



# TRIAXES<sup>®</sup> STEREOMETER<sup>™</sup>

ВЕРСИЯ 3.6

## РУКОВОДСТВО ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

ООО «Триаксес», Россия, Томск

Веб-сайт: [triaxes.ru](http://triaxes.ru)

Техподдержка: [support@triaxes.com](mailto:support@triaxes.com)

Copyright© 2015 Поляков А.Ю.

Copyright© 2015 ООО «Триаксес».

# 1. Введение

## 1.1. Назначение

Программа StereoMeter предназначена для расчета оптимального базиса стереосъемки.

Вы можете использовать Triaxes StereoMeter в некоммерческих целях без ограничения по времени на любом количестве компьютеров. Можно свободно распространять StereoMeter без изменения инсталляционного пакета. Запрещается продавать StereoMeter, распространять StereoMeter в составе какого-либо другого программного продукта без письменного согласия компании Triaxes.

## 1.2. Минимальные требования к компьютеру

IBM PC-совместимый компьютер:

- Процессор: Intel Pentium III;
- Оперативная память: 128 Мб;
- Место на жестком диске: 15 Мб.

Операционная система:

- Microsoft Windows XP;
- Microsoft Windows Vista.

## 1.3. Техническая поддержка

Мы не гарантируем техническую поддержку для бесплатной версии Triaxes StereoMeter.

Однако, если вы приобрели StereoMeter в составе пакета 3DMasterKit, вы можете обращаться за технической поддержкой к поставщику ПО, у которого был приобретен программный пакет. Также вы можете задать свой вопрос, отправив письмо в Службу технической поддержки компании Triaxes по адресу [support@3dmasterkit.ru](mailto:support@3dmasterkit.ru).

Приглашаем посетить сайт <http://www.3dmasterkit.ru>. На этом сайте публикуются новости о пакете программ 3DMasterKit, здесь же можно загрузить обновления программ (Updates). Кроме того, на сайте находятся полезные статьи по теории стерео-варио технологии и использованию 3DMasterKit, размещена информация о дистрибьюторах, существует Галерея стерео работ, форум, в котором можно задать интересующий Вас вопрос, а также ответы на часто задаваемые вопросы (FAQ).

## 2. Теоретические основы

### 2.1. Базис стереосъемки

*Базис стереосъемки (стереобазис)* – это расстояние между точками съемки крайнего левого и крайнего правого кадров стереопары или многоракурсной серии кадров.

Величина стереобазиса играет определяющую роль при создании стереофотографии. Если произвести съемку с недостаточной величиной базиса, может оказаться, что готовая стереофотография выглядит плоской. Это происходит из-за недостаточной величины параллакса объектов на готовой стереофотографии. Напротив, фотография, полученная с использованием слишком большого стереобазиса, может вызывать у зрителя неприятные ощущения головокружения при просмотре из-за слишком большого параллакса.

Для стереосъемки сцен удаленных до 3–5 метров вполне достаточно использовать базис равный 65-70 мм, то есть примерно равный расстоянию между глазами человека. При увеличении расстояния до фотографируемых объектов, для того, чтобы получить хороший стереоэффект, требуется увеличить и базис стереосъемки. Примерно рассчитать базис стереосъемки можно по следующей формуле:

$$B=0.03*D,$$

где **B** – базис стереосъемки, **D** – расстояние до ближайшего объекта фотографируемой сцены.

Коэффициент 0.03 обусловлен углом схождения зрительных осей (примерно 1-2°), который обеспечивает оптимальные условия для наблюдения стереоэффекта.

Для более точного расчета требуется учитывать ряд параметров: расположение объектов сцены; метод съемки; характеристики камеры; условия просмотра готового изображения. StereoMeter учитывает все эти параметры и выдает рекомендации: как лучше расположить объекты фотографируемой сцены, и какой базис съемки выбрать.

### 2.2. Методы стереосъемки

Задача всех методов стереосъемки - получить пару или серию изображений, на которых наблюдается параллакс. *Параллакс* – это смещение рассматриваемого объекта, вызванное изменением точки наблюдения.

