

# СОЛАРОГРАФИЧЕСКАЯ СЪЁМКА РУКОВОДСТВО

ПАВЕЛ ПИТИРИМОВ

v2.0.2 F

04.05.2019



## **Зачем нужно это руководство?**

Основная сложность соларографической съёмки состоит в разделённости во времени потраченных усилий и результата. В данном руководстве я попытаюсь описать базовые принципы метода, чтобы можно было осознанно начать свои эксперименты. Конечно, в реальности всё гораздо сложнее, чем здесь описано.

## **Зачем я его написал и поддерживаю?**

В сети крайне мало информации по данному методу, поэтому первые результаты если и получаются, то обычно низкого качества. Это демотивирует, и мало у кого хватает упрямства продолжать. В теории, если повысить выживаемость интереса к такому виду съёмки, то вырастет вероятность появления независимых исследователей, которые смогут продвинуться и принести что-то новое. Может кто-то применит метод для своего видения и создаст приятный глазу контент.

И ещё это должно снизить поток вопросов в личку. Но, как показывает время, пока результат скорее обратный. Поэтому старайтесь больше использовать раздел с обсуждениями в группе.

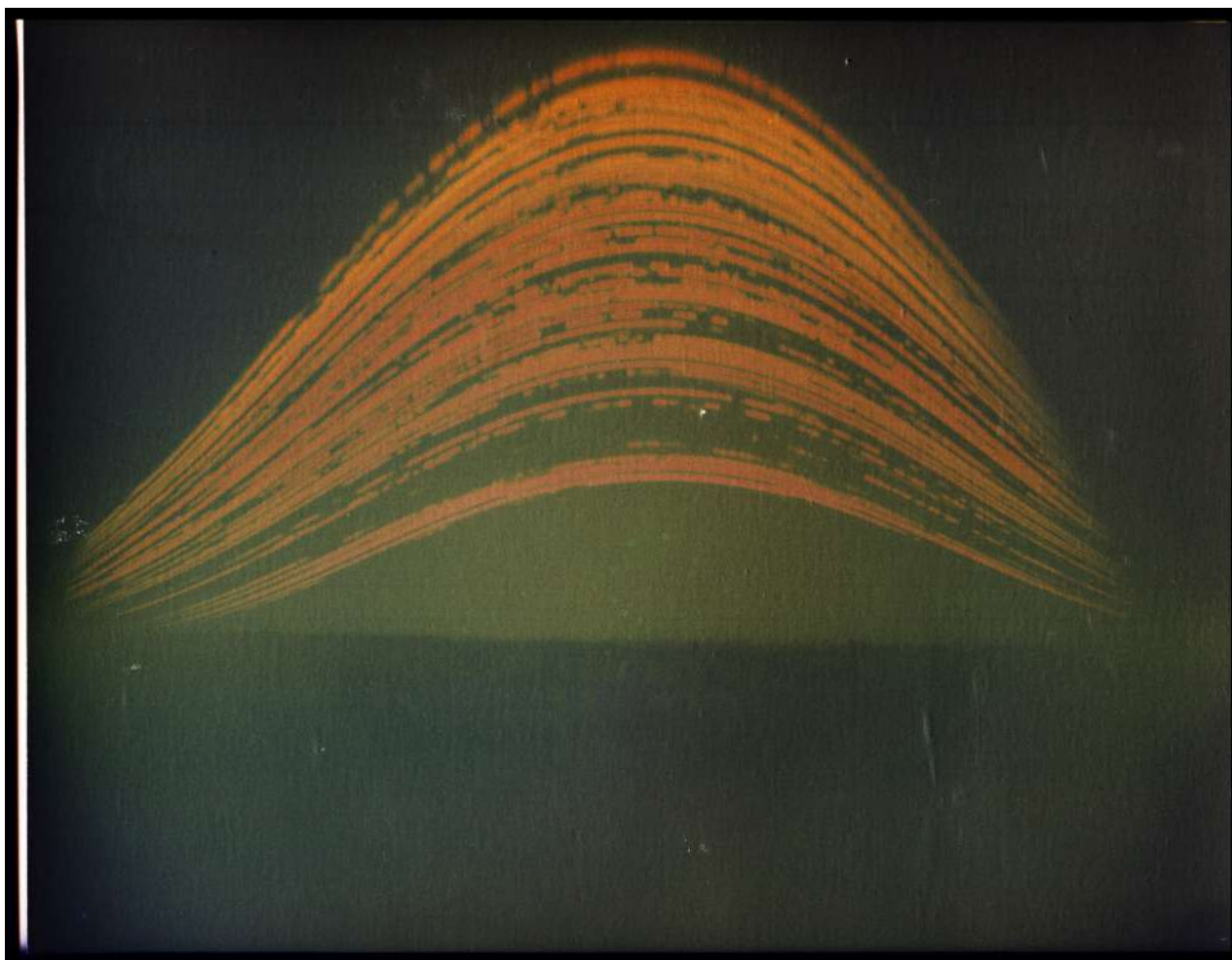
- ➔ Если у вас есть какие-либо замечания или дополнения, то просто напишите мне.
  
