

Основы работы в VideoCAD

Часть 6

Дисторсия объективов в видеонаблюдении

Редакция для VideoCAD 8 Professional

С. Уточкин

В [первой статье цикла](#) мы представляли зону обзора видеокамеры в виде пирамиды (рис 1).

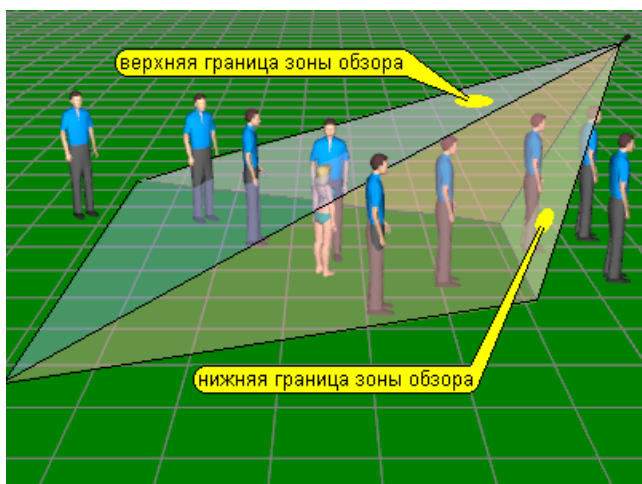


Рис. 1. Зона обзора без учета дисторсии объектива.

Такое упрощение допустимо, если требования к точности проектирования не высоки. Однако действительная форма зоны обзора может отличаться от правильной пирамиды из-за влияния дисторсии объектива. Кроме формы зоны обзора дисторсия искажает распределение пространственного разрешения (плотности пикселей), рассмотренное во [второй статье цикла](#) и форму предметов на изображении от видеокамеры.

В этой статье мы рассмотрим влияние дисторсии и познакомимся с практическим примером точного моделирования видеокамеры с короткофокусным объективом.

Содержание

Дисторсия объектива в фотографии и в видеонаблюдении	2
Дисторсия в параметрах короткофокусного (широкоугольного) объектива.....	2
Физическая природа дисторсии.....	3
Бочкообразная дисторсия.....	3
Подушкообразная дисторсия	5
Учет дисторсии в проектировании видеонаблюдения	7
Моделирование камеры с короткофокусным объективом.....	8
Параметры камеры в спецификации	8
Задание параметров камеры в VideoCAD.....	9
Моделирование проекции зоны обзора в Графическом окне	11
Моделирование распределения пространственного разрешения	11
Моделирование изображения от камеры с учетом дисторсии.....	13
Моделирование зоны обзора в окне 3D Мир.....	14
Заключение	14

Дисторсия объектива в фотографии и в видеонаблюдении

Влияние дисторсии объективов на изображения хорошо известно в фотографии. Из-за дисторсии прямые линии на сцене превращаются в кривые на изображении, а прямоугольные объекты становятся похожими на бочки или подушки (рис.2, рис.3).

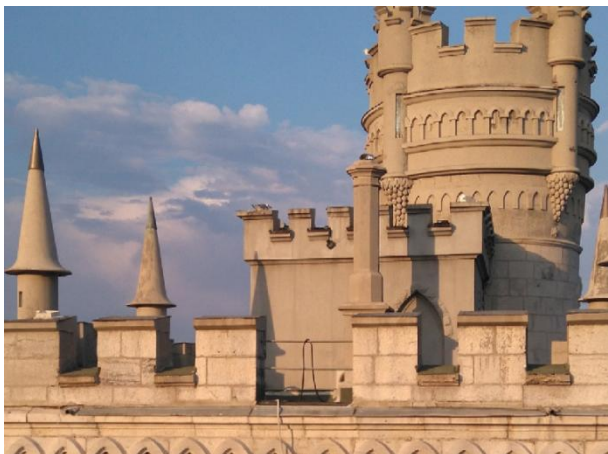


Рис. 2. Дисторсия отсутствует



Рис. 3. Есть бочкообразная дисторсия

В большинстве случаев такие искажения изображения не приводят к значительной потере его информативности, в тоже время учет дисторсии довольно сложен. Поэтому при проектировании видеонаблюдения влиянием дисторсии обычно пренебрегают.

Однако под влиянием дисторсии искажается не только само изображение, но и углы обзора, форма зоны обзора и распределение пространственного разрешения (плотности пикселей). Эти параметры не важны в фотографии, поэтому влияние на них дисторсии обычно не упоминается. Но данные параметры важны при проектировании видеонаблюдения.

Под влиянием дисторсии поле зрения перестает быть прямоугольным, а фактические углы обзора по горизонтали, вертикали и диагонали могут значительно отличаться от углов, рассчитанных исходя из размеров видеосенсора и фокусного расстояния объектива.

Дисторсия в параметрах короткофокусного (широкоугольного) объектива

Например, рассмотрим спецификацию типичного короткофокусного объектива **T2314FICS-3** (Computar):

Model No.	T2314FICS-3		Effective	Front	Ø22.8mm
Focal Length	2.3mm		Lens Aperture	Rear	Ø7.0mm
Max. Aperture Ratio	1:1.4		Back Focal Length	7.1mm	
Max. Image Format	4.8mm x 3.6mm(Ø6mm)		Flange Back Length	12.5mm	
Operation Range	Iris	F1.4 - F16C	Mount	CS-Mount	
	Focus	0.2m - Inf.	Filter Size	—	
Control	Iris	Manual	Dimensions	Ø34.5mm x 35.4mm	
	Focus	Manual	Weight	43g	
Object Dimension at M.O.D.	60.8cm x 37.5cm				
Angle of View	D	1/3 type	1/4 type	106.7°	
	H			86.3°	
	V			65.3°	
Operating Temperature	-20°C - +50°C				

Рис. 4. Параметры короткофокусного объектива.

При фокусном расстоянии 2,3мм и размере видеосенсора 1/3" фактический горизонтальный угол обзора составляет **113,3°**, а вертикальный - **86,3°**. Расчет же показывает меньшие значения углов обзора - **92,4°** и **76,1°**.

Форма зоны обзора камеры с таким объективом отличается от классической пирамиды (**рис. 10**) и поэтому не может быть точно рассчитана калькуляторами объективов или смоделирована обычными программами проектирования. Причиной искажения зоны обзора является дисторсия объектива.

Физическая природа дисторсии

Оптическим увеличением объектива называется отношение размеров изображения некоторого предмета, проецируемого объективом на видеосенсоре к истинным размерам этого предмета. Если *оптическое увеличение* постоянно по всему полю зрения, то на видеосенсоре мы получим проекцию реальных предметов без искажений их формы.

