  - Параметры светильника 27
  - Моделирование светильника 28
  - Модель изображения сцены при включённом светильнике 31
- Коэффициенты обслуживания 32

Практические советы **33**

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Введение

Большинство наружных систем видеонаблюдения призвано выполнять поставленные задачи круглосуточно. Однако изображения от камер в ночное время могут значительно отличаться от изображений днём. Качество изображения в ночное время определяется в первую очередь освещением сцены и чувствительностью камер. Необходимость использования дополнительного освещения и требования к чувствительности существенно влияют на стоимость системы видеонаблюдения и стоимость её эксплуатации. Кроме того, требования к чувствительности для ночного времени могут вступать в противоречие с требованиями к цветности и разрешению камер для дневного времени.
Таким образом, расчёт работы системы видеонаблюдения в ночное время является крайне полезным.

Начиная с шестой версии VideoCAD предлагает инструменты, позволяющие решать многие задачи проектирования освещения в CCTV.
Инструменты основаны на светотехнических и радиометрических закономерностях, а также на параметрической модели камеры, включающей модель ПЗС матрицы и большинства систем реальных видеокамер.
Входной информацией для расчёта являются условия сцены и параметры оборудования, приведённые в спецификациях производителей. На случай завышения чувствительности камер в спецификации, предлагаются инструменты и методики её практического измерения.
На выходе мы получаем модели изображений от камер.

Для грамотного расчёта и моделирования освещения в CCTV необходимы начальные знания из светотехники и понимание смысла параметров, которыми определяется чувствительность камеры. В данной статье затронуты лишь важные для проектирования вопросы, иногда упрощенно, но в достаточном для практики объёме.
Для лучшего понимания смысла светотехнических величин приводятся светотехнические формулы. Но считать по формулам вручную не потребуется, все необходимые расчёты выполняются в VideoCAD автоматически.

Подробное описание возможностей программы имеется в справочной системе VideoCAD. Там же, в разделе Примеры работы с VideoCAD, вы можете найти примеры практических расчётов. Более детальную теоретическую информацию по затронутым вопросам при необходимости можно найти в специальной литературе и публикациях.

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Основы светотехники

Рассмотрим простой пример (**Рис.1**):
В поле зрения камеры, освещённом светильником, находится объект.

Электрическая мощность поступает в лампу и преобразуется в свет.
Свет лампы переотражается внутри светильника и излучается наружу.
Излучённый свет падает на объект. Часть света отражается от объекта. Часть отражённого света попадает через объектив на видеосенсор камеры и формирует на нём изображение. Полученное изображение обрабатывается схемами камеры и передаётся далее по каналу связи.

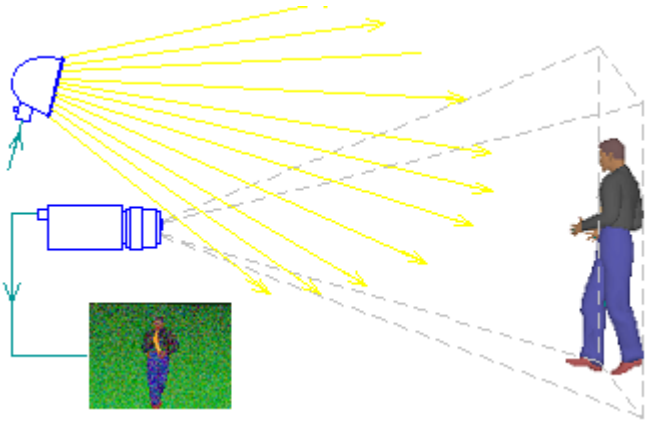

Рис 1. Пример для расчёта освещения.

Познакомимся с закономерностями, определяющими качество полученного изображения в случае недостатка освещения. Двигаться будем по направлению движения мощности, от лампы к камере.

Лампа

Лампа – это преобразователь **электрической мощности** в **световой поток**. Электрическая мощность измеряется в **ваттах**, **световой поток** - в **люменах (лм)**.
Световой поток можно рассматривать как мощность света независимо от направления излучения.

Световой поток и электрическую мощность можно узнать из справочных данных лампы.

Эффективность лампы как источника света определяется её световой отдачей (**Рис. 2**).

Световая отдача представляет собой отношение излучаемого лампой светового потока к потребляемой электрической мощности.

η=Фл/Рл;

η – световая отдача лампы (лм/ватт);
Фл – световой поток лампы (люмен);
Рл – потребляемая мощность лампы (ватт).

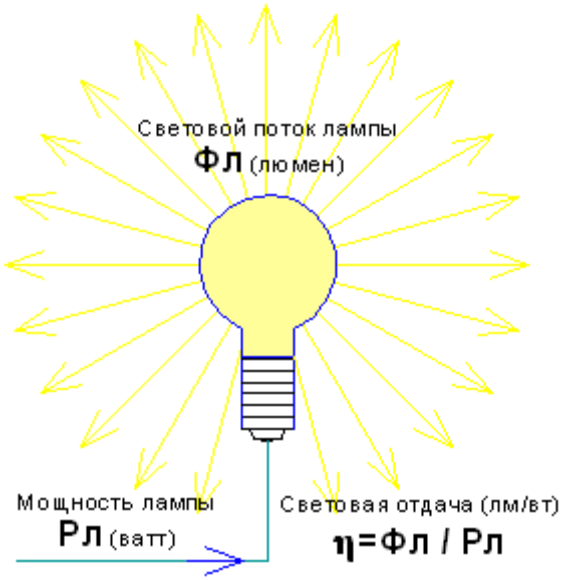

Рис 2. Световая отдача лампы.

Очевидно, что чем больше световая отдача, тем эффективнее лампа. Разные типы ламп имеют разную световую отдачу. Например, обычная лампа накаливания мощностью 60 Вт излучает световой поток 750 люмен. Световая отдача лампы равна 750/60=12,5 люмен/ватт.

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Световая отдача ламп накаливания в диапазоне от 25 до 1000 Вт составляет примерно от 9 до 19 лм/Вт. Как правило, чем выше мощность лампы накаливания – тем выше её световая отдача. Намного большей световой отдачей обладают газоразрядные лампы. Например, световая отдача натриевой лампы SOX 180 составляет 170 люмен на ватт.

Однако, при выборе лампы нельзя ориентироваться лишь на световую отдачу. Имеют значение стоимость лампы, стоимость пускорегулирующего оборудования, индекс цветопередачи, срок службы, параметры светильников которые допускают установку лампы данного типа и др.

Для CCTV необходимо учитывать также **спектральную эффективность излучения** для разных типов видеосенсоров.

Учёт спектральной эффективности необходим для чёрно-белых камер и камер день-ночь, так как спектральная чувствительность видеосенсоров таких камер значительно отличается от спектральной чувствительности глаза человека и люксомера. Как правило, меньшей спектральной эффективностью обладает свет газоразрядных ламп с большой световой отдачей, большей спектральной эффективностью – свет ламп накаливания.

Светильник

Типичный светильник состоит из лампы (или нескольких ламп) и световой арматуры из отражателей, специальных стёкол и т.п. (**Рис. 3**)

Излучаемый лампой световой поток переотражается внутри светильника и излучается наружу.

У многих светильников большая часть светового потока излучается в пределах ограниченного угла. Назовём этот угол **Углом излучения**. Угол излучения обычно определяется по падению силы света на 50% относительно силы света по оси излучения.

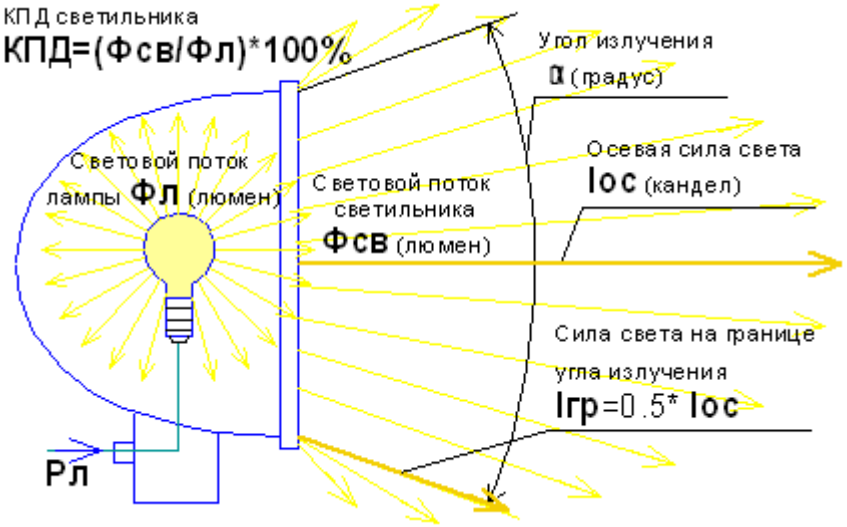

Рис 3. Светильник.

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Часть светового потока поглощается внутри светильника, часть излучается за пределами угла излучения.
Отношение излучаемого светового потока светильника к полному световому потоку ламп представляет собой **КПД светильника.**

КПД=Фсв/Фл*100%;

КПД – КПД светильника;
Фсв – полный световой поток светильника (люмен);
Фл – полный световой поток ламп (люмен).

КПД уличных светильников с углом излучения 60-180 градусов составляет 50-90%. Как правило, чем меньше угол излучения, тем меньше КПД. Прожектора с углом излучения менее 20 градусов имеют КПД около 20% и менее. КПД иногда приводится в справочных данных светильников, но больше информации можно получить из ***кривых распределения силы света КСС*** *(см. ниже).*

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Сила света

Распределение светового потока реальных светильников в разных направлениях неравномерно. Плотность светового потока в определённом направлении называется **силой света**.

Сила света равна отношению светового потока светильника, излучаемого в пределах бесконечно малого **телесного (объёмного) угла** к значению этого телесного угла (**Рис. 4**)

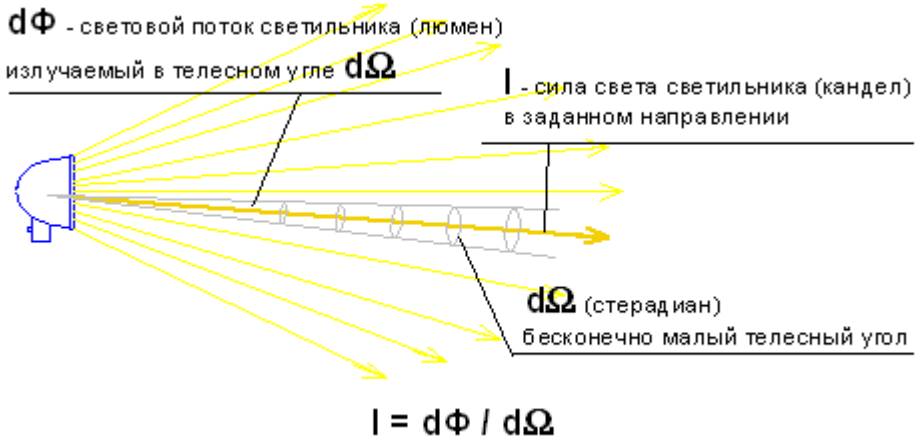

Рис 4. Сила света.

Измеряется сила света в **канделах (кд)**. Одна кандела соответствует световому потоку в один **люмен**, излучаемому в пределах телесного угла равного одному **стерадиану**.

Iсв=Ф/ Ω

I – сила света (кандел) в пределах телесного угла **Ω;**
Ф – световой поток (люмен) в пределах телесного угла **Ω** ;
Ω – значение телесного угла (стерадиан)**.**

Стерадиан (ср.)– *единица измерения телесного (объёмного) угла.*

*Телесный угол в **один стерадиан** вырезает на сфере поверхность, площадь которой равна квадрату радиуса этой сферы (**Рис. 5**).*

*Значение телесного угла **Ω** (стерадиан), ограниченного конусом связано с полным плоским углом **β** (градусы) при вершине этого конуса следующей формулой:*

Ω=2 π *(1-cos(β /2)

Полный плоский угол при вершине конуса, образующего 1 стерадиан, равен 65°32'.