- ➔ Если вы хотите выставить свой результат в [группе](#), то используйте функцию «предложить новость», либо маякните мне, чтобы я сделал репост с вашей страницы.

## **ОБЯЗАТЕЛЬНО ПРОЧТИТЕ ПЕРЕД ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ:**

- ➔ Если вы используете эти материалы, то просьба ссылаться на автора. Запрещается использование данных материалов для извлечения выгоды (в коммерческих группах, пабликах, платных мастер классах).
  
- ➔ Автор не несёт никакой ответственности, если в процессе приобщения к методу вы или кто-то рядом каким-либо образом пострадает физически (порежетесь, поцарапаетесь, пшикнете себе в лицо краской, упадёте с дерева или ещё откуда-нибудь, вас поймут за закреплением камеры в общественном месте силовые структуры и пр.) или морально (птица, собака, сосед, дворник или прохожий испортят вашу камеру с долгожданным результатом, у вас получилось не то, что вы ожидали, кто-то скажет, что вы занимаетесь ерундой и пр.).



## ОПИСАНИЕ МЕТОДА



Соларография - ответвление от пинхол-фотографии, основанное на съёмке траекторий движения солнца по небосводу при сверхдлинных выдержках. Что видно на снимках: светлые линии - это путь солнца, которое с каждым днём проходит всё выше или всё ниже, в зависимости от времени года. Прерывистые линии означают переменную облачность, отсутствующие линии - пасмурные дни. На снимке также могут проявиться окружающие неподвижные предметы.

Изобрели ее в 1999 году фотографы из Польши и Испании Slawomir Decyk, Pawel Kula и Diego López Calvín в результате экспериментов по самопроявке фотобумаги. Существует путаница с терминологией. В русском языке уже встречаются три слова: соларография, солярография и соларграфия. На английских ресурсах чаще встречается solargraphy и solarography, однако один из основателей метода [Diego López Calvín](#) написал: "...the correct name is Sollarigrafia or Solarigraphy ... Solargraphy is a non correct English translation of the original and invented word."

В последнее время стали попадаться снимки без солнечных треков и даже снимки полученные линзовыми камерами, так что под соларографией постепенно начинают подразумеваться технологии получения снимка на фотобумагу с самопроявкой.

**Имеющийся опыт пинхол-фотографии будет крайне полезен.** Рекомендую поискать и прочесть литературу по пинхолу в этой [группе](#). Особенно книгу Адрианова.Н «Фотографирование безъ объектива малымъ отверстиемъ», за 110 лет физика процесса не изменилась.