Дисторсия проявляется тогда, когда *оптическое увеличение* реального объектива не является постоянной величиной по всему полю зрения, а изменяется в зависимости от расстояния от центра поля зрения к его краям.

В зависимости от того, уменьшается или увеличивается оптическое увеличение объектива при удалении от центра поля зрения, различают *бочкообразную* и *подушкообразную* дисторсию.

Традиционно из фотографии, название «*бочка*» и «*подушка*» связано с искажением сетчатого поля на *изображении*. При этом форма *поля зрения* изменяется противоположно названию.

Так, при *бочкообразной* дисторсии изображение напоминает *бочку* (**рис. 6**), а форма поля зрения – *подушку* (**рис. 8**). При *подушкообразной* дисторсии изображение напоминает *подушку* (**рис. 16**), а форма поля зрения – *бочку* (**рис. 18**).

Дисторсию объектива не следует путать с искажением перспективы (**рис. 11**), которое является естественным на всех изображениях, полученных с помощью широкоугольных объективов. В отличие от дисторсии, искажение перспективы не нарушает пирамидальную форму зоны обзора и распределение пространственного разрешения.

Бочкообразная дисторсия

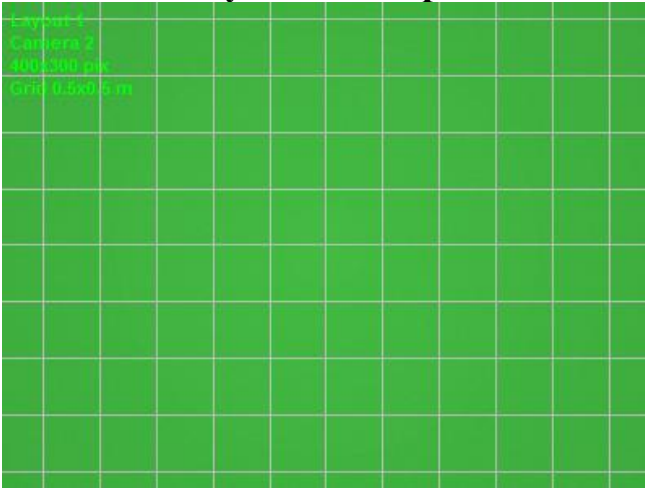
Если при удалении от центра *поля зрения* оптическое увеличение *уменьшается*, то на изображении объекты по краям поля зрения выглядят сжатыми, *пространственное разрешение* уменьшается от центра к краям, а само поле зрения камеры растягивается к краям. *Фактические углы обзора* в этом случае больше расчетных (**рис. 7,8**).

Такая дисторсия называется *бочкообразной*. Бочкообразная дисторсия наиболее распространена и характерна для широкоугольных объективов.

В частности, рассмотренный выше объектив обладает именно бочкообразной дисторсией. Рассмотрим модели изображений от этого объектива, модели поля зрения, зоны обзора, проекций зоны обзора, построенные с учетом и без учета дисторсии. Положение камеры в обоих случаях неизменно (**рис. 5..14**). На рисунках слева показаны модели, построенные без учета дисторсии, а на рисунках справа - модели с учетом дисторсии.

Обратите внимание на искажение распределения пространственного разрешения (**рис. 8**). Бочкообразная дисторсия увеличивает поле зрения, но уменьшает пространственное разрешение, чем дальше от центра поля зрения, тем сильнее. Предметы удаленные от центра поля зрения будут отображаться с меньшим разрешением, чем предметы в центре поля зрения. Поскольку калькуляторы объективов считают пространственное разрешение только в центре, фактическое пространственное разрешение на большей части поля зрения будет хуже расчетного.

Без учета дисторсии



С учетом бочкообразной дисторсии

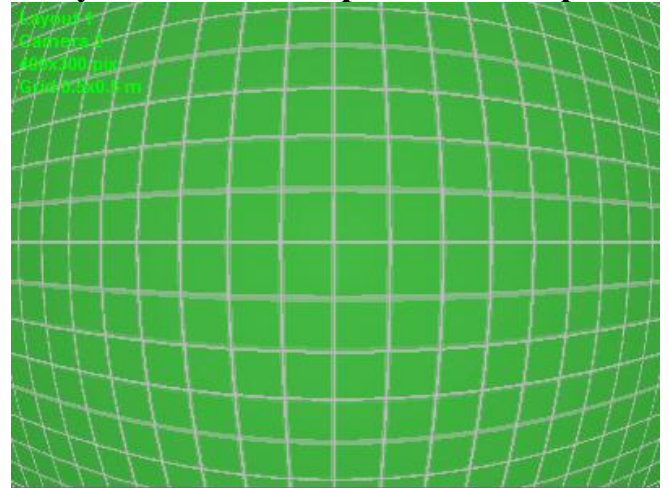


Рис. 5,6. Вид сетчатого поля. С бочкообразной дисторсией сетчатое поле напоминает бочку.

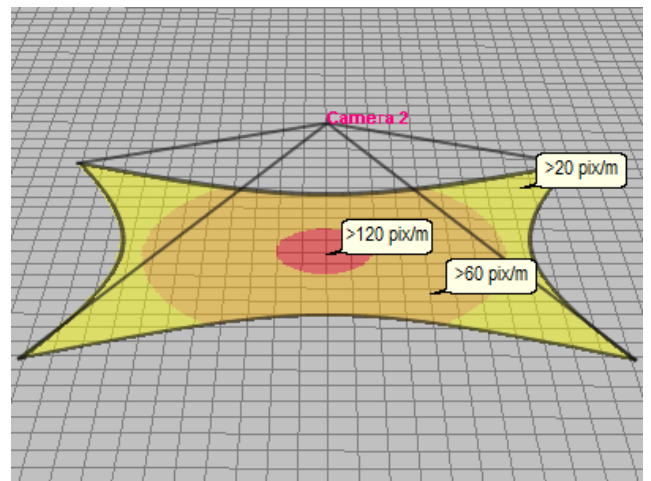
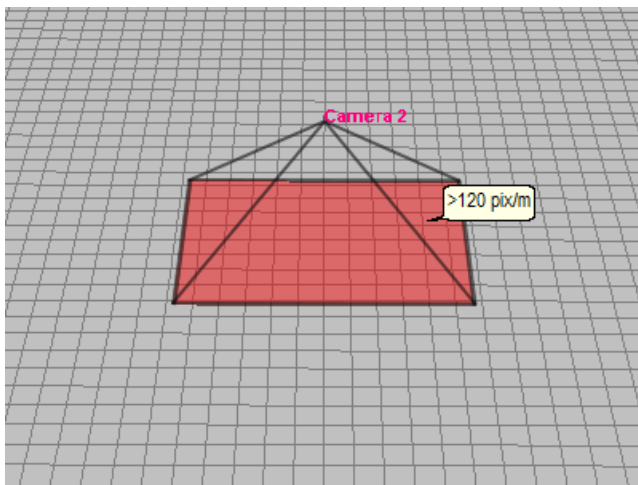


Рис. 7,8. Поле зрения камеры. С бочкообразной дисторсией поле зрения напоминает подушку. Пространственное разрешение ухудшается от центра к краям поля зрения.