*Полная сфера занимает 4*π стерадиан.*

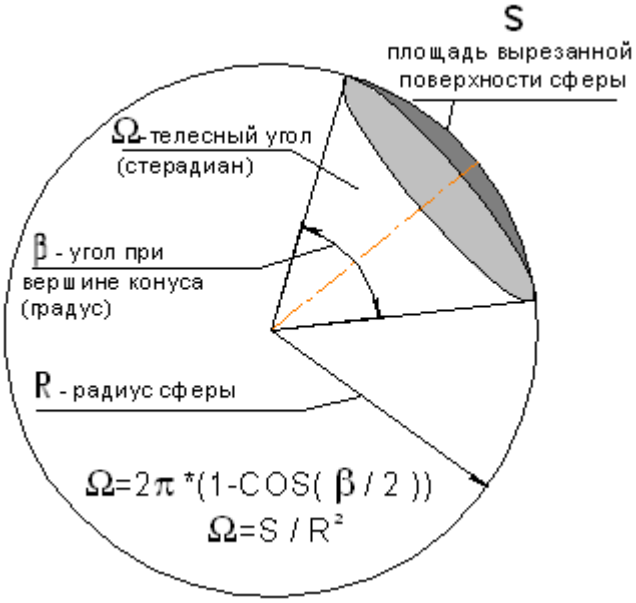

Рис 5. Телесный угол.

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

*Например: Световой поток лампы равен 1000лм. Если лампа излучает примерно с одинаковой силой во всех направлениях, то средняя сила света лампы будет равна 1000/(4*3.14)=80 кандел. Но если лампа установлена в светильник (КПД светильника 60%) и весь световой поток будет сконцентрирован светильником в телесном угле 1,5 стерадиан, то средняя сила света в пределах этого угла будет 1000/1,5*0,6=400 кандел.*

Распределение силы света в пределах угла излучения, как правило, неравномерно. Для светильников с круглосимметричным распределением силы света в спецификации обычно приводится **осевая сила света**, то есть сила света по оси конуса излучения (**Рис. 3**).

Кривые силы света (КСС)

Реальные светильники имеют сложное пространственное распределение силы света, которое нельзя характеризовать лишь углом излучения и осевой силой света.
В справочных данных светильников приводятся **кривые силы света (КСС)**, отображающие распределение силы света в зависимости от угла в одной или нескольких плоскостях. (**Рис. 6**)

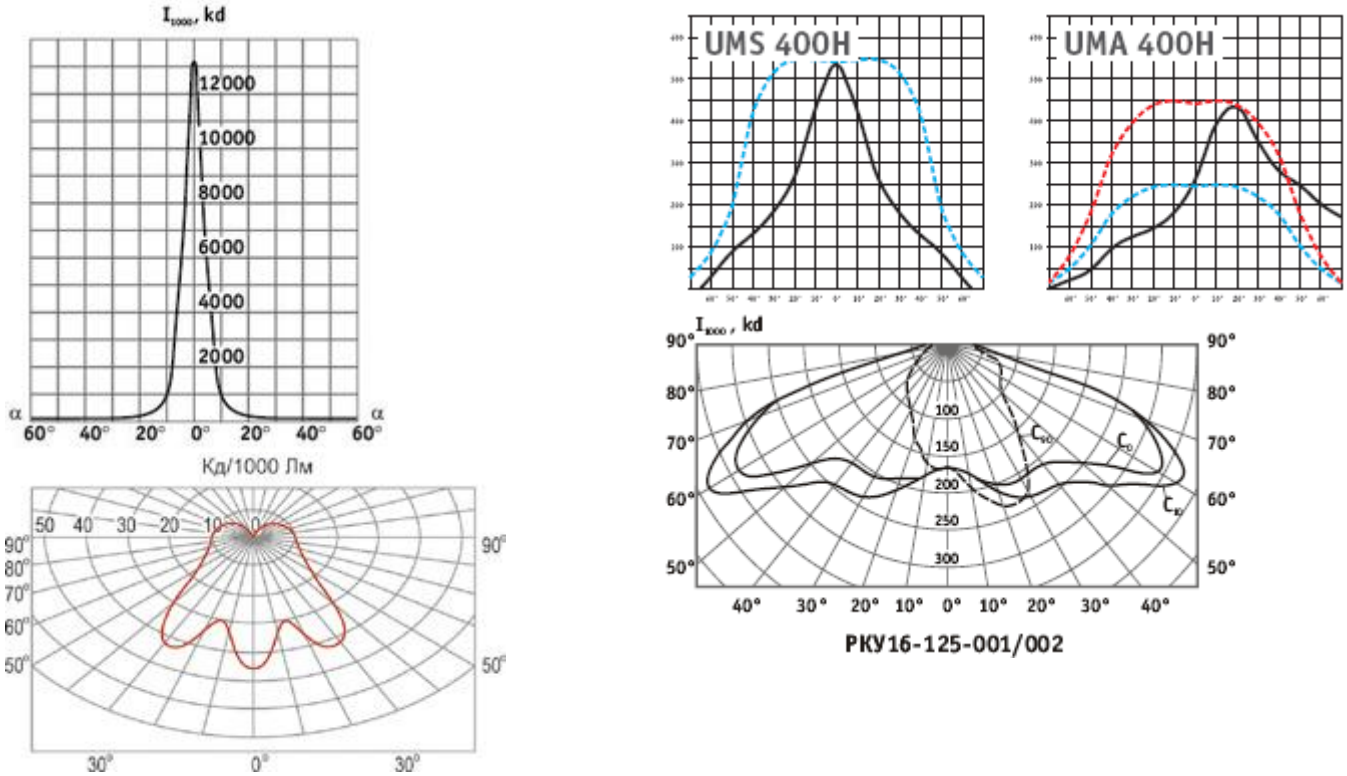

Рис 6. Кривые силы света. Примеры.

КСС некоторых светильников имеет довольно сложную форму, но в практическом моделировании допустимы упрощения.

Многие светильники допускают установку ламп разного типа. Поэтому КСС обычно приводятся для условной лампы, излучающей полный световой поток 1000 люмен.
Для многоламповых светильников 1000 лм — это суммарный световой поток ламп.

Чтобы узнать реальную силу света в некотором направлении, необходимо разделить силу света в этом направлении, полученную из КСС на 1000, и умножить на полный световой поток установленных в светильник ламп.

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Например: Суммарный световой поток ламп в светильнике Фл=3000лм. В этом случае значение силы света, полученное из КСС (с лампой 1000лм) надо умножать на 3.

Зная **тип лампы**, мы сможем узнать **световой поток лампы** и учесть **спектральную эффективность излучения** для разных видеосенсоров. Имея **КСС** светильника, мы можем узнать, с какой **силой света** в каком направлении будет излучать этот светильник. Из **силы света** можно вычислить **освещённость**, создаваемую светильником на любом расстоянии (см. ниже).

Тип и световой поток лампы, а также КСС светильника – это самое главное, что мы должны знать о светильнике.

Освещённость

Чувствительность камеры определяется через **минимальную освещённость сцены**. Чтобы связать параметры светильника с чувствительностью камеры, нам надо определить, какую освещённость светильник создаёт на сцене.

Освещённость – это плотность светового потока, падающего на поверхность. Освещённость измеряется в **люксах (лк).**

Средняя освещённость площадки, создаваемая падающим на неё световым потоком **Ф** определяется формулой:

$$E = (\Phi/S)*\cos(\gamma);$$

E– освещённость площадки (люкс);
Ф – падающий на площадку световой поток (люмен);
S – площадь площадки (кв. метр);
γ – угол между нормалью к площадке и направлением падения светового потока (градус).

Световой поток в 1 люмен, падающий перпендикулярно на площадку площадью 1 квадратный метр, создаёт на площадке освещённость равную 1 люкс.

На практике **прямую освещённость**, создаваемую светильником удобно вычислять из **силы света** светильника.

$$E = (I/L^2)*\cos(\gamma);$$

E– освещённость площадки (люкс);
I – сила света светильника в направлении площадки (кандел);
L – расстояние от светильника до площадки (метр);
γ – угол между нормалью к площадке и направлением на светильник (градус).

Освещённость зависит от угла падения светового потока на поверхность. Угол освещения, безусловно, влияет на получаемое изображение, но большинство целей в CCTV представляет собой объёмные объекты, и имеют поверхности расположенные под разными углами.

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Прямая освещённость объекта, создаваемая светильником, пропорциональна силе света светильника в направлении объекта и обратно пропорциональна квадрату расстояния от светильника до объекта (**Рис. 7**).

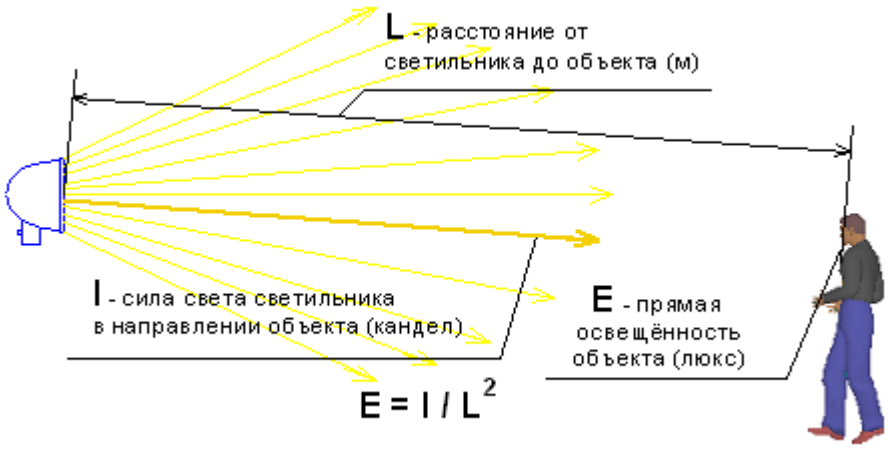

Рис 7. Прямая освещённость, создаваемая светильником.

Сила света в 1 кандел (1 люмен в одном стерадиане) создаёт на расстоянии 1 метр от светильника прямую освещённость равную 1 люкс.

Формула применима, если расстояние до светильника больше размера излучающей области светильника более чем в 10 раз.
Обратите внимание, что прямая освещённость, создаваемая светильником обратно пропорциональна квадрату расстояния до светильника. Так, сила света в 1 кандел создаёт на расстоянии 10 метров от светильника освещённость равную уже 0,01 люкс. Это известный ***закон обратных квадратов****.*

Если сцена освещена несколькими светильниками, то результирующая освещённость, создаваемая всеми светильниками складывается.

В реальности освещенность сцены, создаваемая светильником может превышать расчётное значение прямой освещённости, так как часть светового потока многократно переотражается образую **рассеянную (диффузную) освещённость**. Доля рассеянного света зависит от окружающей обстановки, отражения предметов на сцене, их расположения и т.п. Внутри помещений доля рассеянного света велика, в наружных установках доля рассеянного света меньше и зависит от времени года и погоды.
Вычисление рассеянной составляющей освещённости представляет собой сложную задачу и требует большого количества точных исходных данных, часто не известных на этапе проектирования.

Реальные сцены имеют также некоторую **фоновую освещённость**, создаваемую небом, уличным освещением или другими источниками света с неизвестными параметрами. Мы не знаем параметров этих источников, поэтому мы не можем вычислить эту освещённость. Мы можем лишь измерить её с помощью **измерителя освещённости** (**люксомера**), а затем учесть в расчётах и моделях.
Фоновая освещённость складывается с освещённостью, создаваемой светильниками.
В наружных установках фоновая освещённость также зависит от времени года и погоды.

Результирующая освещённость сцены, как правило, распределяется неравномерно. На сцене присутствуют как ярко освещённые области, так и слабо освещённые. Автоматика камеры подстраиваются по среднему уровню освещённости. Если контраст между разными областями на сцене приближается к динамическому диапазону камеры, то ярко освещённые и (или) слабо освещённые области будут ограничиваться.

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Отражение

Часть светового потока, падающего на некоторый объект, поглощается или проходит сквозь объект, другая часть отражается.

Отношение отражённого светового потока к падающему световому потоку называется **коэффициентом отражения объекта.**

К= Фотр/Фп;

К – коэффициент отражения объекта;
Фотр – отражённый световой поток (люмен);
Фп – падающий световой поток (люмен).

Разные объекты обладают разными коэффициентами отражения, именно поэтому одни объекты кажутся темнее, а другие светлее. Контраст объекта относительно фона при одинаковой освещённости зависит от разницы коэффициентов отражения объекта и фона. Однако в реальности освещённость объекта и фона может отличаться.

Коэффициент отражения зависит от длины волны (цвета) падающего излучения. Именно поэтому объекты выглядят цветными, а в инфракрасном освещении тёмные и светлые объекты могут поменяться местами.