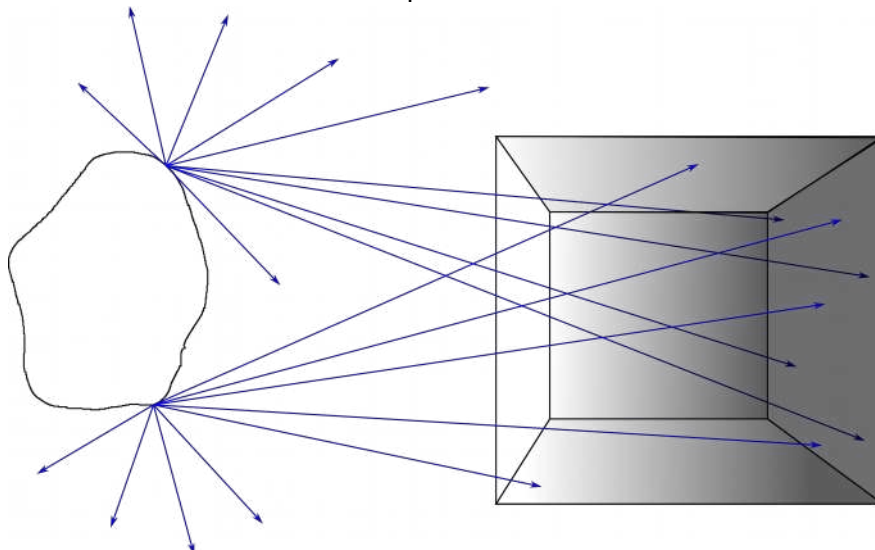


## КАМЕРА ДЛЯ СОЛАРОГРАФИИ

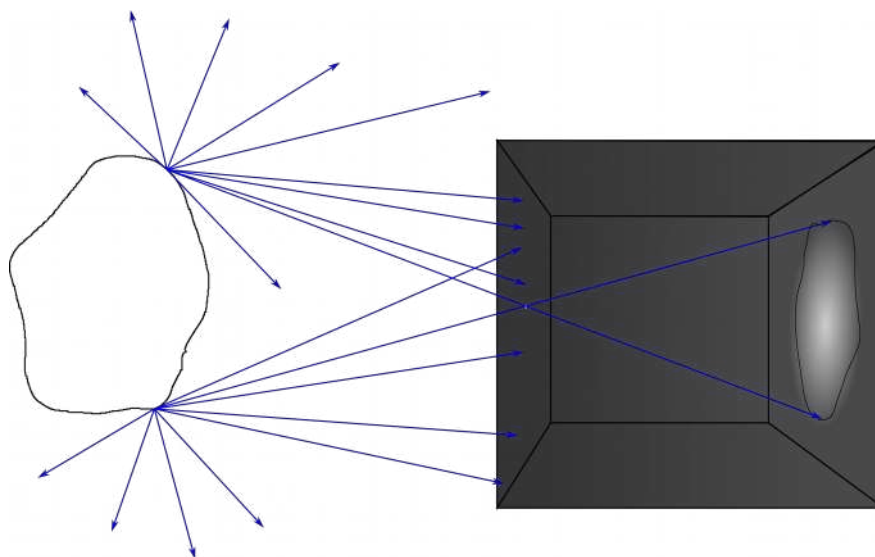
Для получения снимка потребуется изготовить [камеру-обскуру](#), которой начали пользоваться для проецирования изображений ещё много столетий назад. По сути это просто тёмная коробка с отверстием, через которое внутрь проникает свет. Построенные на таком принципе получения изображения фотографические камеры принято называть [стеноп или пинхол](#).

Как это работает:

Предметы отражают свет в разные стороны, поэтому если бы у коробки не было одной из стенок — свет от предметов проникал бы в каждую точку поверхности задней стенке, и, смешавшись, образовал бы равномерно засвеченное поле без какого-либо изображения.



Однако, если вернуть стенку и оставить в ней маленькое отверстие — свет сможет проникнуть внутрь коробки лишь через него и только в единственную точку на задней стенке. Множество таких «избранных» лучей и формируют изображение.



В качестве «коробки» можно использовать любую не пропускающую свет ёмкость. От её геометрии и расположения фотобумаги внутри будет зависеть угол охвата камеры и геометрическое искажение изображения ([дисторсия](#)).