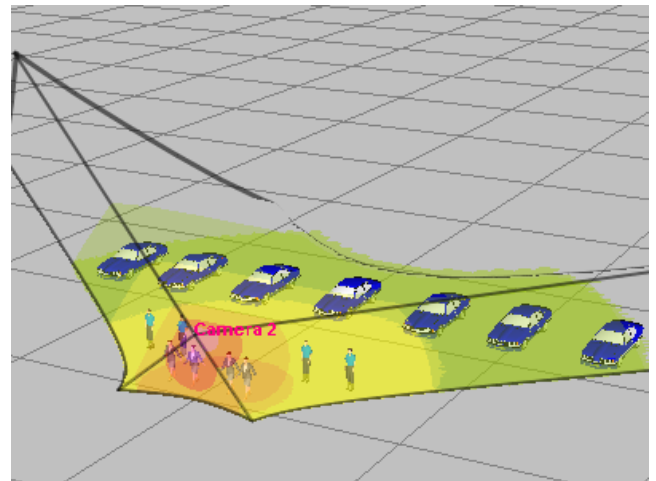
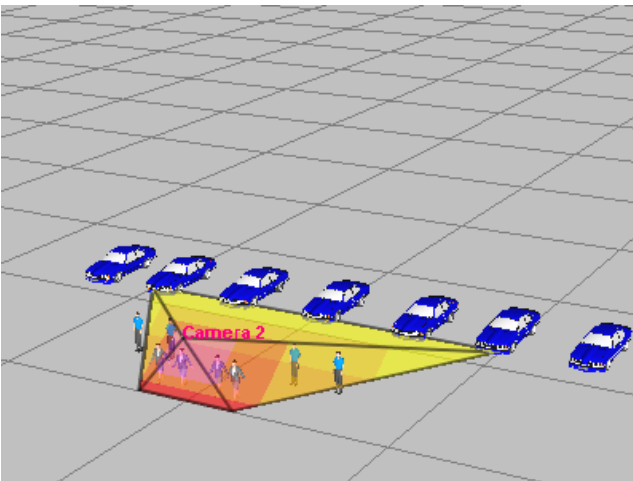


Рис. 9,10. Зона обзора и модель сцены в 3D.

Без учета дисторсии



С учетом бочкообразной дисторсии

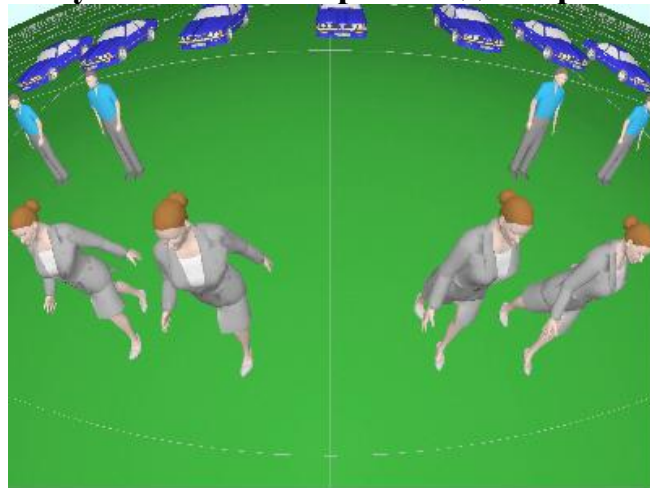


Рис. 11,12. Модель изображения от камеры. Наклон мужчин в верхних углах рис.11 без дисторсии является искажением перспективы, естественным для любого широкоугольного объектива.

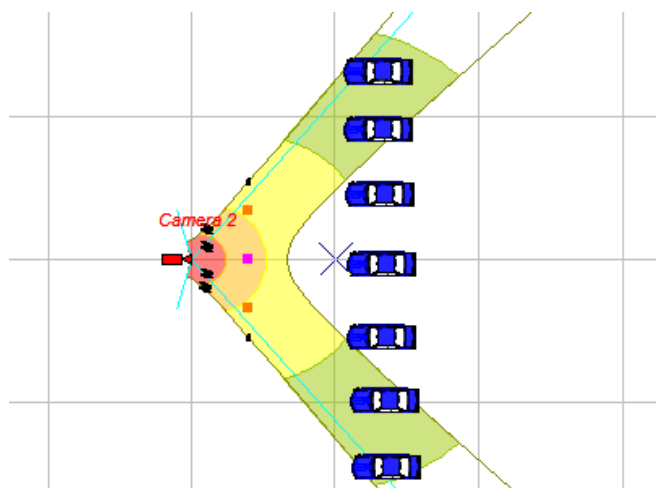
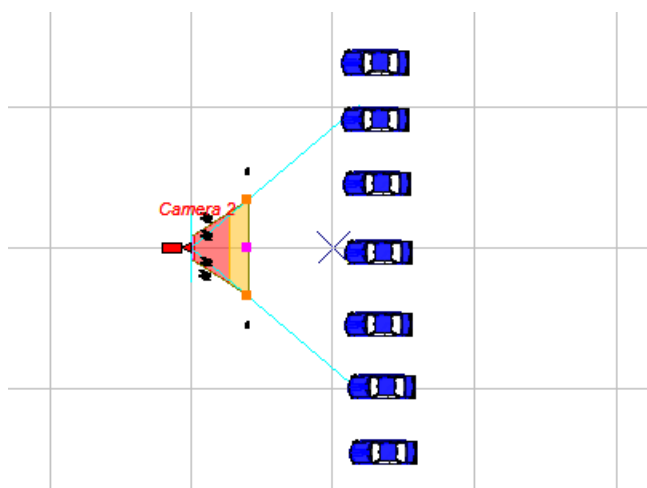


Рис. 13,14. Проекция зоны обзора в 2D.