Чаще всего в природе встречается отражение от матовых поверхностей, так называемое ***диффузное отражение****. В результате диффузного отражения, падающий свет отражается с одинаковой силой во всех направлениях. Далее будем рассматривать именно диффузное отражение.*
Существует также ***зеркальное отражение*** *от гладких поверхностей. Из-за зеркального отражения на гладких поверхностях присутствуют блики от источников света.*

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Камера

Объектив

Часть отражённого от объектов сцены света попадает в объектив камеры.
Количество света, проходящего через объектив, определяется его **апертурой** (**светосилой, диафрагмой, относительным отверстием**). Апертура обозначается **F-числом**. Например, **F1.2, F1.4, F2.0**…

Чем больше F число, тем меньше света пропускает объектив.

*Как правило, чем больше входной зрачок объектива, тем больше света он пропускает. Наихудшей апертурой (большее значение F-числа) обладают объективы с узким входным зрачком (pin-hole). У объективов с **автодиафрагмой** при недостатке освещения апертура максимально увеличивается (значение F-числа уменьшается). Для таких объективов вместо апертуры, указывается максимальная и минимальная апертура, например **F1.2-F360**.*

Светопропускание объектива изменяется обратно пропорционально квадрату F числа.

*Например, объектив **F1.0** пропускает в 4 раза больше света, чем **F2.0**.*

Чувствительность камеры

Чувствительность камеры – это значение освещённости сцены (люкс) с известным коэффициентом отражения, при которой мы получим изображение с заданным минимально допустимым качеством.

При определении чувствительности для камер со сменными объективами должна быть указана **апертура (F-число)** объектива с которым обеспечивается указанная чувствительность. Обычно это F1.2, F1.4 или F2.0.
Если камера используется с другим объективом, то её чувствительность изменится пропорционально квадрату отношения F числа объектива, установленного на камеру к F числу объектива, для которого указана чувствительность.
Например, чувствительность камеры равна 0,1 люкс с объективом F1.2. Чувствительность той же камеры с объективом F2.0 составит $0,1*(2/1,2)^2=0.28$ *лк.*

Чувствительность зависит от **времени экспозиции** (выдержки). Для обычных камер системы PAL максимальное время экспозиции составляет 1/50 сек. Для камер, допускающих большее время экспозиции, обязательно должно быть указано время экспозиции, при котором получается указанная чувствительность.
С практически допустимой точностью можно считать, что чувствительность обратно пропорциональна времени экспозиции (принцип ***Reciprocity***).

Например, если чувствительность камеры равна 0,1 люкс при времени экспозиции 1/5 сек, то при времени экспозиции 1/50 сек. чувствительность этой камеры будет 0,1(1/5)/(1/50)=1 люкс.*

Увеличенное время экспозиции ведёт к потере разрешения движущихся объектов.
Для корректного сравнения современных камер необходимо пересчитывать чувствительность к одинаковому времени экспозиции -1/50 сек.

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Коэффициент отражения сцены при определении чувствительности, как правило, подразумевается равным 0,75, так как измерение чувствительности обычно осуществляется по тестовой таблице, напечатанной на белой бумаге, обладающей примерно таким коэффициентом отражения.
Большинство реальных предметов имеют коэффициент отражения меньше чем 0,75, поэтому качество отображения реальных сцен при низкой освещённости будет хуже, чем тестовой таблицы (см. модели изображений ниже).

Спектральная чувствительность видеосенсоров чёрно-белых камер и камер день-ночь отличается от спектральной чувствительности глаза человека и люксомера. Для таких камер имеет значение **спектральная эффективность света** от источника освещения сцены.
Спектральная чувствительность цветных видеосенсоров близка к спектральной чувствительности глаза, поэтому влияние спектральной эффективности для цветных камер невелико.

Параметры, ограничивающие качество изображения при определении чувствительности

Параметрами, ограничивающими качество изображения при снижении освещённости, для большинства камер являются **IRE** и **отношение сигнал/шум.**

Чтобы разобраться в этих параметрах рассмотрим упрощенную схему работы камеры в случае недостатка освещения.

Работа камеры при недостатке освещения

При низкой освещённости электронный затвор устанавливает максимальное время экспозиции, диафрагма также полностью открывается, поэтому электронный затвор и диафрагму можно не рассматривать. Схема становится совсем простой (**Рис. 8**).

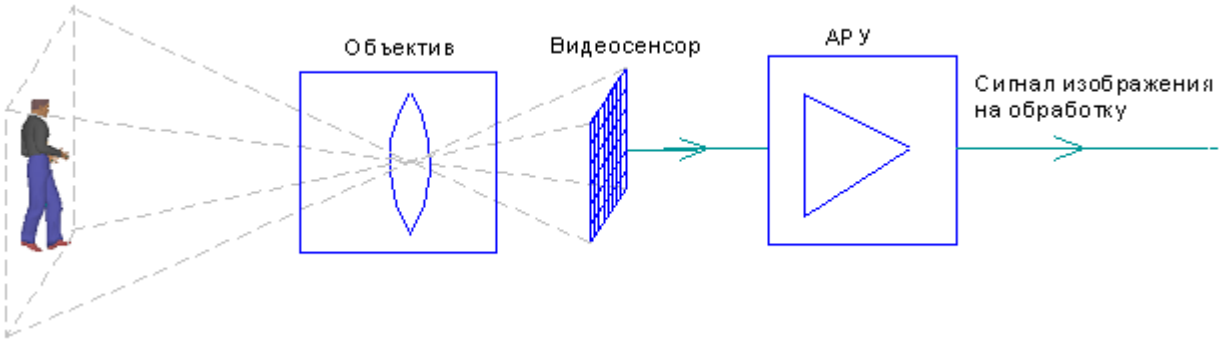

Рис 8. Схема работы камеры при низкой освещённости.

Сигнал с видеосенсора, пропорциональный его освещенности поступает на схему **Автоматической регулировки усиления (АРУ)**. Усиление АРУ автоматически устанавливается таким, чтобы получить на выходе оптимальный контраст изображения.

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Видеосенсор всегда имеет на выходе некоторый шум.
Если освещённости достаточно, то уровень полезного сигнала значительно превышает уровень шума, усиление АРУ небольшое и шум на изображении не заметен (**Рис. 9**).

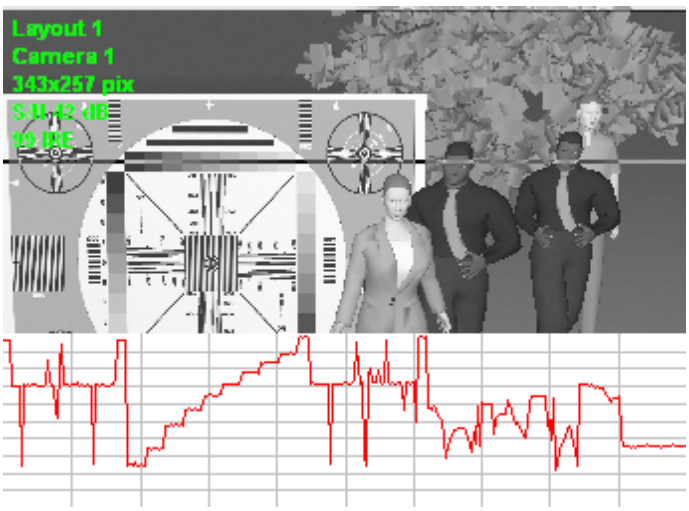

Рис 9. Сигнал с видеосенсора намного превышает шум. Внизу график распределения яркости в выделенной строке.

При снижении освещённости уровень сигнала с видеосенсора уменьшается и приближается к уровню шума. АРУ усиливает полезный сигнал вместе с шумами, стремясь сохранить оптимальный контраст изображения (**Рис. 10**).
Таким образом, при снижении освещённости возрастает усиление АРУ. В результате контраст изображения не меняется, но возрастают шумы.

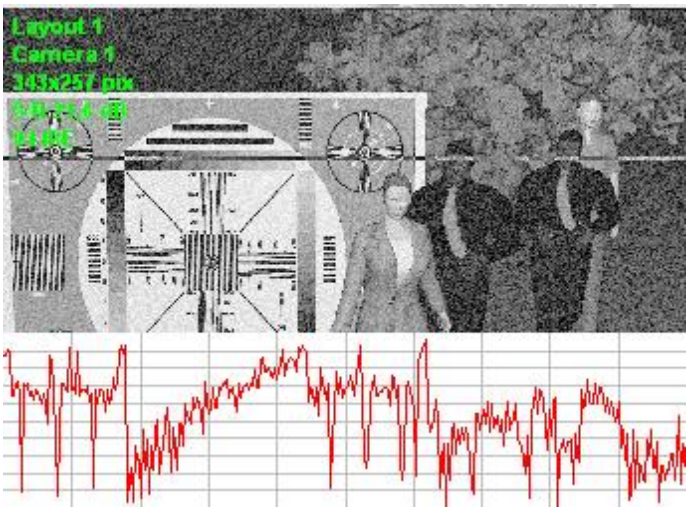

Рис 10. Уровень сигнала с видеосенсора приближается к уровню шума. АРУ поддерживает выходной уровень сигнала.

Однако, усиление АРУ имеет предел. При дальнейшем снижении освещённости усиление АРУ достигает максимума, после чего начинает снижаться контраст изображения – изображение темнеет (**Рис. 11**).

При дальнейшем снижении освещённости, уровень шума практически не изменяется. Но отношение сигнал/шум продолжает снижаться, так как уменьшается сигнал изображения.

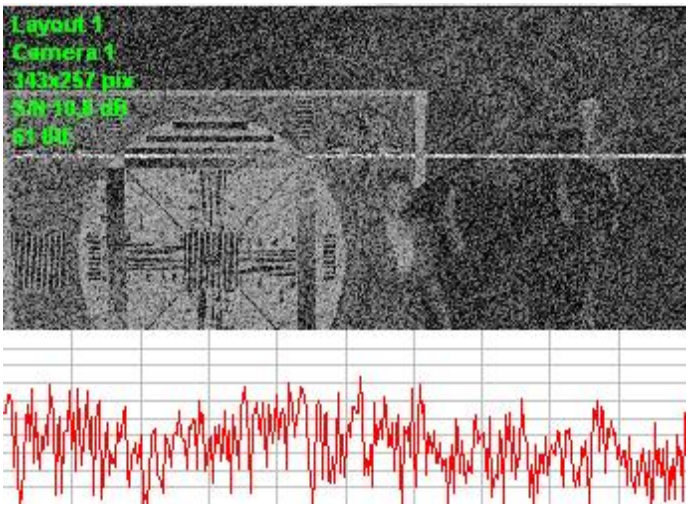

Рис 11. Усиления АРУ не хватает для поддержания уровня сигнала.

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Максимальный коэффициент усиления АРУ имеет разные значения у разных моделей камер.

У некоторых камер контраст изображения падает ещё до того момента, когда шумы становятся заметны (**Рис. 12**).

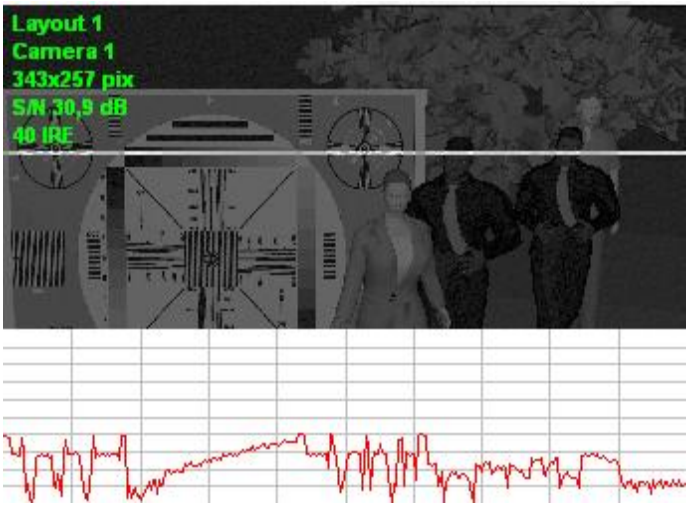

Рис 12. Низкое максимальное усиление АРУ.

У других камер АРУ вытягивает контраст даже очень шумного сигнала (**Рис. 13**).