Стереосъемку можно выполнять двумя способами: параллельным и направленным. При параллельном способе направление оптической оси объектива камеры не меняется (Рис. 1а), а при направленном камера поворачивается таким образом, чтобы оптическая ось объектива была всегда направлена на центральный объект фотографируемой сцены (Рис. 1б). Направленный способ моделирует конвергенцию глаз человека.

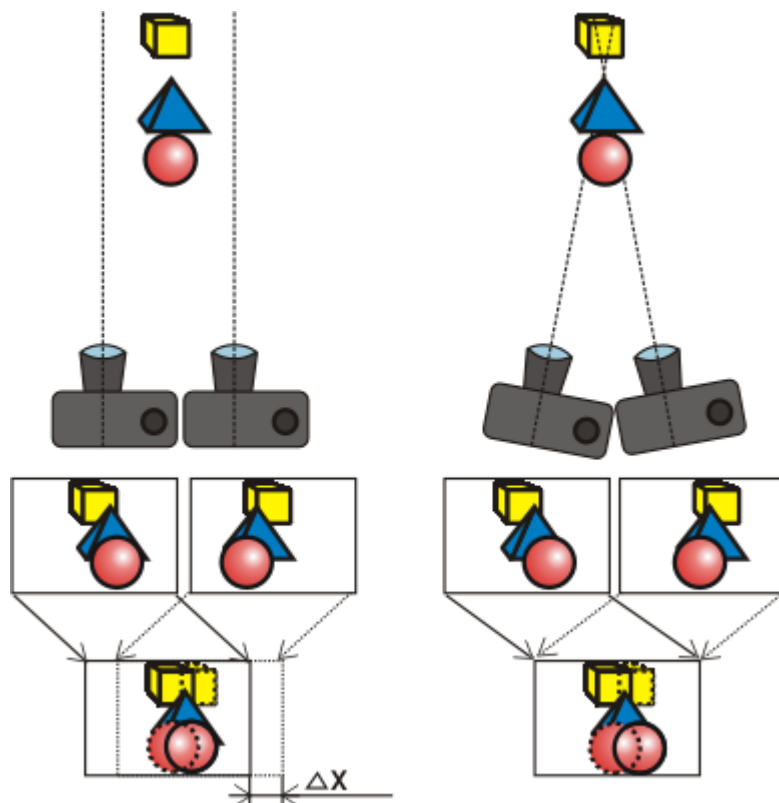


Рис. 1. Параллельный (слева) и направленный (справа) методы стереосъемки

а)

б)

Достоинство параллельного способа стереосъемки заключается в простоте – не нужно поворачивать камеру; недостаток – требуется дополнительная обработка фотографий (компенсационный сдвиг). Компенсационный сдвиг заключается в относительном смещении фотографий стереопары таким образом, чтобы добиться нулевого параллакса (отсутствия двоения) на одном из объектов композиции (объект нулевого параллакса). Этот процесс моделирует конвергенцию глаз уже после съемки стереопары. На Рис. 1а показан компенсационный сдвиг (где  $\Delta X$  - расстояние компенсационного сдвига), при котором совмещение стереопары выполнено по синей пирамидке – этот объект имеет нулевой параллакс.

После выполнения сдвига горизонтальный размер изображений уменьшается – стереопарой будут являться лишь части изображений, попавшие в зону пересечения (наложения) исходных картинок.

При съемке направленным способом все наоборот: усложняется процесс фотографирования (надо поворачивать камеру), но зато полученные изображения уже являются стереопарой и, если съемка была произведена без погрешностей, то дополнительной обработки может и не потребоваться.

Направленный метод съемки в некоторых случаях позволяет получить стереоизображение, более точно воспроизводящее естественные условия наблюдения. Однако сложность такого метода заключается еще и в том, что при большой глубине сцены, параллакс объектов дальнего плана может получиться слишком большим. Это может нарушить комфортность просмотра стереоизображения. К недостаткам направленного метода также относится возможность возникновения разноракурсных аффинных искажений, что при просмотре может внести диссонанс. Поэтому этот метод применяется при съемке в специально созданных условиях.