Как показывает практика, наиболее оптимальной ёмкостью для соларографической камеры являются металлические банки. Они гарантированно не пропускают свет, имеют обзор почти 180° по горизонтали и повсеместно распространены. Хорошим вариантом являются жестяные коробочки от чая и пр. и алюминиевые банки от напитков объёмом 0,5 и 0,25 л, последовательный гайд по изготовлению из них камер есть в конце руководства.



## ВЫБОР ЁМКОСТИ ДЛЯ КАМЕРЫ

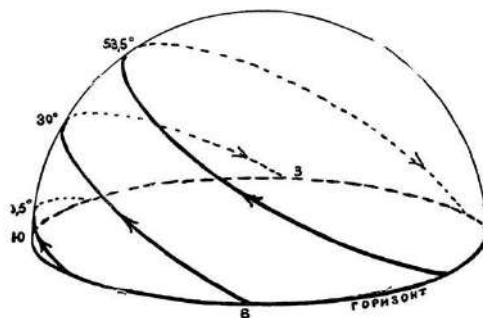
### Размер

От размера банки будет зависеть разрешение снимка. Брать банки меньше, чем от фотоплёнки, смысла нет - сложно сделать хорошее отверстие малого диаметра. В большую сторону размер ограничен имеющейся фотобумагой, которую ещё нужно будет как-то оцифровать (по сути ограничено размером сканера).

### Соотношение диаметра и высоты

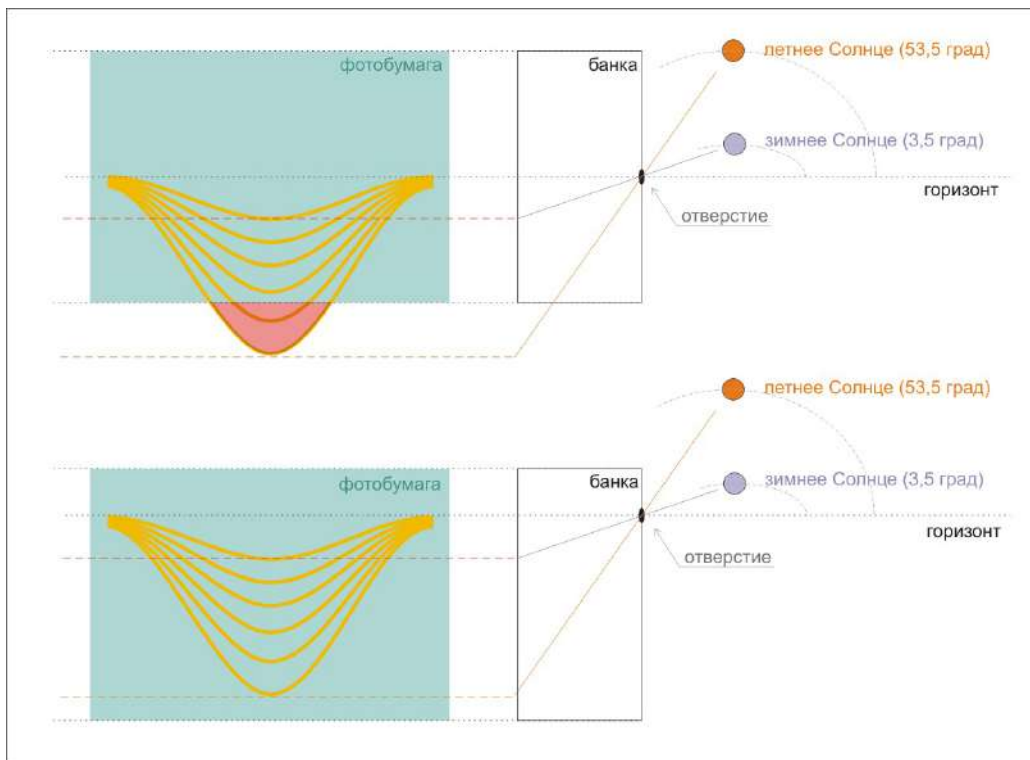
Лучше использовать банки с соотношением высоты к диаметру не менее 2:1. И вот почему:

На широте Санкт-Петербурга солнце движется по следующей траектории:

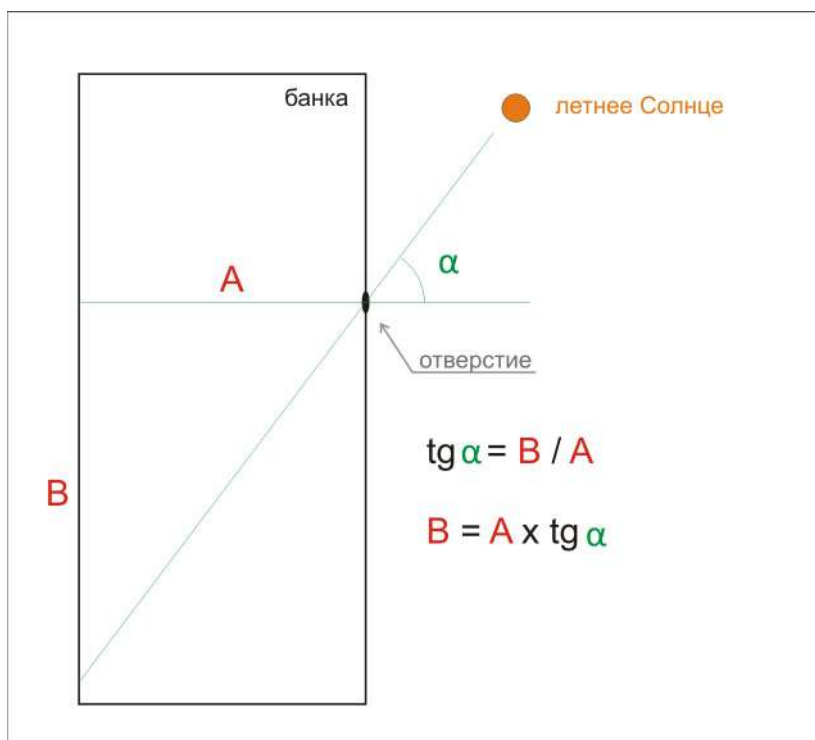


(картинка из: Прянишников В. И. - Занимательное мироведение, 1936г)

В день летнего солнцестояния (22 июня) оно может достигать угла в 53,5 градуса над горизонтом. Поэтому, если сделать отверстие по центру низкой банки, – солнце вылезет за пределы фотобумаги, к тому же может отразиться от дна банки и дать паразитные блики.



Подобрать необходимую банку и рассчитать положение отверстия легко, если знать угол максимального возвышения Солнца в данной широте (эти данные можно найти в интернете или с помощью программы [Stellarium](#) или [3D Sun Path](#)).



**A** – диаметр банки,

**B** – высота дуги трека Солнца на фотобумаге, минимальное расстояние от нижнего края фотобумаги до отверстия.

**α** – максимальный угол возвышения Солнца в данной местности.

например, для СПб:

$$B = A \times \text{tg } \alpha \text{ (т.е. } 53,5 \text{ град)} = 1,35 \times A$$

Соответственно, чтобы оставить немного на землю и небольшое поле сверху – лучше брать банку с отношением **B = 2 x A**.

Расстояние **B** также поможет выбрать место для прокола в банке, его лучше брать с небольшим запасом.

## Материал камеры

Основные требования к материалу банки:

- банка не должна размокать. Для улицы бумажные и картонные от чая не подойдут.
- «тёмные пластики» на самом деле могут пропускать свет, при длительных выдержках бумага в них просто засветится. Гарантированное экранирование света обеспечивает только металл.
- желательно, чтобы банка была жёсткой. Если в процессе экспозиции банка будет менять свою геометрию — изображение размоется или начнёт двоиться.
- тонкие металлические банки могут легко сминаться, поэтому, если вы используете их, обращайтесь с ними очень осторожно.