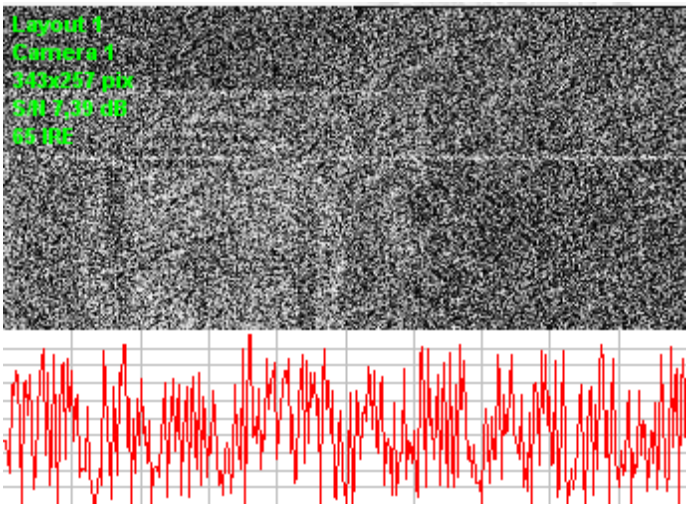

Рис 13. Высокое максимальное усиление АРУ.

Для большинства задач охранного видеонаблюдения, контрастные изображения предпочтительней, несмотря на отчётливо видимые шумы. Однако шумные изображения имеют в несколько раз больший размер после компрессии, что уменьшает глубину архива и скорость передачи по цифровым каналам связи. Ещё одной проблемой являются частые ложные срабатывания детекторов активности на шумы.
У некоторых моделей камер имеются переключатели, позволяющие менять максимальное усиление АРУ в зависимости от условий применения. Для уменьшения вредного влияния шумов полезно цифровое шумоподавление.

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

IRE

Параметр IRE пришёл из аналогового телевидения, но в настоящее время применяется и для цифровых изображений.

IRE определяет, какую часть максимального возможного диапазона яркости занимает изображение.

Весь возможный диапазон яркости изображения принимается за 100IRE. Половина диапазона яркости соответствует 50IRE, четверть диапазона яркости – 25IRE и т.д. (**Рис.14**).

Чувствительность камеры обычно указывается как освещенность, при которой изображение имеет 30-50IRE, но бывают исключения.

Чем большее значение IRE указано в определении чувствительности камеры при одном и том же отношении сигнал/шум, тем больше максимальное усиление АРУ этой камеры, тем более контрастное (но шумное) изображение выдаёт камера при низкой освещённости (**Рис.14, 15**).

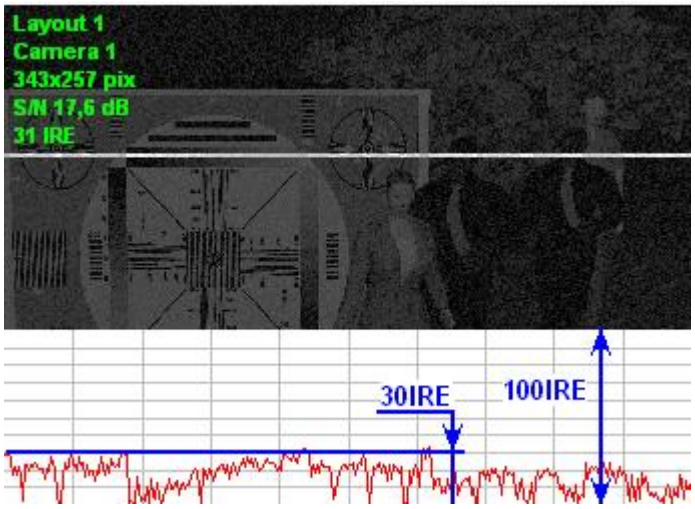

Рис 14. Чувствительность камеры 0,1лк при 30IRE и сигнал/шум 17дБ. Освещённость 0,1лк.

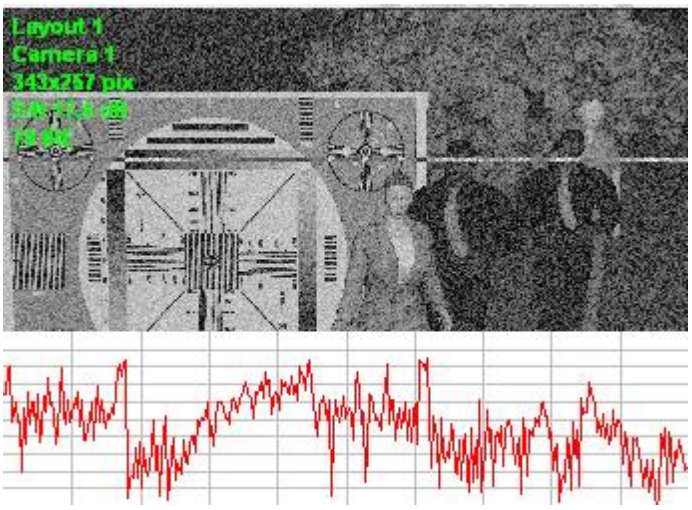

Рис 15. Чувствительность камеры 0,1лк при 80IRE и сигнал/шум 17дБ. Освещённость 0,1лк.

Отношение сигнал/шум

Отношение сигнал/шум изображения – это отношение максимального контраста на изображении к среднеквадратическому значению шума.

С достаточным для практики приближением можно считать, что работа АРУ не изменяет отношение сигнал/шум изображения. Отношение сигнал/шум зависит лишь от освещённости видеосенсора и его свойств.
У ответственных производителей чувствительность камеры обычно указывается как освещенность, при которой изображение имеет отношение сигнал/шум равное 17дБ (7 раз), 20дБ (10 раз) или 24дБ (16 раз).

К сожалению, многие производители камер не указывают значения отношения сигнал/шум, которое будет иметь изображение при указанной минимальной освещённости сцены. Зачастую

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

в результате практического измерения параметров камеры становится ясно, что при указанной в спецификации освещённости, изображение имеет отношение сигнал/шум 0Дб и менее.

Методика измерения отношения сигнал/шум и IRE цифровых изображений имеется в справочной системе программного пакета ***CCTVCAD Lab Toolkit.***

На **Рис. 16, 17** показаны изображения, имеющие близкие значения IRE, но разные значения отношения сигнал/шум.

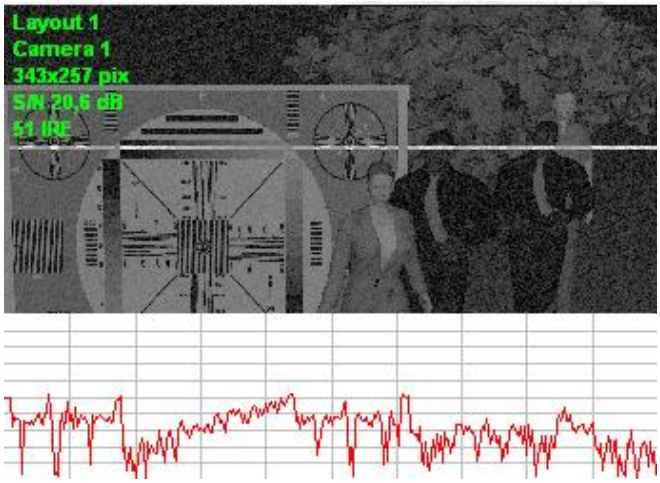

Рис 16. Чувствительность камеры 0,1лк при 50IRE и сигнал/шум 20дБ. Освещённость 0,1лк.

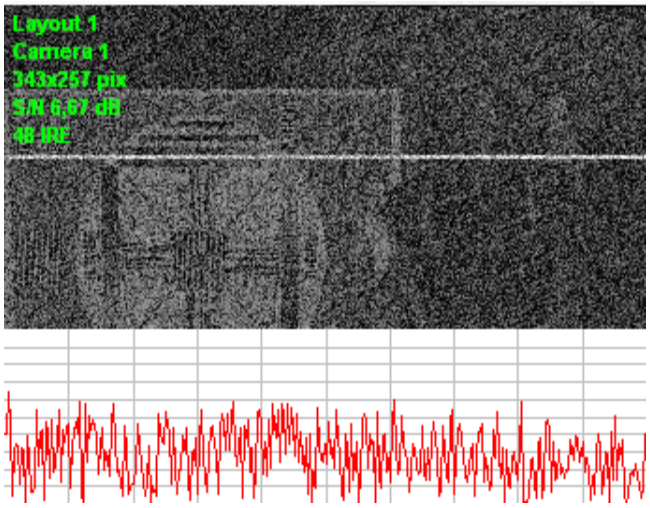

Рис 17. Чувствительность камеры 0,1лк при 50IRE и сигнал/шум 6дБ. Освещённость 0,1лк.

Использование чувствительности в расчётах

Использовать в проектных расчётах значения чувствительности камеры (люкс) можно, только если известны:

- **Значения параметров камеры, при которых получается указанное значение: апертура объектива (F число) и время экспозиции (сек.).**
- **Параметры получаемого изображения: отношение сигнал/шум (дБ) и IRE.**

Зная чувствительность и другие параметры камеры, мы можем моделировать изображение различных сцен с различными освещённостями с помощью имеющейся в VideoCAD параметрической модели камеры. В данную модель заложены закономерности изменения изображения в зависимости от освещённости.
Модель учитывает динамический диапазон, основные составляющие шума и спектральную чувствительность видеосенсора, квантовый шум, АРУ, яркость, контраст, работу электронного затвора, гамма-коррекцию, работу компенсации встречной засветки (BLC), апертуру объектива, работу автодиафрагмы.
Модель практически проверена с более чем десятком реальных моделей камер и показала очень хорошую для практики степень приближения.

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Обработка изображения внутри камеры

В современных камерах часто присутствует обработка полученного изображения, в результате которой при снижении освещённости в первую очередь страдают другие параметры выходного изображения. Чаще всего, в результате цифрового шумоподавления или объединения сигналов от соседних пикселей снижается разрешение.
Зачастую производитель камеры с шумоподавлением указывает в спецификации высокую чувствительность при хорошем отношении сигнал/шум. Но про падение разрешения ничего не пишет.
Шумоподавление полезно, так как уменьшает размер шумных кадров после компрессии и ложные срабатывания детектора движения, однако честное значение чувствительности должно быть указано при отключенном шумоподавлении.

На ***Рис. 19, 20*** *приведён пример ошибки в оценке чувствительности, к которой может привести обработка. Слева находится модель изображения, полученная при освещённости равной чувствительности камеры без обработки: 0,1лк (50IRE, Сигнал/шум 17дБ).*
Справа изображение от камеры с таким же видеосенсором при освещённости 0,03лк, но с дополнительным усилением и размытием.
Фокус в том, что измерение шума и IRE изображения справа даёт те же результаты, что и у левого изображения. Это позволяет производителю указать чувствительность камеры уже 0,03лк (50IRE, Сигнал/шум 17дБ). Но сравните информативность изображений. До обработки отношение сигнал/шум правого изображения составляло 7.8дБ.

Рис 19. Освещённость 0,1лк, без обработки, параметры изображения: 50IRE, Сигнал/шум 17дБ.

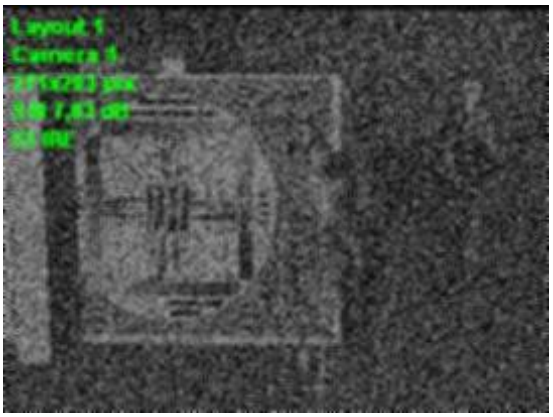

Рис 20. Освещённость 0,03лк, дополнительное усиление и размытие, параметры изображения: 50IRE, Сигнал/шум 17дБ.

Если нас интересует информативность изображения, то точный результат измерения чувствительности может быть получен только при отключенной дополнительной обработке.

Обработка изображения внутри камеры хотя и улучшает внешний вид изображения, но не приводит к увеличению его информативности, не позволяет увидеть то, чего не было в изображении до обработки.

Маркетинговые уловки производителей значительно затрудняют проектный расчёт освещения в CCTV. Универсальным и надёжным средством получения реальных параметров камер является лишь практическое измерение. Для практических измерений параметров камер предназначен программный пакет **CCTVCAD Lab Toolkit.**

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Результаты практических измерений чувствительности

Ниже приведены результаты практических измерений чувствительности реальных камер к свету **галогенной лампы накаливания** при времени экспозиции **1/50сек** с объективом **F1.2**. Пороговое отношение сигнал/шум – **17дБ**.