Благодаря простоте и стабильности результатов, чаще используется параллельный метод съемки. Выполнение же компенсационного сдвига при компьютерной обработке изображений не является сложной задачей.

### 2.3. Схема восприятия стереоизображений

Объекты с нулевым параллаксом при просмотре стереоизображения будут восприниматься удаленными на расстояние носителя картинки; объекты, расположенные в реальном мире ближе к фотографу – будут иметь *положительный параллакс* и казаться зрителю выступающими вперед; объекты, расположенные в реальном мире дальше объекта, по которому выполнено совмещение, будут иметь *отрицательный параллакс* и восприниматься углубленными в картинку.

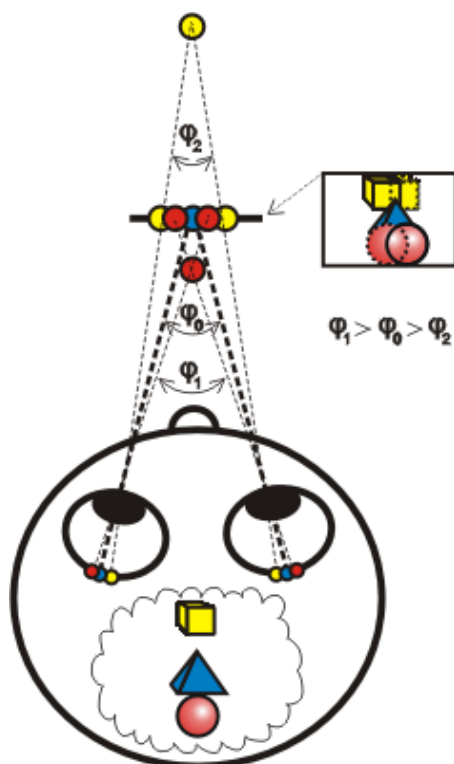


Рис. 2. Реконструкция объемного изображения

При просмотре стереофотографии происходит следующее (рис. 2):

- объекты с нулевым параллаксом наблюдаются с углом конвергенции  $\varphi_0$  и воспринимаются расположенными на удалении носителя изображения (на рисунке синяя точка);
- объекты, имеющие на изображении «положительный» параллакс (красные точки) наблюдаются с углом конвергенции  $\varphi_1$  и воспринимаются выступающими вперед;
- объекты с «отрицательным» параллаксом (желтые точки) наблюдаются с углом конвергенции  $\varphi_2$  и кажутся «углубленными» в фотографию.

Природа восприятия объема заключается в способности системы глаза - мозг обрабатывать зрительную информацию в некотором диапазоне  $\Delta\varphi$  ( $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$ ) угла конвергенции и сливать сопряженные изображения в единый объемный образ. Максимальный диапазон  $\Delta\varphi$  составляет несколько градусов. Если параллакс изображений на стереофотографии превышает способности мозга по слиянию изображений, то комфортность просмотра нарушается, наблюдается двоение изображений. Поэтому при выполнении стереофотосъемки важно правильно выбирать величину стереобазиса.

## 3. Работа с программой StereoMeter

### 3.1. Интерфейс программы

Программа StereoMeter позволяет учесть множество параметров процесса стереосъемки и подобрать оптимальную величину стереобазиса. Интерфейс программы показан на рис. 3.