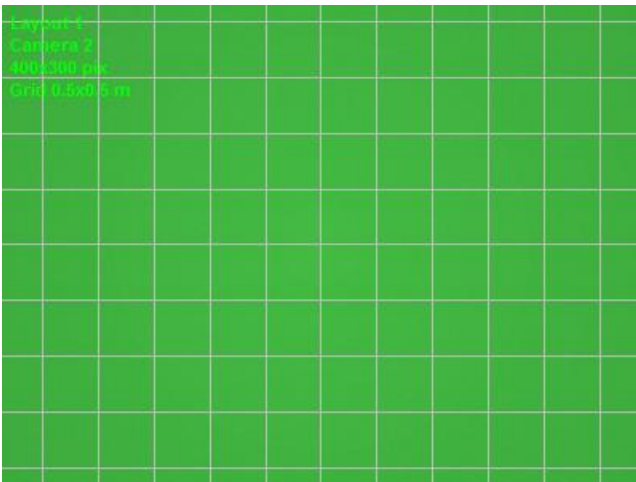
Подушкообразная дисторсия

Если при удалении от центра поля зрения оптическое увеличение *увеличивается*, то объекты на изображении по краям поля зрения выглядят растянутыми, пространственное разрешение увеличивается от центра к краям, а само поле зрения камеры сжимается. Фактические углы обзора в этом случае меньше расчетных (рис. 17,18).. Такая дисторсия называется *подушкообразной*. Подушкообразная дисторсия меньше распространена и может встречаться у телеобъективов.

Рассмотрим модели, построенные с учетом и без учета подушкообразной дисторсии. Модели приведены для иллюстрации искажений вносимых подушкообразной дисторсией и не связаны с определенной моделью объектива. Положение камеры в обоих случаях неизменно (рис. 15..24).

Обратите внимание на искажение распределения пространственного разрешения (рис.18). Подушкообразная дисторсия уменьшает поле зрения, но увеличивает пространственное разрешение, чем дальше от центра поля зрения, тем сильнее.

Без учета дисторсии



С учетом подушкообразной дисторсии

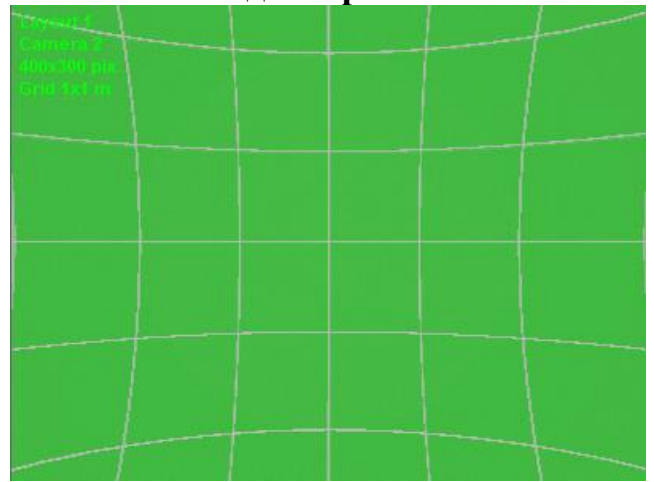


Рис. 15,16. Вид сетчатого поля. С подушкообразной дисторсией сетчатое поле напоминает подушку.

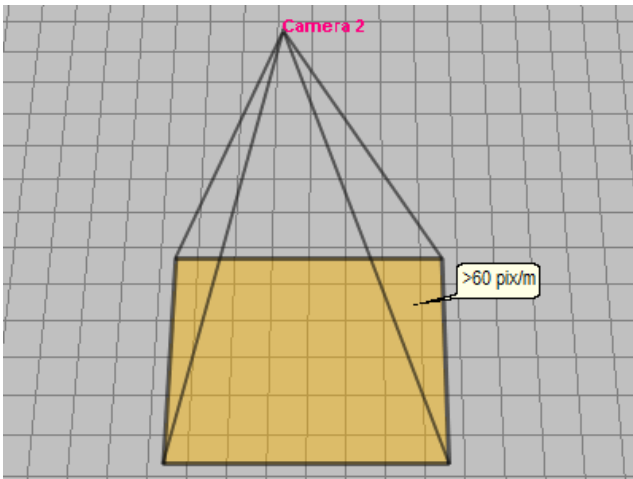


Рис. 17,18. Поле зрения камеры. С подушкообразной дисторсией поле зрения напоминает бочку. Пространственное разрешение от центра к краям поля зрения увеличивается.

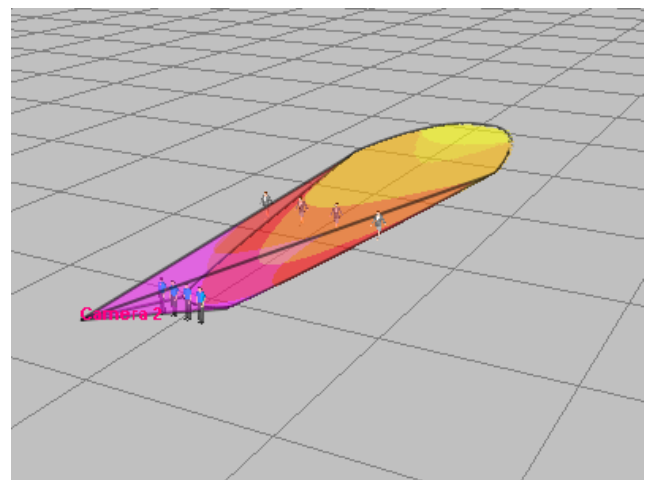
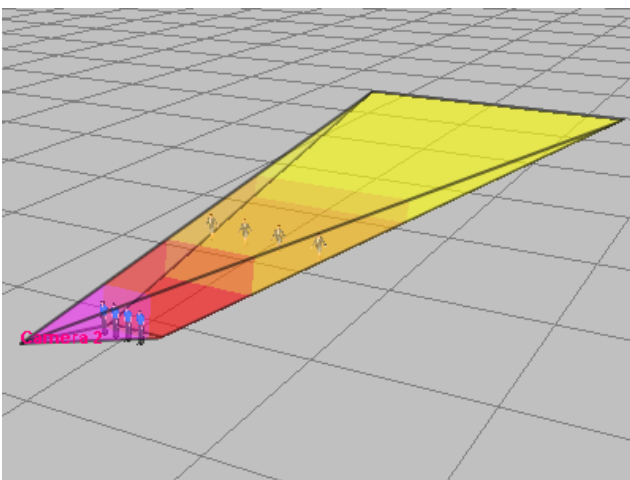
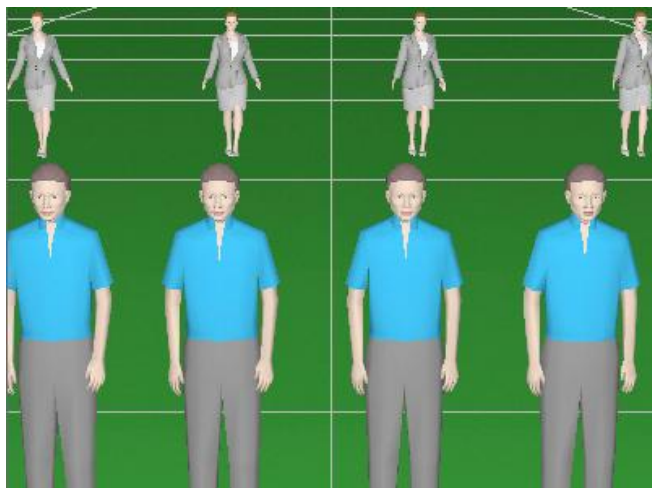