Методика измерений описана в справочной системе VideoCAD, раздел: ***Примеры работы с VideoCAD> Пример 10 Измерение чувствительности видеокамеры.***

- Чувствительность **чёрно-белых видеокамер с обычными ПЗС матрицами 1.3"** IT CCD, Sony Super HAD™ CCD высокого разрешения **752x582** составляет **0.06-0.15лк**.
- Чувствительность **чёрно-белых видеокамер с ПЗС матрицами 1.3" Sony ExView HAD™ CCD** высокого разрешения 752x582 составляет **0.04лк**.
- Чувствительность **цветных видеокамер высокого разрешения 752x582** составляет около **1лк**.
- Чувствительность видеокамер с **ПЗС матрицами стандартного разрешения 500x582** примерно на 15-20% лучше, чем у видеокамер с ПЗС матрицами высокого разрешения.
- Чувствительность видеокамер **day/night** (ИК фильтр удаляется в чёрно-белом режиме) в режиме чёрно-белого изображения примерно вдвое хуже чувствительности чёрно-белых видеокамер с такими же ПЗС матрицами.
- Чувствительность видеокамер **easy day/night** (ИК фильтр не удаляется в чёрно-белом режиме) в режиме чёрно-белого изображения примерно в 1.5 раза лучше чувствительности цветных видеокамер с такими же ПЗС матрицами.

Реальная чувствительность **видеокамер с расширенным динамическим диапазоном и сложной цифровой обработкой изображения** может быть недостаточной, несмотря на хорошие значения в спецификации. Рекомендуется проверять такие видеокамеры перед использованием в проекте. При проверке необходимо обращать внимание на возможное сильное снижение разрешения и размазывание движущихся объектов в условиях низкой освещённости.
Значение **IRE** при измерении чувствительности у разных видеокамер может существенно отличаться и составлять от 20-50 для обычного усиления АРУ (Normal AGC, Standard AGC) до 90-100 для повышенного усиления АРУ (HI AGC, Super AGC).

О чувствительности IP камер

Вспомним, что **максимальное время экспозиции аналоговых камер** составляет 20мс для системы PAL и 16,5 мс для NTSC. Именно для этих значений экспозиции выше приведена чувствительность простых аналоговых камер.
IP камеры при недостатке освещения автоматически включают многократно большее время экспозиции что не заметно на статических сценах, но ведёт к размытию движущихся объектов.

Чувствительность **IP камер** зависит от времени экспозиции и установленного количества пикселей изображения. Чем выше количество пикселей - тем хуже чувствительность.

Корректно измерить чувствительность современной **IP камеры** - задача не из простых. При снижении освещённости автоматически запускается шумоподавление, объединяются соседние пиксели, снижается частота кадров, многократно увеличивается экспозиция, исчезает цвет, уровень чёрного поднимается и шумы тонут в чёрном вместе с тёмными деталями изображения. При чём отключить эту автоматику невозможно.

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Если система шумоподавления не может быть отключена, то отношение сигнал/шум перестаёт быть хорошим критерием качества изображения.

В наших испытаниях от **IP камеры** с 1/4" CMOS сенсором при разрешении 640*480 и с объективом F2.0 удавалось получить изображение испытательной таблицы с отношением сигнал/шум 17Дб при освещённости 1,3лк, если камера устанавливала время экспозиции = 40мс. Увеличение времени экспозиции до 160мс увеличивало чувствительность до 0,3лк.

2х мегапиксельная **IP камера** с 1/3" CMOS сенсором при разрешении 1600*1200 и с объективом F1.2 выдавала изображение испытательной таблицы с отношением сигнал/шум 17Дб при освещённости 1,0 лк, при времени экспозиции 80мс. Увеличение времени экспозиции до 240мс увеличивало чувствительность до 0,3лк.

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Работа с программой

Попробуем смоделировать несложный пример в VideoCAD.

Прежде всего, создайте новый проект, разместите на плане камеру и несколько 3D моделей людей на разных расстояниях (**Рис. 21**). О том как это сделать см. первую часть Зона обзора видеокамеры. Геометрические параметры камеры оставим по умолчанию.

В практической работе будем двигаться в обратном направлении: от камеры к светильнику.

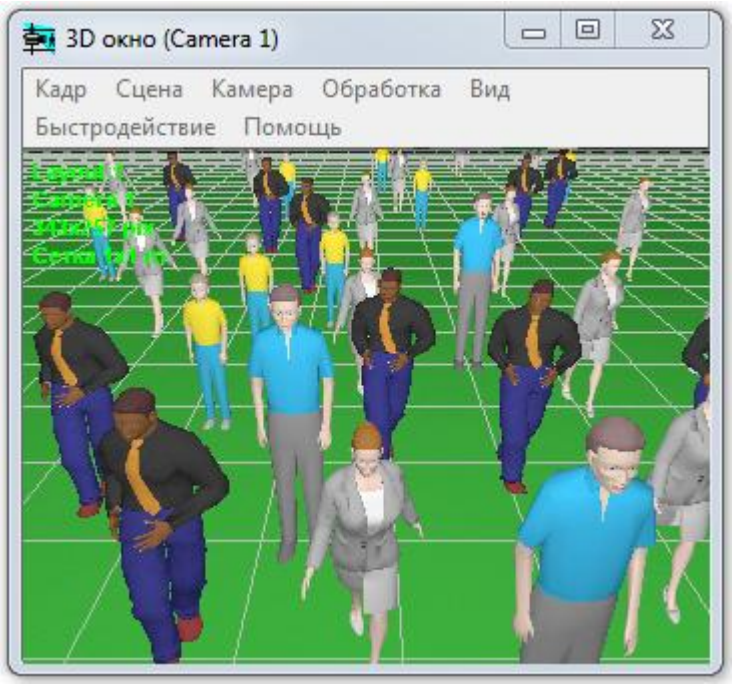

Рис 21. Исходная сцена. Моделирование освещения отключено.

Задание чувствительности камеры

Готовые модели камер

Для задания чувствительности, проще всего назначить камере модель с уже установленными параметрами. Параметры моделей камер в базе данных VideoCAD измерены практически. Вы можете вносить в базу данных свои модели камер, измерив их параметры.

Подробнее о базе данных моделей смотрите раздел: ***Интерфейс VideoCAD 7>Таблица моделей камер***.

Для назначения модели активной камере просто выберите наименование модели в окошке со списком **Модель активной камеры** на панели инструментов (**Рис. 22**).

Для назначения выбранной модели нескольким камерам, выделите нужные камеры, а затем кликните правой кнопкой мыши по окошку ***Модель активной камеры*** *и выберите* ***Назначить выделенным камерам***.

В результате назначения модели параметры камеры устанавливаются согласно параметрам модели.

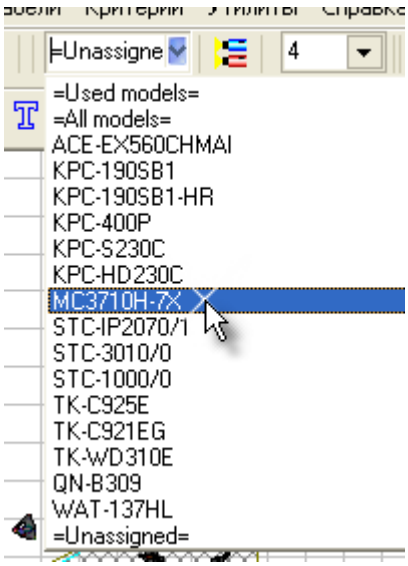

Рис 22. Назначение камере готовой модели.

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Параметры чувствительности

Можно не назначать модель, а установить параметры чувствительности по отдельности. Для этого кликните по кнопке **Чувствительность и разрешение** на Панели инструментов. Появится окно **Чувствительность и разрешение** (**Рис. 25**).

Параметры разрешения *рассмотрены в третьей части статьи Трёхмерное моделирование в VideoCAD.*

*Если камере **назначена модель**, то параметры в этом окне установлены согласно параметрам модели и заблокированы от изменения. Чтобы разблокировать параметры, отмените назначение модели. Отменить назначение модели можно выбрав **=Unassigned=** в окошке **Модель активной камеры** или кликнув по этому окошку правой кнопкой мыши и выбрав **Отключить модель от камеры** (**Рис. 23**).*

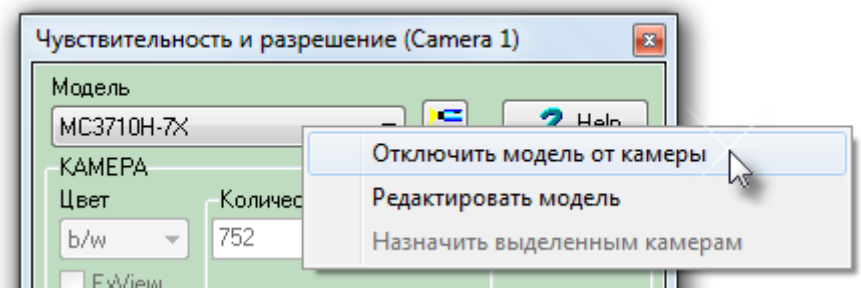

Рис 23. Отключение модели от камеры.

Камера

Смоделируем реальную камеру с измеренными заранее параметрами, например **PELCO MC3710H-7X**. (**Рис. 24**).

Рис 24. Камера PELCO MC3710H-7X.

Производитель приводит значение чувствительности – **0,07лк** при **40IRE** с объективом **F1.2**. Отношение сигнал/шум не указано.
Максимальное время экспозиции **1/50с**. Камера чёрно-белая, с видеосенсором SONY Super HAD™ CCD.

По результатам измерений с объективом **F1.2**, чувствительность равна **0,07 люкс** при отношении сигнал/шум =**17дБ** и **38IRE**.
Результаты практических измерений совпадают со спецификацией.

*Ниже кратко описаны лишь основные параметры. Подробнее об этих и остальных параметрах см. справочную систему VideoCAD, раздел: **Интерфейс VideoCAD 7>Чувствительность и разрешение**.*

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Прежде всего выберите **Цветность**:
b/w – чёрно белая;
color – цветная;
day/night – цветная камера день/ночь с автоматическим переходом в чёрно белый режим и механически отключаемым ИК фильтром в случае недостатка освещения;
easy day/night – цветная камера день/ночь с автоматическим переходом в чёрно белый режим в случае недостатка освещения и не отключаемым ИК фильтром.
Выберем **b/w**.

ExView не отмечаем, так как в камере не используется видеосенсор SONY ExView HAD™.

Цветность камеры и параметр ExView используются при назначении цветности модели изображения и для учёта спектральной чувствительности видеосенсора к свету от различных источников. VideoCAD учитывает спектральную эффективность автоматически, достаточно правильно выбрать тип источника света и цветность камеры.
Подробнее о спектральной эффективности см. справочную систему, раздел: ***Интерфейс VideoCAD 7>Расчёт светильника>Коэффициент спектральной эффективности***.

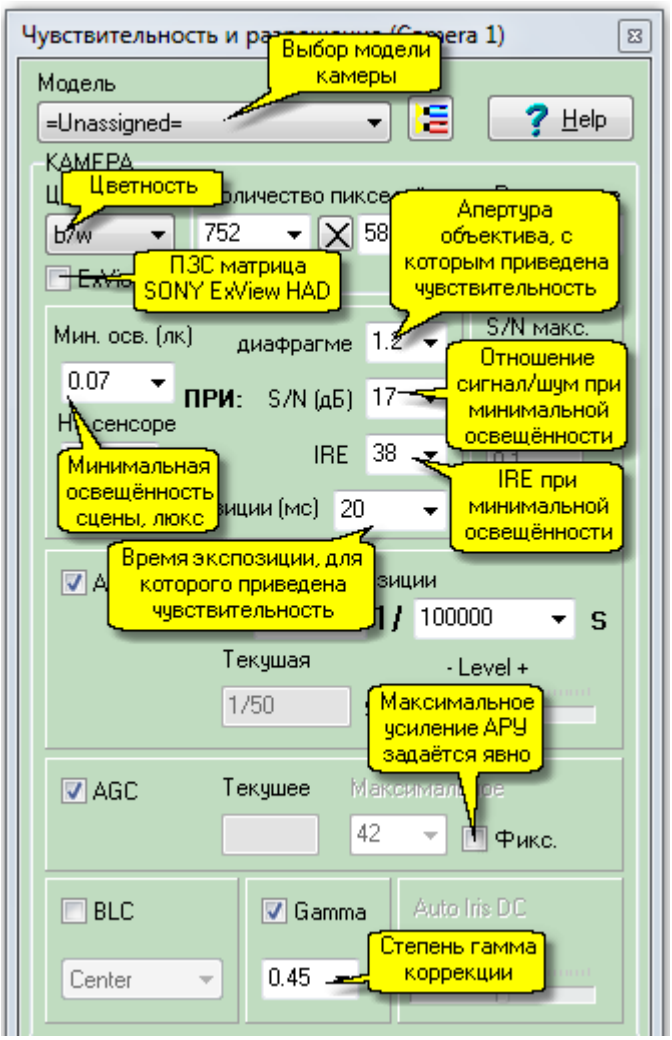

Рис 25. Окно Чувствительность и разрешение. Параметры камеры.