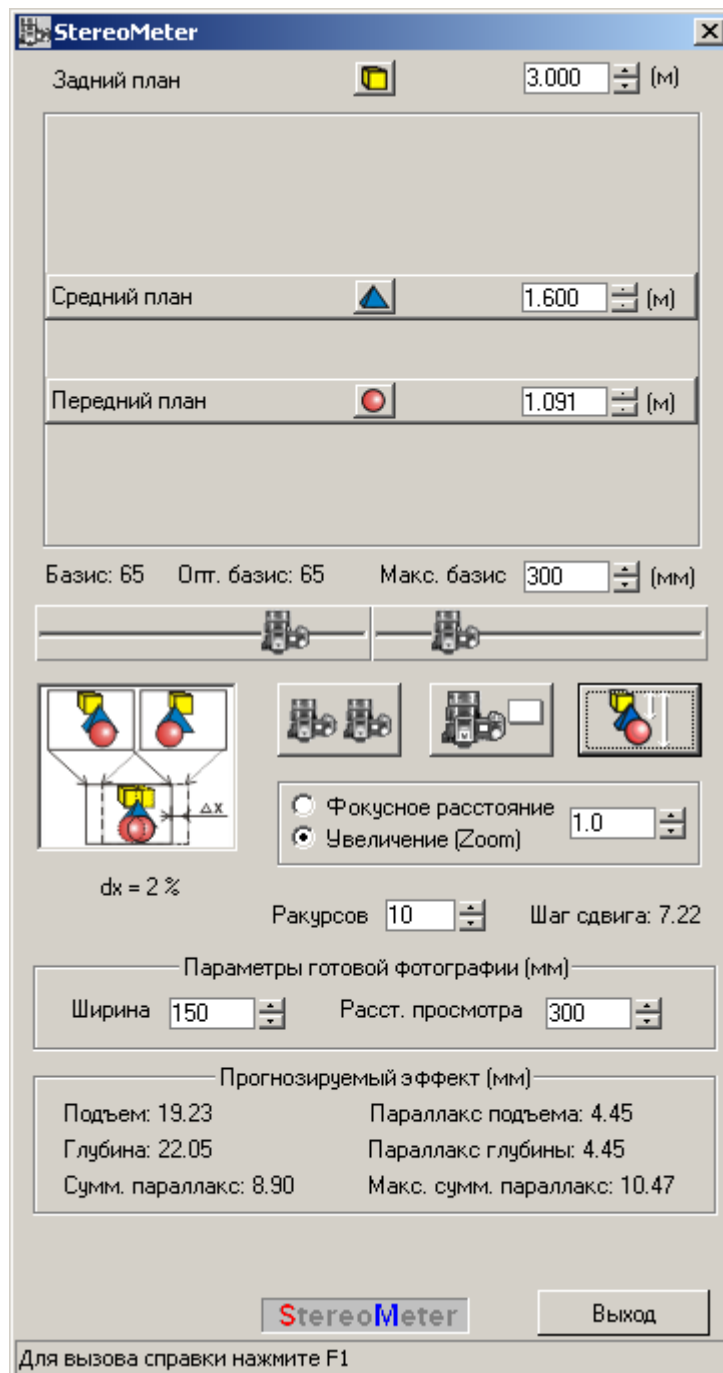






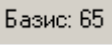
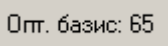


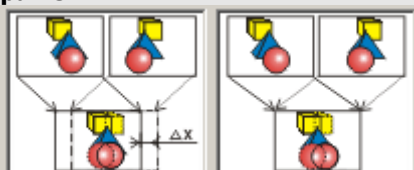

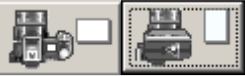





Рис. 3. Интерфейс программы StereoMeter

В следующей таблице описываются элементы управления и функциональность.