Рис. 19,20. Зона обзора и модель сцены в 3D.

Без учета дисторсии



С учетом подушкообразной дисторсии

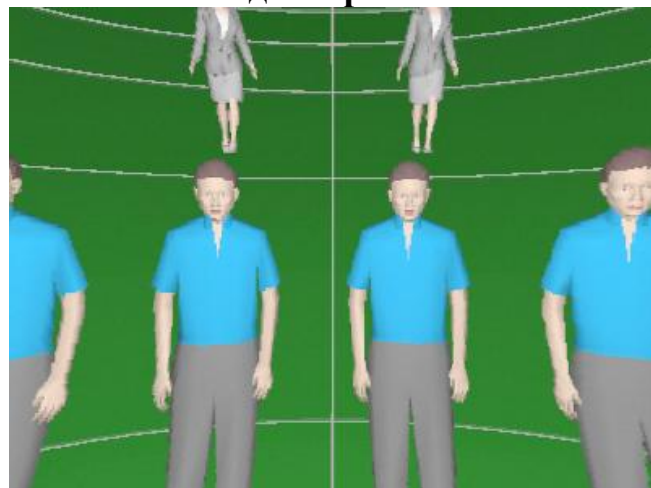


Рис. 21,22. Модель изображения от камеры. Так как объектив узкоугольный, искажения перспективы не заметны (сравните с рис. 11).

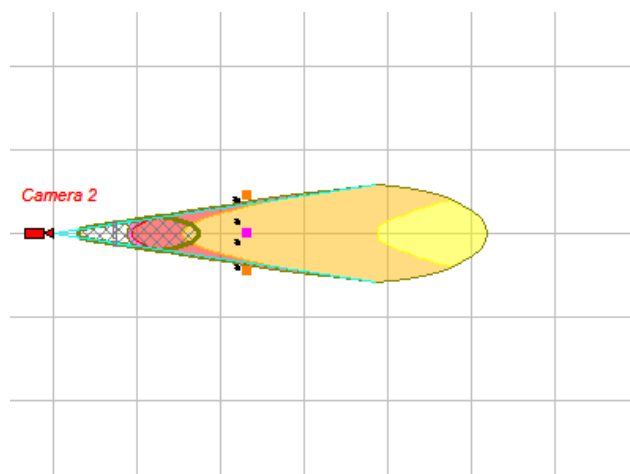
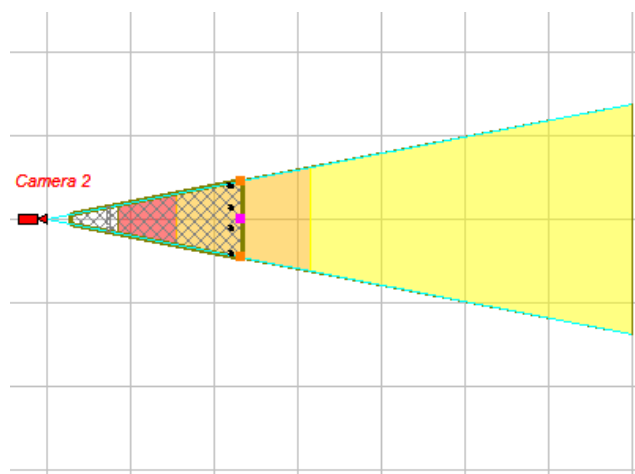


Рис. 23,24. Проекция зоны обзора в 2D.

Учет дисторсии в проектировании видеонаблюдения

На практике влияние дисторсии актуально для объективов с фокусным расстоянием менее 4мм. Для более длиннофокусных объективов дисторсия, как правило, невелика и ею можно пренебречь.

Наиболее распространенная бочкообразная дисторсия короткофокусных объективов приводит к тому, что фактическое поле зрения камеры оказывается *шире* расчетного, с вытянутыми углами, а фактическое пространственное разрешение равно расчетному только *в центре* поля зрения. В остальной части поля зрения пространственное разрешение оказывается *хуже* расчетного. Причем на краях поля зрения пространственное разрешение может быть хуже в разы (рис. 8).

В случаях требующих точности, сравните *фактические углы обзора* из спецификации производителя камеры или полученные практическим измерением с *расчетными углами обзора*, полученными калькулятором объектива исходя из фокусного расстояния и размера

видеосенсора. Если углы значительно различаются, то дисторсия объектива этой камеры может быть заметна. (см. пример объектива выше).

Моделирование дисторсии объектива впервые реализовано в восьмой версии VideoCAD. Так как параметр «дисторсия» отсутствует в спецификациях камер и CCTV объективов, дисторсия объектива в VideoCAD задается комбинацией *расчетного угла обзора* и *фактического угла обзора*. Расчетные углы обзора вычисляются внутри программы из фокусного расстояния объектива и размеров видеосенсора.

Фактические углы обзора обычно приводятся в спецификациях камер и объективов. Если значения углов неизвестны, то можно измерить углы практически.

Для задания дисторсии достаточно задать один из трех *фактических углов*: горизонтальный, вертикальный или диагональный. Предпочтительнее задать горизонтальный угол. Недостающие углы VideoCAD рассчитает самостоятельно. Для получения максимальной точности можно задать 2 или все 3 фактических угла.

Из заданных значений углов VideoCAD рассчитает дисторсию, которую будет учитывать при построении моделей зоны обзора, распределения пространственного разрешения и моделей изображений от камер.