Задайте **минимальную освещённость сцены 0.07 люкс**.

Использовать значение из спецификации производителя можно только в случае полной уверенности. Настоятельно рекомендуется практическое измерение согласно методике в справочной системе: ***Примеры работы с VideoCAD> Пример 10 Измерение чувствительности видеокамеры.***
Если возможность практического измерения отсутствует, смотрите раздел: ***О чувствительности видеокамер***.

Задайте при какой диафрагме (апертуре), отношении сигнал/шум, IRE и экспозиции (мс) определено значение Минимальной освещенности сцены.
Выбираем **F1.2, 17дБ, 38IRE, 20мс** соответственно.

Установите **границы экспозиции** электронного затвора. Выбираем **1/50 – 1/100000с**.

Снимите отметку с окошка **Фикс.** на панели **AGC**, если оно установлено.
Максимальное усиление АРУ (AGC) будет вычисляться внутри программы из других параметров.

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

*Если максимальное усиление АРУ указано в параметрах камеры, то его можно задать явно, в окошке **Максимальное**.*

Установите степень **гамма-коррекции 0,45**.

Объектив

Пусть на нашу камеру установлен объектив с фиксированной диафрагмой и апертурой **F2.0**.

Отметим **Fixed Iris** (фиксированная диафрагма). Выберем в окошке **Максимальная диафрагма** (открытая) – **F2.0** (**Рис. 26**).

*Если диафрагма объектива может изменяться, то выберите минимальное и максимальное значение диафрагмы в окошках **Границы диафрагмы**.*

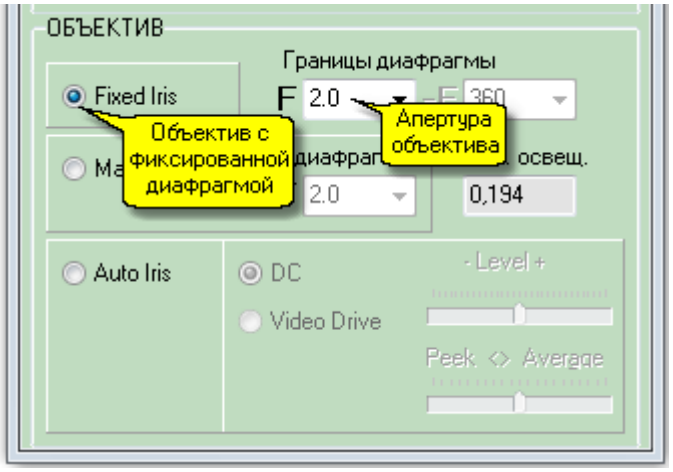

Рис 26. Окно Чувствительность и разрешение. Параметры объектива.

*В случае использования объектива с **ручной диафрагмой**, следует отметить **Manual Iris**. После чего можно менять текущее значение диафрагмы в заданных границах.*
*В случае использования объектива с **автодиафрагмой**, следует отметить **Auto Iris**. В этом случае текущая диафрагма будет вычисляться во время моделирования. Электронный затвор (**AESC**) при этом отключается.*
*Можно выбрать тип автодиафрагмы, в случае **Video Drive** становятся доступны регуляторы **Level** и **ALC**, как на реальных объективах.*

Параметры чувствительности назначены. Закройте окно **Чувствительность и разрешение** кликом по верхнему правому углу окна и согласитесь с сохранением изменений.

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Сцена

Откройте **3D окно** кликом по кнопке **3D окно** .
Кликните правой кнопкой мыши по изображению в 3D окне – появится **Панель параметров изображения**.
Переключитесь на вкладку **Сцена** (**Рис. 27**).

Снимите отметку с окошка **Согласно параметров камеры**, если она установлена.

На вкладке **Сцена** имеются 2 дополнительные вкладки **День** и **Ночь**. Для каждой камеры можно задавать разные наборы параметров сцены для дневного и ночного времени.
Переключитесь на вкладку **Ночь**. Изображение в **3D окне** обновится согласно параметрам ночного времени.

Параметры сцены включают **параметры фонового освещения** и **метеорологическую дальность видимости**.

Сверху находится окошко со списком, в котором можно выбрать положение источника (направление) фонового освещения. Выберем **Над камерой**.

Ниже находится окошко, с помощью которого можно **включать и выключать моделирование освещения** для активной камеры. Попробуйте отключить и включить моделирование.

При включенном моделировании освещения при создании 3D изображения учитывается фоновое освещение сцены и параметры чувствительности камеры. Время создания изображения значительно возрастает.

Ниже находится окошко со списком, в котором можно выбрать **тип источника фонового света**. Исходя из выбранного типа источника, VideoCAD использует в расчётах **спектральную эффективность излучения** для разных типов видеосенсоров.
Выберите в этом окошке **Небо**.

*VideoCAD учитывает спектральную эффективность автоматически, достаточно правильно выбрать **тип источника света** и **цветность камеры**. Цветность камеры мы определили выше, в окне **Чувствительность и разрешение**, в окошке **Цвет**. Спектральная эффективность учитывается также при моделировании светильников.*

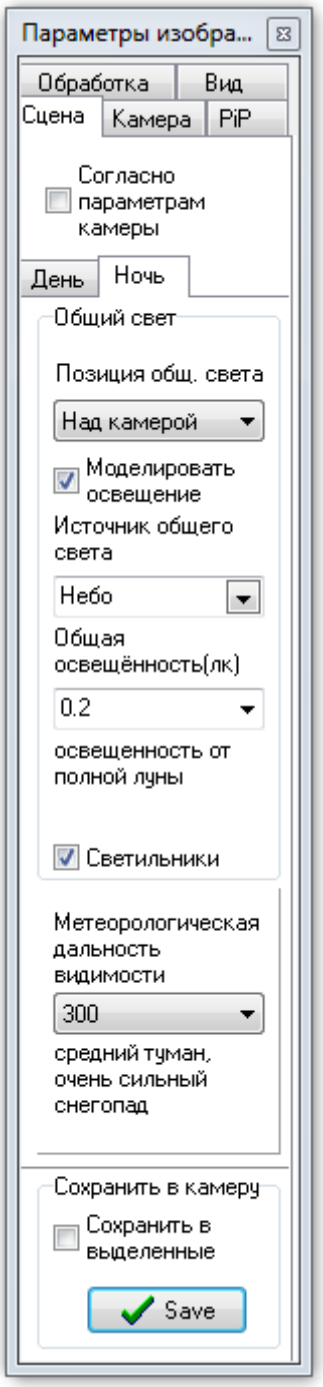

Рис 27. Панель параметров изображения. Вкладка Сцена.

Ниже находится окошко со списком, в котором устанавливается **фоновая освещённость сцены**, в люксах.
Выберите **0,2 люкс**, что соответствует освещённости от полной луны.

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

*Значение в этом окошке соответствует показанию **люксомера**. Спектр фонового света учитывается через **тип источника фонового света**.*

***Вид сетки в 3D окне** не зависит от освещённости. Для правильной оценки изображения рекомендуется отключить сетку. Отключить сетку одновременно в **3D окне** и в **Графическом окне** можно кнопкой на **Панели инструментов Графического окна**. Отключить сетку только в **3D окне** можно на вкладке **Вид Панели параметров изображения**.*

Окошко **Светильники** позволяет включать моделирование размещённых на сцене светильников. Светильников на сцене пока нет, поэтому состояние этого окошке не имеет значения. Далее мы разместим светильник, поэтому отметьте это окошко заранее.

Окошко **Метеорологическая дальность видимости** позволяет моделировать ограниченную видимость из-за дождя, снега, тумана.

*Подробнее о **Метеорологической дальности видимости** см. справочную систему, раздел: **Интерфейс VideoCAD 7>3D окно>Панель параметров изображения>Сцена**.*

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Модель изображения сцены при фоновой освещённости

После задания всех параметров, в **3D окне** мы увидим модель изображения от камеры **MC3710H-7X** с объективом **F2.0** при заданной освещённости сцены **0.2лк** (**Рис. 28**).

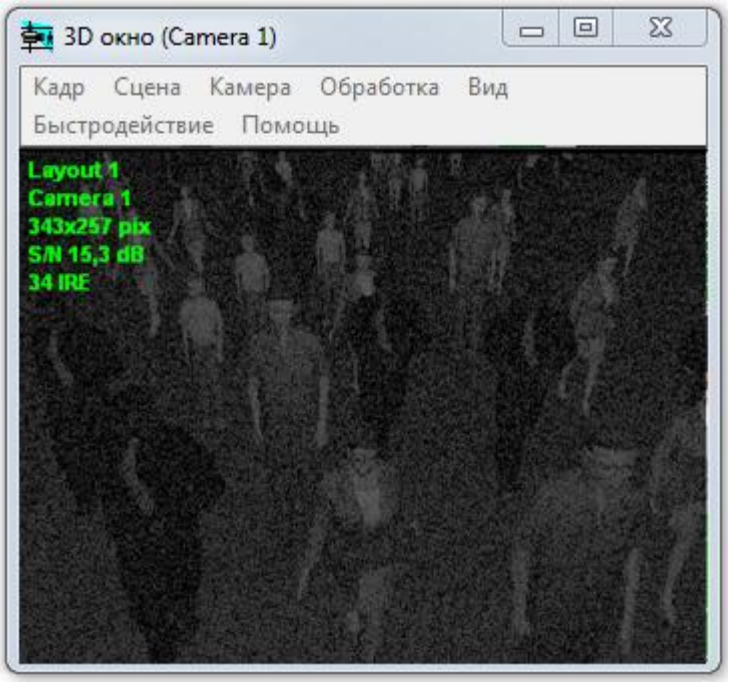

Рис 28. Изображение от камеры с объективом F2.0 при фоновой освещённости 0,2лк.

Попробуйте поменять параметры фоновой освещённости на вкладке Сцена, чтобы увидеть как они влияют на изображение.
Затем откройте окно Чувствительность и разрешение и смените объектив **F2.0** на более светосильный, **F0.8**.
В результате изображение изменится (**Рис. 29**).

Верните значения параметров к ранее установленным значениям и вернитесь к изображению на **Рис. 28**.

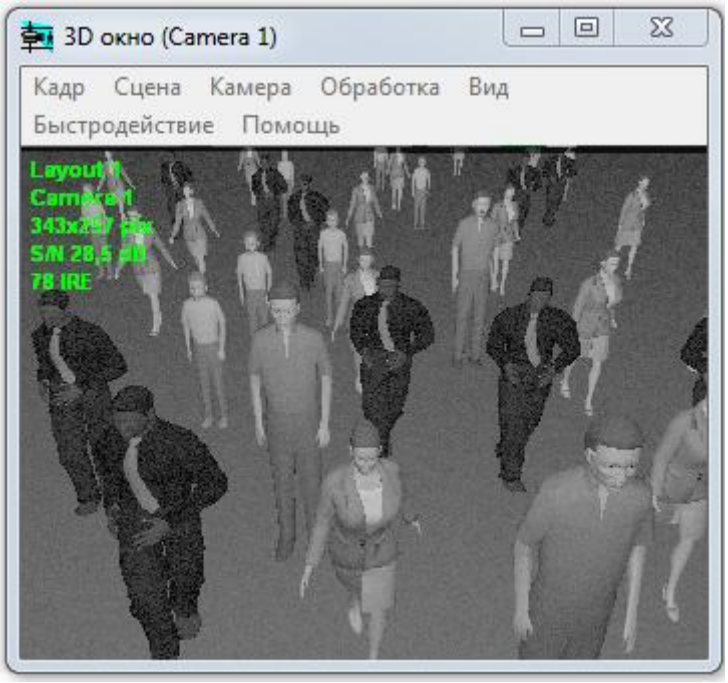

Рис 29. Изображение от камеры с объективом F0.8 при фоновой освещённости 0,2лк.