Элемент управления	Функция
<p><b>Поле ввода расстояния до объектов заднего плана</b></p>  <p>Задний план  3.000 (м)</p>	<p>Ввод числового значения с помощью клавиатуры или стрелок изменения значения.</p>
<p><b>Элемент ввода расстояния до объектов среднего плана</b></p>  <p>Средний план  1.600 (м)</p>	<p>Ввод числового значения с помощью клавиатуры или стрелок изменения значения. Задать расстояние до объекта можно, перетащив этот элемент в новую позицию левой клавишей мыши. Для захвата надо нажать левую клавишу мыши в любом месте элемента (кроме поля ввода).</p>
<p><b>Элемент ввода расстояния до объектов переднего плана</b></p>  <p>Передний план  1.091 (м)</p>	<p>Ввод числового значения с помощью клавиатуры или стрелок изменения значения. Задать расстояние до объекта можно, перетащив этот элемент в новую позицию левой клавишей мыши.</p>
<p><b>Поле вывода текущего значения базиса</b></p>  <p>Базис: 65</p>	<p>Отображение установленного размера базиса</p>
<p><b>Поле вывода оптимального (рекомендуемого) значения базиса</b></p>  <p>Опт. базис: 65</p>	<p>Показывает рекомендуемый на основе расчетов размер базиса. Расчет производится на основе расположения объектов сцены и других параметров.</p>
<p><b>Поле вывода максимального значения базиса</b></p>  <p>Макс. базис 300 (мм)</p>	<p>Ввод значения, в пределах которого может изменяться размер базиса.</p>
<p><b>Элемент установки базиса съемки</b></p> 	<p>Ввод значения базиса съемки. Это значение будет использовано для оценки характеристик ожидаемого стерео-эффекта. Для задания величины базиса перетащите элемент с изображением фотоаппарата левой клавишей мыши. Для захвата надо нажать левую клавишу мыши на изображении фотоаппарата.</p>
<p><b>Схема, иллюстрирующая способ совмещения изображений</b></p> 	<p>Показывает способ, которым будут совмещаться изображения при различных методах стереосъемки.</p>
<p><b>Кнопка переключения метода съемки</b></p> 	<p>Выбор метода съемки: параллельный и направленный. Метод выбирается нажатием на</p>

Элемент управления	Функция
	кнопку. Слева показана кнопка в состоянии «параллельный», а справа – «направленный» метод.
<b>Кнопка выбора ориентации камеры</b> 	Выбор ориентации камеры (альбомная/портретная) осуществляется нажатием на кнопку.
<b>Кнопка автоматического размещения объектов сцены</b> 	Нажатие на эту кнопку перемещает объект переднего плана и объект среднего плана на оптимальные расстояния при заданном размере базиса.
<b>Элемент ввода параметров объектива камеры</b> <input type="radio"/> Фокусное расстояние <input type="text" value="1.0"/> <input type="button" value="↑"/> <input type="button" value="↓"/> <input checked="" type="radio"/> Увеличение (Zoom)	Ввод фокусного расстояния или увеличения, характеризующего оптические свойства объектива камеры.
<b>Элемент ввода количества кадров в серии. Поле, показывающее шаг сдвига камеры.</b> Ракурс <input type="text" value="10"/> <input type="button" value="↑"/> <input type="button" value="↓"/> Шаг сдвига: 7.22	Ввод количества кадров в серии стереосъемки. В соседнем поле выводится шаг сдвига камеры при заданном базисе.
<b>Горизонтальный размер и условия просмотра готовой стереофотографии</b> Параметры готовой фотографии (мм) Ширина <input type="text" value="150"/> <input type="button" value="↑"/> <input type="button" value="↓"/> Расст. просмотра <input type="text" value="300"/> <input type="button" value="↑"/> <input type="button" value="↓"/>	Ввод предполагаемой ширины и расстояния просмотра готовой стереофотографии.
<b>Поле вывода информации</b> Прогнозируемый эффект (мм) Подъем: 19.23      Параллакс подъема: 4.45 Глубина: 22.05      Параллакс глубины: 4.45 Сумм. параллакс: 8.90      Макс. сумм. параллакс: 10.47	Ввод характеристик готовой стереофотографии.
<b>Поле вывода информации</b>  Слишком большой базис для заданных параметров 	Вывод сообщений.
<b>Кнопка завершения работы</b> <input type="button" value="Выход"/>	Завершение работы с программой.
<b>Строка состояния</b> <input type="text" value="Для вызова справки нажмите F1"/>	Вывод контекстных подсказок.



### 3.2. Примеры работы с программой StereoMeter

Можно предложить две схемы работы с программой StereoMeter. В первом случае мы будем полагать, что базис съемки у нас не может быть изменен, во втором случае рассмотрим работу с переменным базисом съемки.

Например, стереосъемка выполняется с помощью штатива Triaxes® 3D Rail 30 (рис. 4).