# ОТВЕРСТИЕ

## Диаметр отверстия

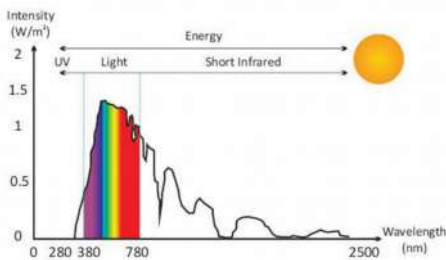
От размера отверстия зависит качество получаемого изображения. При слишком большом отверстии картинка будет размытой, при слишком маленьком проявится эффект дифракции, что тоже приведёт к размытию снимка.

Оптимальный диаметр отверстия привязан к фокусному расстоянию (расстояние от отверстия до светочувствительного материала) и длине волны света через формулу:

$$D = 1.9 \sqrt{f \lambda}$$

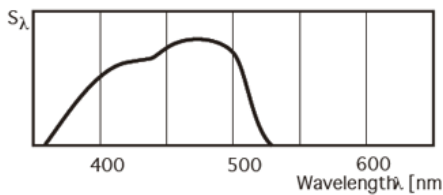
где:  $D$  — диаметр отверстия, мм  
 $f$  — фокусное расстояние, мм  
 $\lambda$  — длина волны света, мм

Чтобы определиться с  $\lambda$ , нужно посмотреть на спектр излучения источника (Солнца) и спектральную чувствительность приёмника излучения (фотобумаги). По сути нужно найти длину волны в дневном свете, при которой процесс засветки фотобумаги происходит наиболее эффективно ([актиничность](#)).



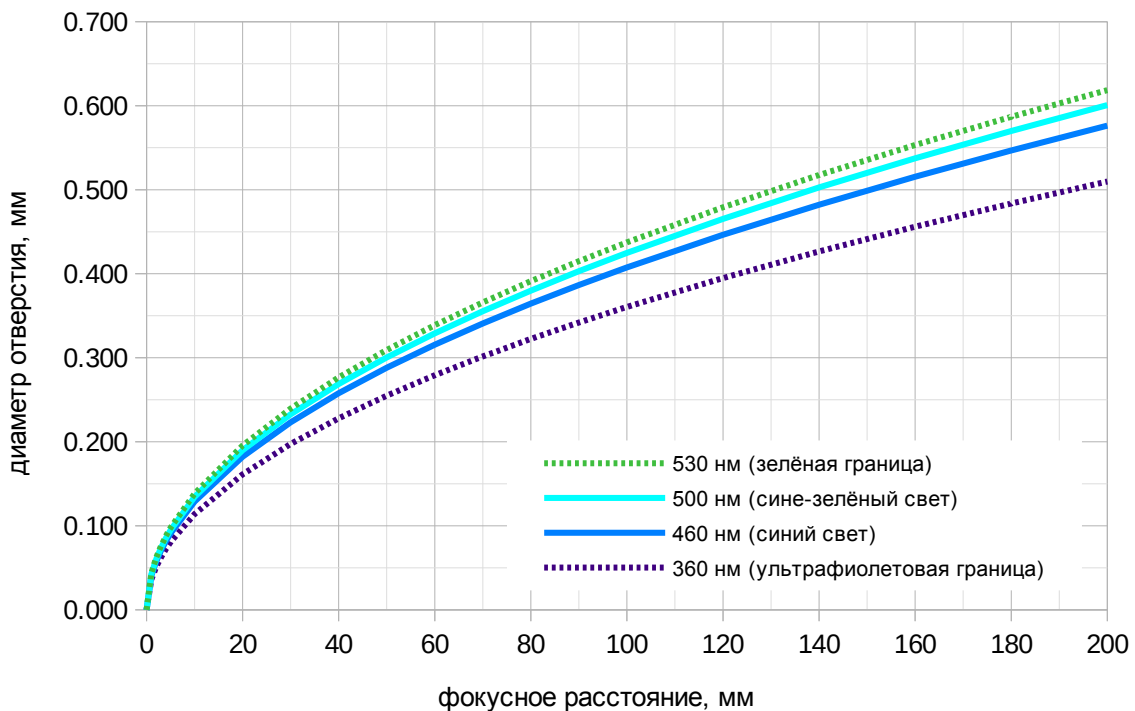
Спектр излучения Солнца у земной поверхности. Максимум излучения приходится на диапазон 460-600 нм (синий, голубой, зелёный и жёлтый участки спектра). Ниже 450 нм начинается резкий завал интенсивности. Объекты на земле переотражают солнечный свет в соответствии со своими спектральными характеристиками. Например, трава кажется зелёной потому что хлорофилл отражает зелёную часть спектра, а красную и синюю поглощает. А вот снег отражает весь спектр видимого света, поэтому кажется белым.