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Светильник

Параметры светильника

Разместим на сцене реальную модель светильника **OSRAM LUM HALOSTAR® 1000**.

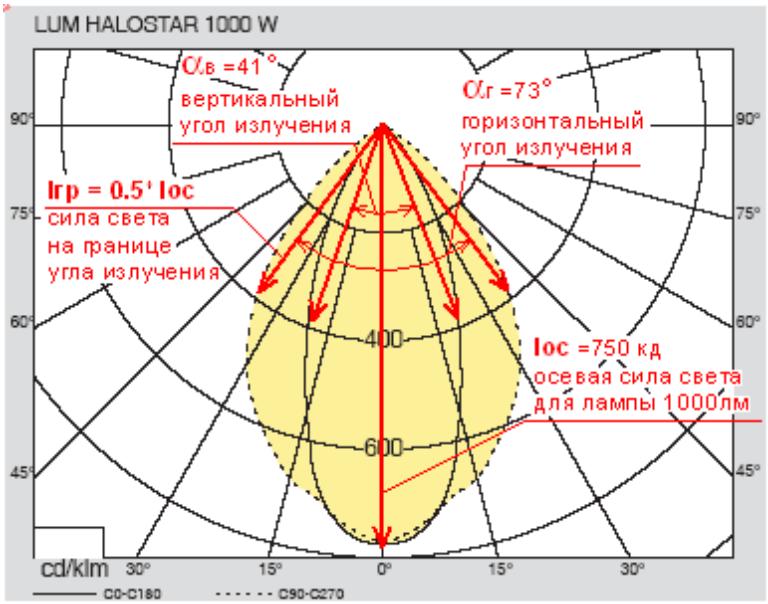

Рис 30. Внешний вид и Кривые силы света (КСС) светильника OSRAM LUM HALOSTAR® 1000

Из КСС следует, что распределение силы света **не круглосимметрично**. Горизонтальный угол больше вертикального. Это несколько усложняет задачу.
VideoCAD позволяет точно моделировать одной моделью лишь круглосимметричные распределения силы света.
Сложные распределения можно смоделировать несколькими моделями либо принять упрощения, в зависимости от условий задачи. На практике упрощения вполне допустимы.

Из КСС определим **Углы излучения** (полные двойные углы) по падению силы света на **50% (Рис 30)**:
в горизонтальной плоскости – **73 градуса;**
в вертикальной плоскости – **41 градус;**
средний угол – (73+41)/2=**57 градусов**.

Определим **Осевую силу света** светильника.
Из КСС следует, что осевая сила света составляет **750 кандел** для лампы со световым потоком 1000лм. В светильнике используется галогенная лампа **OSRAM HALOLINE® 1000 Вт**.
Полный световой поток лампы **22000лм**.
Таким образом, **осевая сила света** этого светильника с лампой OSRAM HALOLINE® 1000 Вт составит 750кд/1000лм*22000лм=**16500кд**.

При упрощениях модели необходимо сохранять вычисленную силу света.

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Моделирование светильника

Создайте светильник, для этого кликните по кнопке **Светильник** на Панели инструментов,

Появится окно **Расчёт светильника**, в котором необходимо задать известные нам параметры создаваемого светильника (**Рис 31**).

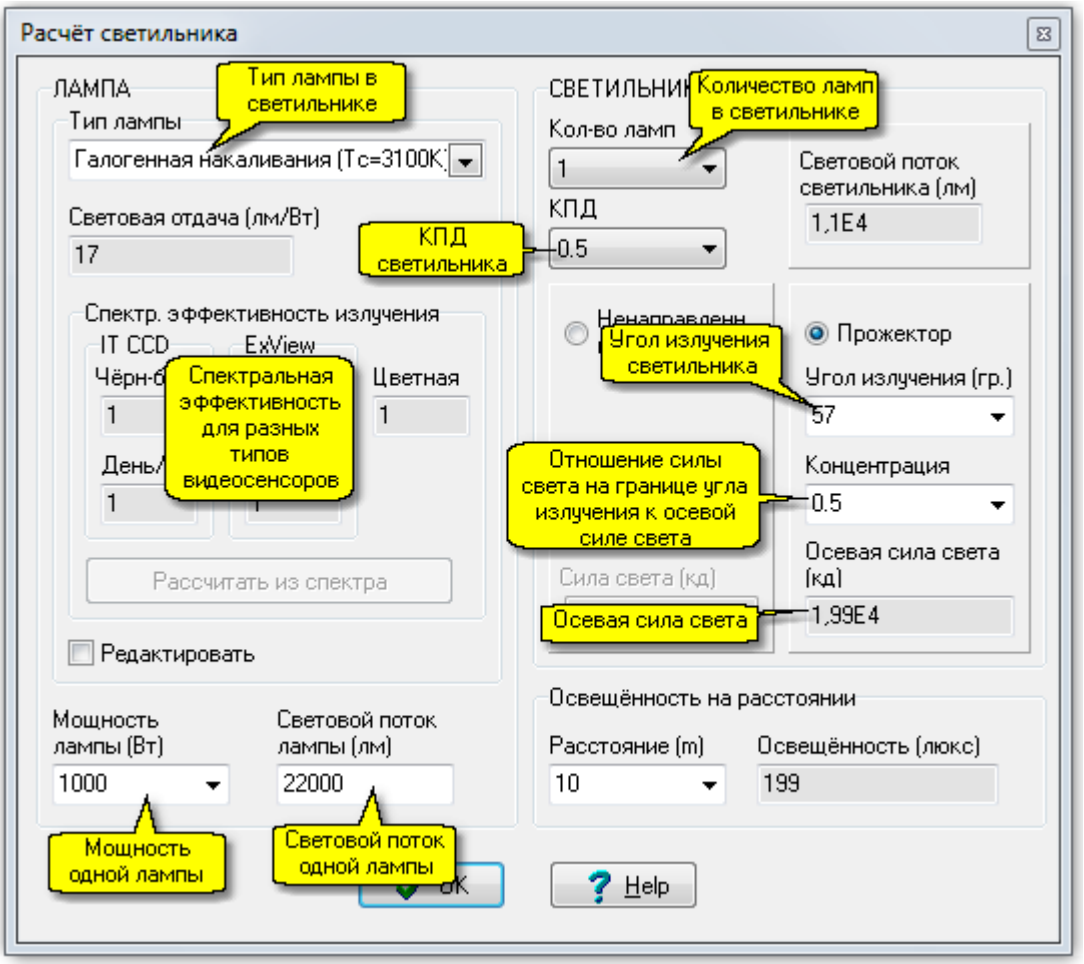

Рис 31. Окно Расчёт светильника.

Окно разбито на 2 половины. В левой половине находятся **параметры лампы**, в правой половине – **параметры светильника**. Начинать задавать параметры надо с левого верхнего угла. После задания параметров лампы необходимо задать параметры светильника в правой части окна также сверху вниз.

Прежде всего надо выбрать **тип лампы**, используемой в светильнике. Исходя из выбранного типа лампы, VideoCAD использует в расчётах приблизительную **световую отдачу** этого типа лампы и **спектральную эффективность излучения** для разных типов видеосенсоров.

*В окошке выбора типа лампы можно выбрать **ИК светодиод** известной длины волны для моделирования инфракрасного осветителя.*
*Подробнее о моделировании ИК осветителей см. справочную систему, раздел: **Интерфейс VideoCAD 7>Расчёт светильника>Инфракрасные светильники**.*

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Выберем **Галогенную лампу накаливания**.

Ниже расположены недоступные по умолчанию окошки серого цвета, в которых отображается **средняя световая отдача** и **коэффициенты спектральной эффективности** для выбранного типа лампы. Без необходимости менять эти коэффициенты не следует.

Подробнее о спектральной эффективности, способах её вычисления и практического измерения см. справочную систему, разделы: ***Интерфейс VideoCAD 7>Расчёт светильника>Спектральная эффективность, Примеры работы с VideoCAD>Пример 16. Измерение спектральной эффективности источника света.***

После задания типа лампы необходимо задать её **мощность** в ваттах, в окошке **Мощность лампы**. В нашем светильнике используется лампа мощностью **1000 Ватт**.

Слева, в окошке **Световой поток** появится вычисленное значение полного светового потока лампы исходя из средней **световой отдачи** выбранного типа ламп. Вычисленное значение **17000 лм.**
Световая отдача зависит от мощности лампы. В нашем светильнике используется мощная лампа со световой отдачей, больше чем средняя световая отдача у галогенных ламп. Поэтому исправим полный световой поток на значение из спецификации лампы - **22000лм**.

Параметры лампы заданы, перейдём к правой половине окна и зададим **параметры светильника**.

Прежде всего зададим количество ламп в светильнике в окошке **Количество ламп**. В светильнике устанавливается одна лампа.

КПД в параметрах светильника не приводится. Для светильника со средним углом излучения **57 градусов** предварительно зададим **КПД =0.5**.
Рекомендации по выбору КПД, см. справочную систему, раздел: ***Интерфейс VideoCAD 7>Расчёт светильника>Светильник.***
.
Справа в окошке **Световой поток светильника (лм)** отобразится вычисленное значение полного светового потока светильника **-11000 люмен**.

Затем нам необходимо выбрать, является ли светильник **ненаправленным источником света**, то есть распределяет световой поток с примерно одинаковой силой во всех направлениях, либо это **прожектор с ограниченным углом излучения**. Выберем: **прожектор**.

Зададим **угол излучения** (полный двойной угол при вершине светового конуса).

Так как VideoCAD позволяет точно моделировать светильники лишь с круглосимметричным распределением силы света, необходимо принять упрощение: для моделирования осевой силы света введём средний угол, полученный из КСС (см. выше) = 57 градусов.
Если же нам надо моделировать точный горизонтальный угол излучения, то в окошке Угол излучения надо задать горизонтальный угол, полученный из КСС, – 73 градуса. А затем подбором значений Концентрации и КПД добиться близкого к паспортному значения осевой силы света (16500кд).

Ниже расположено окошко **Концентрация**, в котором можно задать распределение силы света внутри конуса, ограниченного углом излучения. Значение в этом окошке представляет собой **отношение силы света на границе конуса излучения к силе света по оси конуса излучения** (**осевой силе света**). Зададим в этом окошке **0.5**, что соответствует падению силы света по границам конуса излучения на 50%.

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

*Вид распределения силы света будет отображаться в графическом окне после создания светильника, если светильник выделен (**Рис. 32**).*

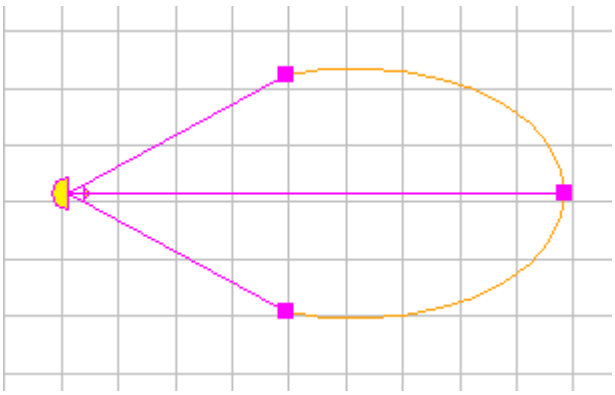

Рис 32. Вид распределения силы света выделенного светильника в Графическом окне.

Ниже отображается вычисленное значение **осевой силы света – 19900 кд**. Полученное значение несколько отличается от КСС (16500кд), так как мы принимали упрощения. Исправим **КПД** на **0,4** и получим близкое к КСС значение – **15900 кд**.

Все параметры светильника заданы.

Ниже расположены окошки, с помощью которых можно рассчитать освещённость, создаваемую этим светильником по оси излучения на заданном расстоянии. Расчёт не является обязательным и может быть выполнен для справки.
*Задав расстояние в окошке **Расстояние**, мы увидим рассчитанную освещённость на этом расстоянии в окошке **Освещённость**.*

Кликните **ОК**.

Отметьте кликом расположение светильника в **горизонтальной проекции за камерой, на расстоянии 100 метров от камеры**. Затем вторым кликом отметьте **направление оси излучения** на камеру и объекты **(Рис. 33)**.