Рис. 4. Штатив для стереоскопической фотосъемки Triaxes® 3D Rail 30

Штатив имеет следующие характеристики:

- Расстояние между крепежными площадками камер 22 см.
- Базис при стереосъемке одной камерой переменный до 30 см.
- Базис при стереосъемке двумя камерами переменный до 56 см.

#### Фиксированный базис

Используемая модель штатива Triaxes® 3D Rail 30 имеет фиксированное расстояние между площадками крепления фотоаппаратов, - оно не может быть изменено и равно 22 см. Мы можем изготовить стереопару, установив на эти площадки две камеры, и используя синхроспуск Triaxes® 3D Camera Control. Однако на каком же расстоянии от камеры должны быть расположены объекты фотографируемой сцены? На этот вопрос нам поможет ответить программа StereoMeter. Выполняем следующие действия, отмеченные цифрами на рис. 5:

- 1) Установим максимальный размер базиса (для данной модели штатива он равен 300 мм).
- 2) Установим базис, который будет использоваться: 220 мм.
- 3) Установим расстояние до объекта заднего плана (пусть оно будет 25 метров).
- 4) Установим фокусное расстояние объектива: 50 мм.
- 5) Установим горизонтальную ориентацию камеры:

6) Установим параллельный метод съемки.

7) Нажмем кнопку автоматического расчета расположения объектов.

В результате, программа найдет оптимальные расстояния до объектов переднего и среднего планов. Соответствующие элементы управления (на рис. 5 отмечены цифрой 8) будут передвинуты в нужную позицию. Это означает, что оптимальный стереоэффект при заданных условиях съемки будет достигаться при расстоянии до объекта переднего плана около четырех с половиной метров и до объектов среднего плана около семи-восьми метров.

Значения расстояний выведены с точностью до третьего знака. Это сделано специально для случаев макро стереосъемки, когда работа идет с близкими расстояниями. Однако при съемке объектов в реальном масштабе не обязательно соблюдать все расстояния с точностью до миллиметра. Программа нам просто подсказывает, какие примерно расстояния должны быть. Стереопара, сфотографированная в похожих условиях, показана на рис. 6. Фотограф не имел возможности передвинуть повозку, но расстояние до объекта съемки было выбрано около 5 метров, что позволило получить на изображении хороший стереоэффект.