Моделирование камеры с короткофокусным объективом

Параметры камеры в спецификации

Допустим, у нас имеется камера **AXIS M1004-W**. Требуется получить модель зоны обзора, распределения пространственного разрешения и изображения от этой камеры с учетом дисторсии объектива.

Параметры камеры согласно спецификации производителя:

- Размер видеосенсора - **1/4"**;
- Фокусное расстояние объектива - **2,8мм**;
- Фактический горизонтальный угол обзора (поля зрения) - **80 градусов**.
- Количество пикселей **1280x800** (максимальное)


Обратим внимание, что объектив короткофокусный (**2,8мм**). Короткофокусные объективы, как правило, имеют заметную дисторсию.


Отношение сторон видеосенсора этой камеры и отношение сторон изображения **1280/800=16:10**. Размер видеосенсора приведен через формат **1/4"**.

Подробно о влиянии отношения сторон видеосенсора, отношении сторон изображения и размера видеосенсора смотрите [Задание активной области видеосенсора](#).

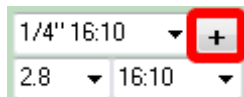
В случаях требующих точности рекомендуется проверить фактические углы [практическим измерением](#).


Задание параметров камеры в VideoCAD

Создаём камеру кликом по кнопке **Создать камеру**  на панели инструментов **Графического окна** и размещаем её на плане.

Открываем окно **Геометрия камеры**  и задаем параметры камеры:

- Размер видеосенсора - **1/4" 16:10**;
- Фокусное расстояние объектива - **2,8mm**;
- Формат кадра: **16:10** ($1280/800=16/10$).



Кликом по кнопке  открываем окно **Видеосенсор и объектив**.

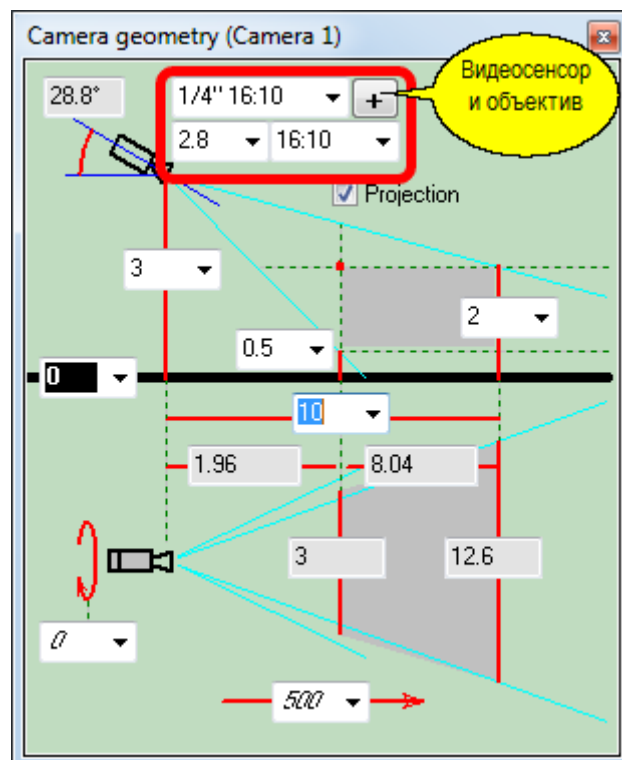


Рис. 25. Окно Геометрия камеры.

В окне **Видеосенсор и объектив** обращаем внимание на разницу между расчетным углом обзора по горизонтали - **68,6 градусов** и фактическим углом по горизонтали из спецификации производителя - **80 градусов**. Наличие разницы говорит о том, что дисторсия объектива у данной камеры присутствует.

На панели **Дисторсия объектива** отмечаем чекбокс **Гориз.** и вводим значение угла **80** в поле под ним. Снимаем отметки в чекбоксов **Верт.** и **Диаг.**, так как вертикальный и диагональный фактические углы нам неизвестны.

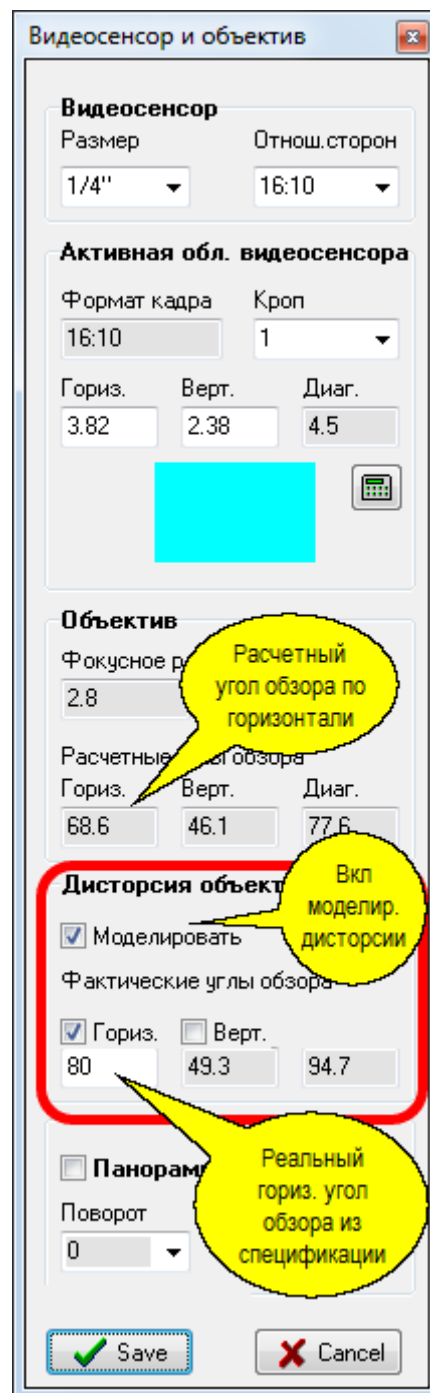


Рис. 26. Окно Видеосенсор и объектив.

Моделирование проекции зоны обзора в Графическом окне

Включаем моделирование дисторсии, отметив чекбокс **Моделировать** на панели **Дисторсия объектива** в окне **Видеосенсор и объектив** (Рис. 26) и наблюдаем значительные изменения проекции Зоны обзора в Графическом окне.