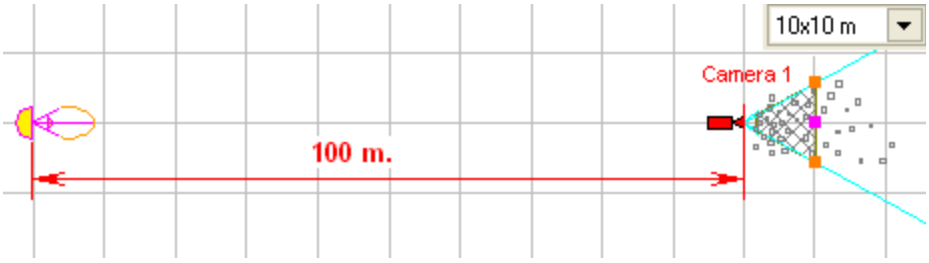

Рис 33. Положение светильника.

Задайте на **Панели параметров текущего построения высоту светильника над землёй** (**2** м.) и **угол наклона** (**0** градусов). (**Рис. 34**)

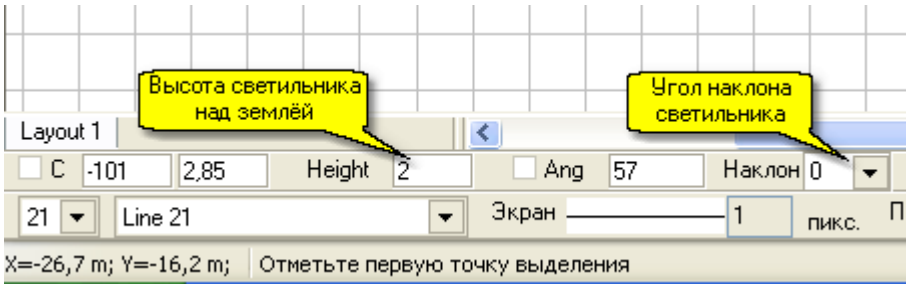

Рис 34. Задание высоты светильника над землёй и угла наклона.

Кликните третий раз в любом месте.

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

*Третьим кликом можно изменить **угол излучения** графически, если сбросить отметку в окошке **Ang** на **Панели параметров текущего построения**. Но в большинстве случаев менять ранее заданный угол не следует.*

Модель светильника в 3D пространстве создана. Освещённость любого объекта в пределах области, освещаемой светильником, будет моделироваться в VideoCAD.

*Для редактирования созданного светильника кликните двойным кликом по его значку на плане. Для вызова окна **Расчёт светильника** кликните по кнопке **Расчёт светильника** на появившейся **Панели параметров текущего построения**.*

*На **Панели параметров текущего построения** можно включать и выключать светильник, задавать долю рассеянного по сцене света для приблизительного учёта отражённого света. Можно переключить тип светильника на виртуальный. Виртуальные светильники используются для моделирования неравномерного распределения освещённости сцены или удалённых источников света, параметры которых неизвестны, а известна лишь создаваемая ими освещённость.*
*Подробнее о параметрах светильника на **Панели параметров текущего построения** см. справочную систему, раздел: **Интерфейс VideoCAD 7>Графическое окно>Всплывающие панели>Панель параметров текущего построения>Светильник**.*

*Для создания **нескольких одинаковых светильников** копируйте созданный светильник.*

*Выделенные светильники можно **включать и выключать одновременно**, с помощью контекстного меню, появляющегося в результате клика правой кнопкой мыши в Графическом окне.*
*Включение и выключение светильников относится только к активной камере. Следует включать и выключать необходимые светильники отдельно для каждой камеры. Для каждой камеры может быть включено **не более 7 светильников одновременно**.*

Модель изображения сцены при включённом светильнике

Откройте **3D окно** кликом по кнопке **3D окно**.

Кликните правой кнопкой мыши по изображению в **3D окне** – появится **Панель параметров изображения** (**Рис. 27**).

Переключитесь на вкладку **Сцена**. Снимите отметку с окошка **Согласно параметров камеры**, если она установлена.

На вкладке **Сцена** переключитесь на вкладку **Ночь**. Отметьте окошки **Моделировать освещение** и **Светильники**.
В **3D окне** вы увидите модель изображения (**Рис. 35**).

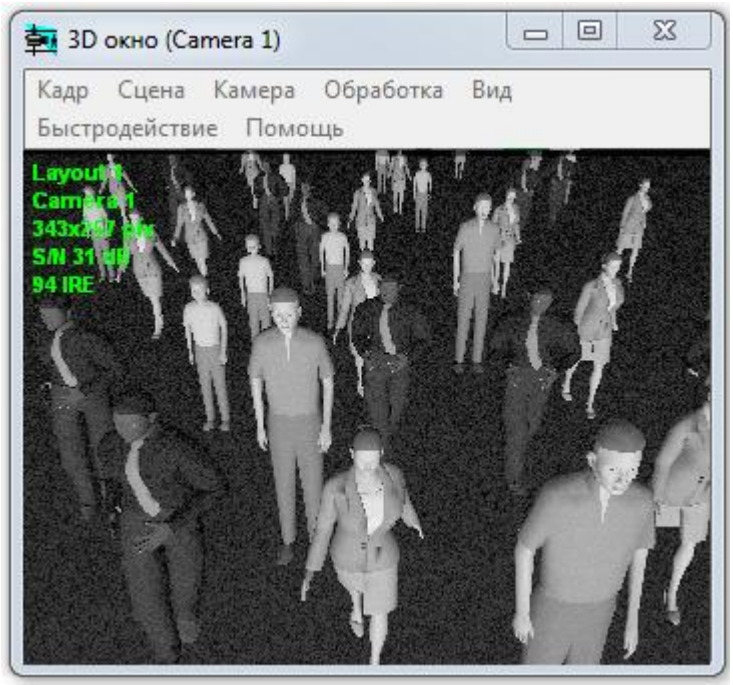

Рис 35. Изображение от камеры при фоновой освещённости 0,2лк + освещённости от светильника, расположенного на расстоянии 100 м за камерой.

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Попробуйте расположить светильник рядом с камерой.
Перепад освещённости на сцене станет слишком большим, на изображении появятся области ограничения (**Рис. 36**).

Из этого примера становится понятно важность равномерности освещённости сцены. Расположение мощных светильников рядом с камерами зачастую является неудачным решением.

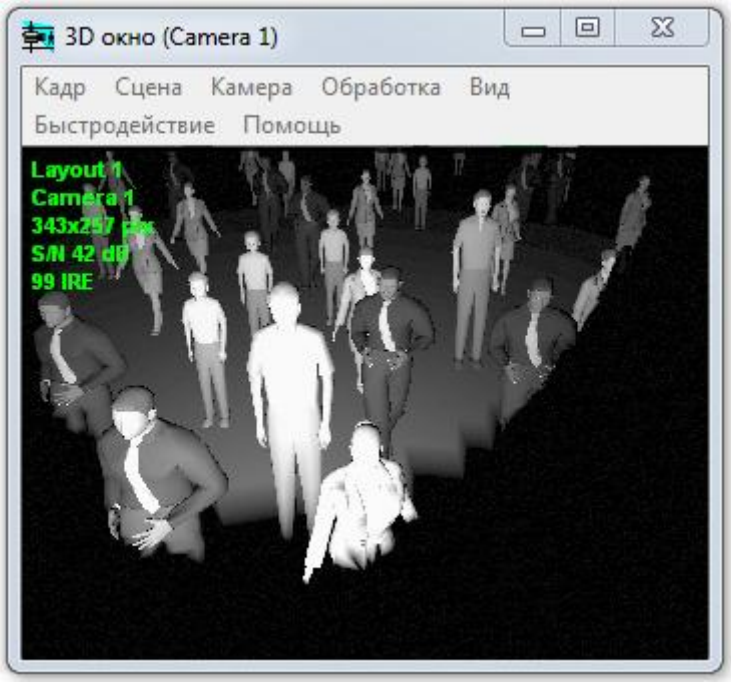

Рис 36. Изображение от камеры при фоновой освещённости 0,2лк + освещённости от светильника, расположенного рядом с камерой.

Коэффициенты обслуживания

КПД светильников и чувствительность камер имеет разброс относительно справочных данных. Световой поток светильников зависит от питающего напряжения, которое может быть нестабильно. Параметры светильников и камер ухудшаются в процессе эксплуатации. Поэтому в реальных проектах необходимо заложить запас в зависимости от загрязнённости окружающей среды и периодичности обслуживания, согласно стандарту **CIE 97**.

Подробнее о коэффициентах см. справочную систему, раздел: ***Интерфейс VideoCAD 7>Окно настроек>3D моделирование.***

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

Практические советы

Прежде всего, необходимо определить, нужно ли дополнительного освещения. Для принятия решения необходимо измерить освещённость на объекте с помощью люксомера, а затем смоделировать измеренную освещённость как фоновую и получить модели изображений от используемых в проекте моделей камер.

Освещённость следует замерять в наихудших условиях: пасмурной осенней ночью. В качестве цели при моделировании используйте контрастные и малоконтрастные 3D модели.

Если качество изображений неудовлетворительное, прежде всего, попробуйте использовать более чувствительные модели камер или более светосильные объективы для получения необходимого качества. Измерение освещённости и выбор моделей камер необходимо производить для каждой камеры отдельно. Таким образом можно обоснованно выбрать требуемые модели камер и объективов.

См. также справочную систему, раздел: ***Примеры работы с VideoCAD>Выбор модели видеокамеры по известной освещённости сцены.***

Если же получить изображения требуемого качества не удаётся, то дополнительное освещение необходимо.

Выше было упомянуто, что освещённость сцены включает:

- **фоновую освещённость**, создаваемую небом, уличным освещением или другими источниками света;
- **прямую освещённость** от источников света с известными параметрами;
- **рассеянную освещённость**, обусловленную переотражённым от окружающих предметов светом.

Доля рассеянного света велика в закрытых помещениях. На открытых пространствах доля рассеянного света намного меньше и мы можем ею пренебречь. Рассеянный свет в этом случае будет являться дополнительным запасом в расчётах.
В VideoCAD мы можем достаточно точно рассчитать и смоделировать прямую освещённость от источников света, зная их параметры. Фоновую и рассеянную освещённость мы рассчитать не можем, но можем ее измерить практически, а затем смоделировать в VideoCAD.

Освещённость с учётом рассеянного света можно приблизительно рассчитать по светотехническим методикам или с помощью специализированных светотехнических программ, например ***DIALux.***
Необходимо помнить, что фоновая и рассеянная освещённость могут изменяться в широких пределах, они зависят от времени года, погоды, свойств и расположения окружающих предметов.
Фоновая освещённость зависит также от работоспособности сторонних источников света.

Рассмотрим несколько практических случаев:

1. Система искусственного освещения на объекте наблюдения уже имеется и модернизация её не планируется. Задача проектирования системы видеонаблюдения с учётом освещения сводится к выбору камер и их размещению. В этом случае достаточно измерить освещённость сцены для каждой камеры и моделировать её в VideoCAD как фоновую освещённость. Для моделирования перепадов освещённости может потребоваться смоделировать расположение и параметры имеющихся источников света. В случае, если

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus

имеются большие перепады освещённости, можно использовать виртуальные светильники для их моделирования.

2. Объект наблюдения представляет собой открытое пространство. Необходимо спроектировать систему видеонаблюдения и искусственное освещение. Доля рассеянного света на открытом пространстве невелика. Мы можем использовать модели светильников в VideoCAD для комплексного проектирования системы видеонаблюдения. Если допускается учёт фонового освещения, то необходимо измерить его отдельно для каждой камеры. VideoCAD удобен для решения подобных задач.

3. Объект наблюдения представляет собой закрытое помещение. Необходимо спроектировать систему видеонаблюдения и систему освещения. Это более сложная задача, для решения которой требуется много исходных данных. Рекомендуется использовать дополнительную светотехническую программу для расчёта освещённости. Используя результаты расчёта освещённости светотехнической программой, свести этот случай к первому случаю.

Начало:

Часть 1: Зона обзора видеокамеры
Часть 2: Зона обнаружения человека, зона опознавания человека, зона чтения автомобильного номера. Пространственное разрешение.
Часть 3: Трёхмерное моделирование в VideoCAD

Продолжение:

Часть 5: Видеонаблюдение за движущимися объектами

 © 2003-2011 CCTVCAD Software http://cctvcad.com/rus