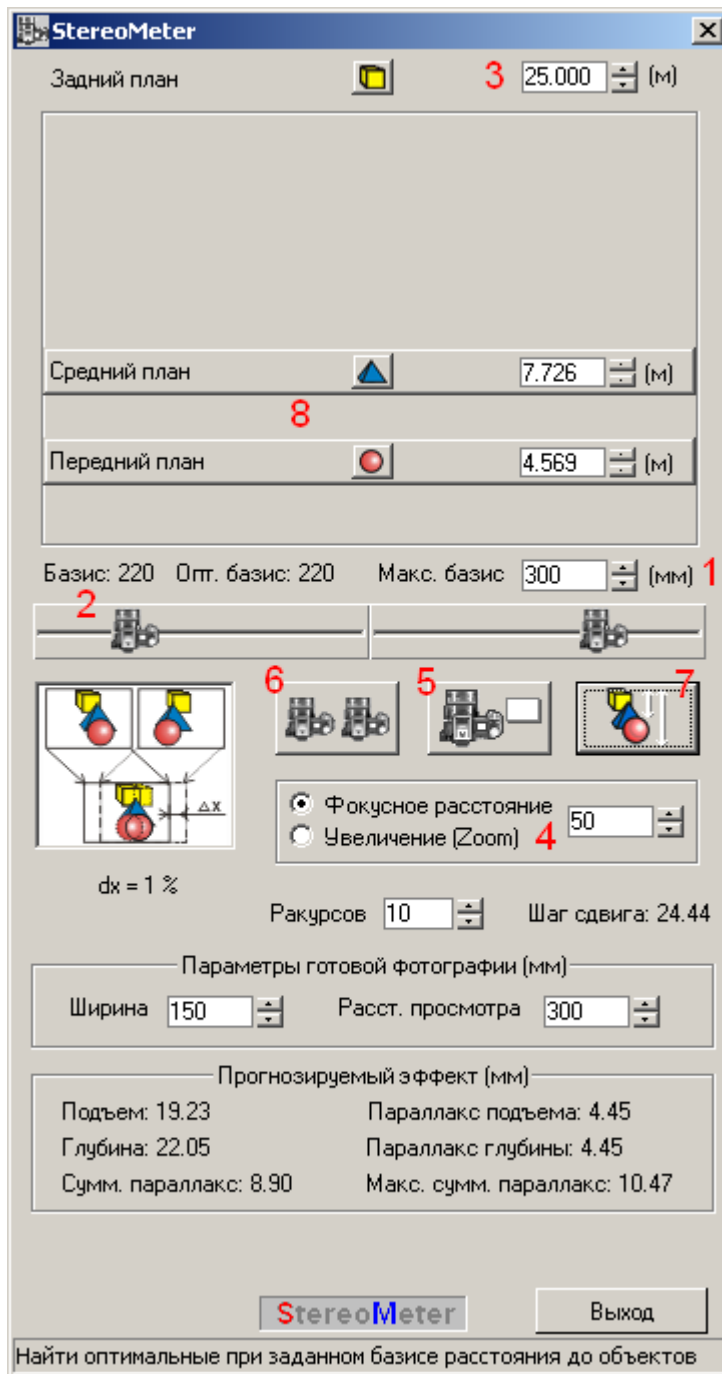


Рис. 5. Расчет дистанций до объектов при фиксированном базисе



Рис. 6. Стереопара. Базис съемки 22 см. Автор фотографии А. Поляков. Изготовлено программой Triaxes 3DMasterKit

### Изменяемый базис

Рассмотрим далее случай многоракурсной съемки. Допустим мы собираемся сфотографировать цветок (рис. 7).



Рис. 7. Расположение объектов при многоракурсной съемке цветка

Расстояние до объекта съемки около 40 см. Фокусное расстояние объектива камеры 55 мм. Расстояние до объектов среднего и заднего планов определить сложно, т.к. цветок находится среди травы и не понятно, какой же из объектов выбрать. Поэтому будем считать, что до объекта среднего плана 50 см, а до объекта заднего плана 70

см. Мы собираемся сделать 12 кадров. Установим эти значения в программе StereoMeter (рис. 8).