Без учета дисторсии

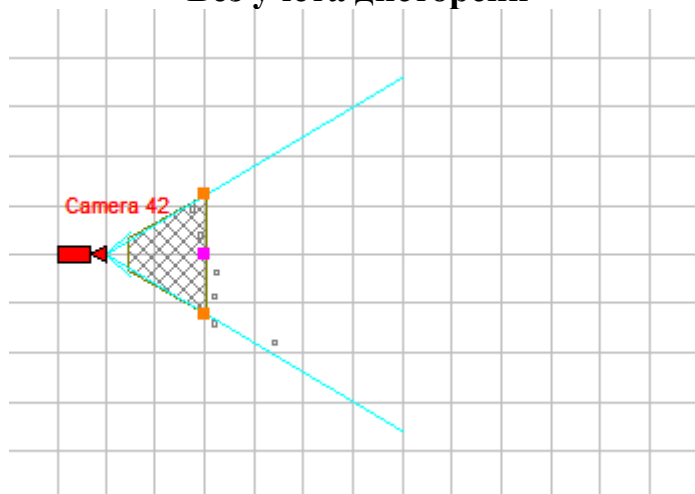


Рис. 27. Проекция зоны обзора без учета дисторсии.

С учетом дисторсии

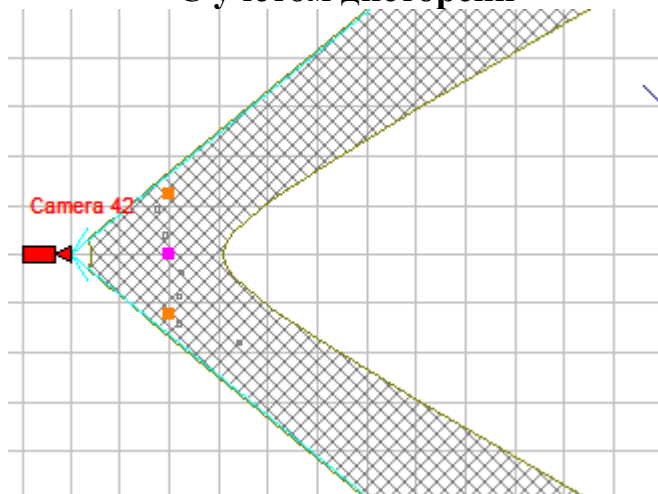



Рис. 28. Проекция зоны обзора с учетом дисторсии.

Следует учитывать, что моделирование дисторсии увеличивает время выполнения многих операций и повышает требование к быстродействию компьютера.

Моделирование распределения пространственного разрешения

Для наблюдения влияния дисторсии на распределение пространственного разрешения необходимо ввести количество пикселей камеры (**1280x800**) в окно **Чувствительность и разрешение** и включить моделирование **Пространственного разрешения**

Откроем окно **Чувствительность и разрешение** кликом по кнопке  на панели инструментов **Графического окна**.

На панели **Количество пикселей** зададим количество пикселей видеосенсора камеры по горизонтали (1280) и вертикали (800).

Закроем окно **Чувствительность и разрешение**.

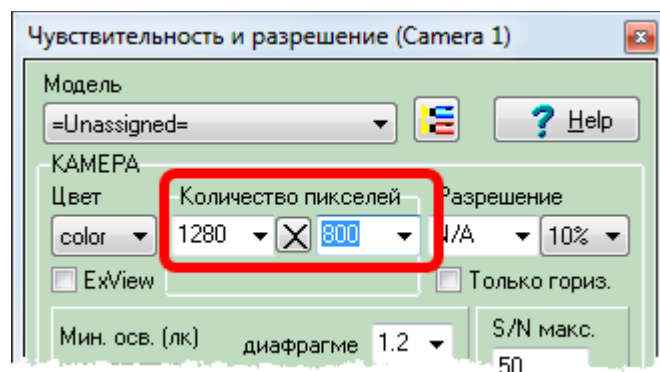


Рис. 29. Окно Пространственное разрешение.

Включим моделирование пространственного разрешения активной камеры, выбрав пункт **Дискретный цвет** в выпадающем меню кнопки **Пространственное разрешение** на панели инструментов **Графического окна**.

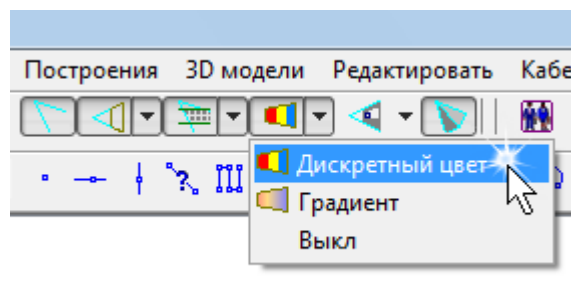


Рис. 30. Панель инструментов Графического окна.

На проекциях зоны обзора в **Графическом окне** отобразится распределение пространственного разрешения с учетом дисторсии объектива.

Без учета дисторсии

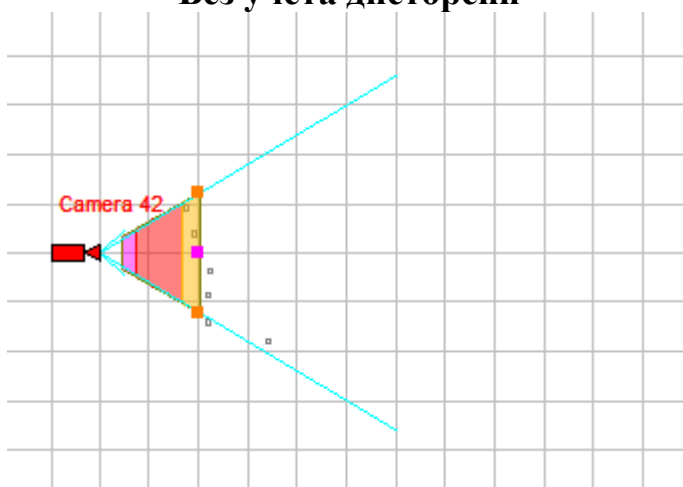


Рис. 31. Распределение пространственного разрешения без учета дисторсии.

С учетом дисторсии

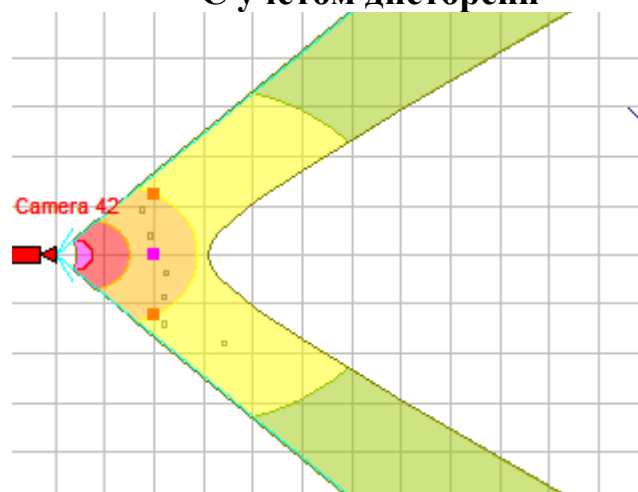


Рис. 32. Распределение пространственного разрешения с учетом дисторсии.