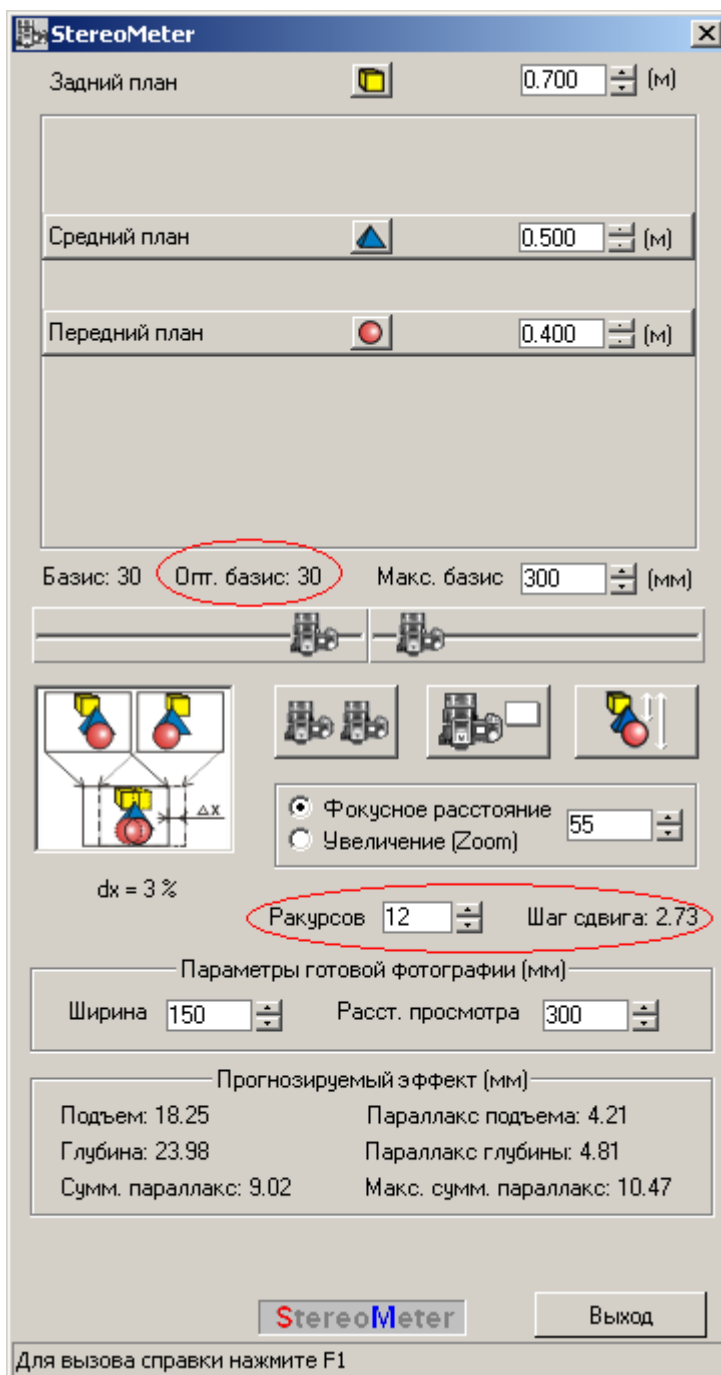


Рис. 8. Расчет базиса стереосъемки

Программа рекомендует использовать базис съемки 30 мм (поле вывода Опт. базис) и шаг сдвига около 3 мм. «Базис» при многоракурсной съемке – это расстояние между точками съемки крайнего левого и крайнего правого кадров серии. Выполним многоракурсную съемку, используя рекомендации программы StereoMeter. Съемку начинаем из крайней левой позиции камеры и, сдвигая после каждого кадра фотоаппарат на шаг 3 мм, делаем 12 кадров. Процесс съемки показан на рис. 9. Полученная серия кадров показана на рис. 10.



**Рис. 9. Процесс многоракурсной съемки одним фотоаппаратом (показаны крайнее левая и крайняя правая позиции камеры)**



**Рис. 10. Серия кадров многоракурсной съемки (показаны не все кадры)**

Многоракурсную съемку даже одним фотоаппаратом рекомендуется производить с использованием пульта дистанционного управления Triaxes® 3D Camera Control, так как это позволяет избежать сотрясения или перекоса камеры при нажатии на кнопку спуска.

Очевидно, что в реальных условиях не всегда можно заранее рассчитать параметры съемки. Однако «мастерство приходит с опытом», и после нескольких практических занятий стереосъемкой появится понимание того, какой базис следует выбирать в типовых ситуациях. Кроме того, можно составить для себя «памятку», в которую занести параметры наиболее часто снимаемых сцен. Также можно порекомендовать делать дублирующие серии. Например: первую серию снимаем с расчетным базисом, во второй серии базис уменьшаем на 25%, в третьей – увеличиваем на 25%. В результате, мы можем затем выбрать наилучший результат.

Серия кадров используется для получения растровой стереофотографии. Любая пара кадров из серии будет стереопарой, из них можно изготовить карточки для стереоскопа (рис. 11) или анаглифное изображение (рис. 12). Для того чтобы увидеть 3D эффект, используйте анаглифные очки .



Рис. 11. Стереопара кадров из серии многокадровой съемки. Изготовлена программой Triaxes 3DMasterKit.



Рис. 12. Анаглифная стереофотография. Изготовлено в программе Triaxes 3DMasterKit. Автор фотографии А. Поляков.

Последняя версия Triaxes 3DMasterKit доступна с сайта [www.3dmasterkit.ru](http://www.3dmasterkit.ru).