Оперативно включать и выключать моделирование дисторсии активной камеры можно с помощью чекбокса **Моделировать** на панели **Дисторсия объектива** в окне **Видеосенсор и объектив**

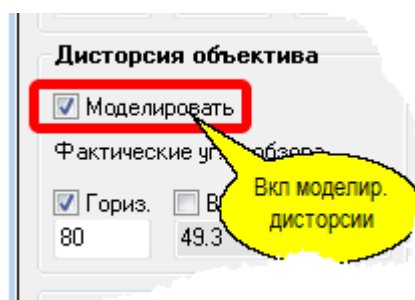




Рис. 33. Окно Видеосенсор и объектив.

Подробнее о визуализации пространственного разрешения смотрите статью [Зона обнаружения человека, зона опознавания человека, зона чтения автомобильного номера. Пространственное разрешение.](#) этого цикла.

Моделирование изображения от камеры с учетом дисторсии

Для наблюдения влияния дисторсии на изображение от камеры, откройте окно **3D Видео** кликом по кнопке **3D видео**  на панели инструментов **Графического окна** и разместите несколько 3D моделей перед камерой. 3D модели выберите из выпадающего меню кнопки **3D модель**  на панели инструментов **Графического окна**

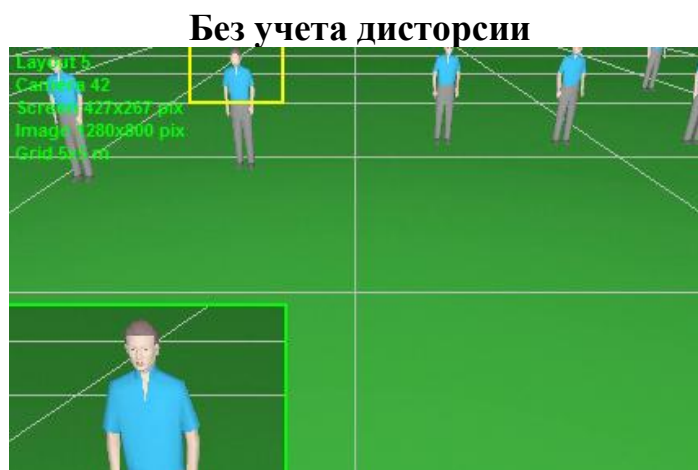


Рис. 34. Картинка от камеры без учета дисторсии.



Рис. 35. Картинка от камеры с учетом дисторсии.


Наблюдаем искривление прямых линий на изображении в окне **3D Видео**.

В окне **3D Видео** изображение с дисторсией моделируется с пониженным разрешением.

Получить кадр с дисторсией и реальным разрешением можно двумя способами:

- Отметить пункт меню [Реальный размер кадра](#) в главном меню окна **3D видео** и сохранить кадр с дисторсией в файл с помощью пункта **Кадр>Сохранить как** в главном меню окна **3D Видео**. Сохраненный файл будет иметь полный размер, реальное разрешение и дисторсию
- Включить инструмент [PiP](#). При моделировании дисторсии **детальный вид PIP** будет иметь реальное разрешение.

Моделирование зоны обзора в окне 3D Мир

Для наблюдения влияния дисторсии на форму зоны обзора и распределение пространственного разрешения в 3D, откройте окно **3D Мир**, кликом по кнопке **3D Мир**  на панели инструментов **Графического окна**.

Без учета дисторсии

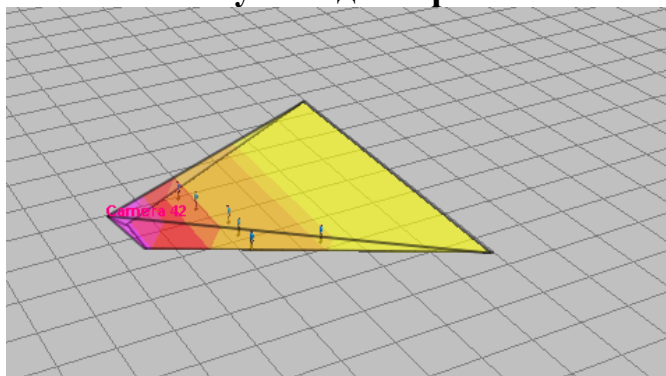


Рис. 36. 3D модель зоны обзора без учета дисторсии.

С учетом дисторсии

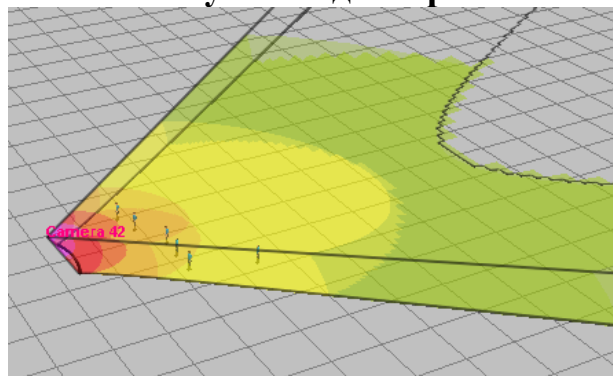


Рис. 37. 3D модель зоны обзора с учетом дисторсии.

Подробнее о работе с окном **3D Мир** смотрите справочную систему, [Интерфейс>3D Мир](#).

Заключение

В первой части данной статьи мы рассмотрели влияние дисторсии объективов на изображение от видеокамер, форму зоны обзора и распределение пространственного разрешения в системах видеонаблюдения.

Во второй части мы рассмотрели возможности программы VideoCAD по учету дисторсии объектива при создании моделей видеокамер для использования в проектировании систем видеонаблюдения.

Учет дисторсии объектива при проектировании видеонаблюдения позволяет получить модели зон обзора и изображений более близкие к реальности, а значит более полно использовать возможности камер в проекте.

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](#)

[Часть 4: Освещение и чувствительность камер в CCTV](#)

[Часть 5: Видеонаблюдение за движущимися объектами](#)

Продолжение:

[Продолжение следует](#)