Relative spectral sensitivity



Спектр чувствительности ч/б фотобумаги (Foma 312). Наблюдается явный провал в чувствительности к 360 нм (ультрафиолетовая граница) и 530 нм (зелёная граница). У другой фотобумаги может быть другая спектральная чувствительность, однако в большинстве случаев верхняя граница не выходит за пределы 550-600 нм.

Получается, что наиболее пересекающимся диапазоном будет 460-500 нм (от синего до сине-зелёного). Поэтому для расчётов оптимально брать свет с длиной волны 480 нм (0.00048 мм). Можно воспользоваться графиком, в идеале нужно попасть между синей и голубой линиями.



# СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ (НА ЧТО СНИМАТЬ)

## Тип бумаги

Лучше брать матовую ч/б фотобумагу. Обращаю внимание, что это должна быть светочувствительная бумага, а не фотобумага для принтера! Разные фотобумаги будут давать разную тональность в итоговом изображении, единственный тест пока видел тут. Можно просроченную.

Можно ли использовать глянцевую? Можно, но на такой бумаге будут переотражения, которые создадут паразитные треки.

Можно ли использовать плёнки? Возможность под вопросом, поскольку плёнка глянцевая и помимо серебросодержащей эмульсии содержит вспомогательные слои, имеющие высокую оптическую плотность. При стандартном использовании плёнки эти слои смываются при проявке и фиксаже, однако соларографические снимки настолько пересвечены, что попытка проявки моментально убьёт изображение. Попытки закрепить изображение сильно снижают контрастность изображения. Поэтому лучшим способом сохранить изображение будет его оцифровка.

Результаты опыта с проявкой соларографического снимка на фотобумаге в слабых растворах: если снимок попытаться опустить в проявитель стандартной концентрации - он моментально почернеет. Для опытов кинул в стакан обрывок пересвеченной фотобумаги с проекцией вилки и покапельно добавлял концентрат. Реакция начинается с ~1:100. При проявке соларографии снимок сначала светлеет, потом постепенно начинает набирать черноту, но контрастность при этом не особо увеличивается - светлые участки через какое-то время тоже "стартуют". зато напрочь убивается интересное цветовое тонирование, и снимок начинает напоминать пережаренный HDR. Пока что результат можно считать отрицательным.

Что же происходит при такой сверхдлительной экспозиции со светочувствительным слоем? Доподлинно неизвестно, однако есть предположение, что процесс образования центров скрытого изображения перерастает в образование нитевидных кристаллов серебра и клубков из них, которые поглощают определённые линии видимого света, тонируя изображение.

Примечательно, что попавшая в камеру вода изменяет процессы засветки фотоматериала, вместо сиреневых оттенков появляются бордовые.

Чтобы определиться с пригодностью фотоматериала, можно провести несложный тест: поместить на подоконнике лист фотоматериала светочувствительным слоем вверх и положить на него сверху какой-нибудь металлический предмет, местами экранирующий свет, местами — нет. Через час-два можно посмотреть что получилось. Пригодный материал потемнеет (станет синеватым) на свету, участки под плотно лежащим металлом должны сохраниться первозданными, между ними будет некий градиент тональности. Отношение оптической плотности светлых и тёмных участков и есть динамический диапазон фотоматериала при самопроявке, обычно он не очень высокий.



## УСТАНОВКА КАМЕРЫ

У самых практичных камер из алюминиевых банок есть один важный недостаток — они имеют очень мягкие стенки и легко деформируются. Скотч, плотно обёрнутый вокруг банки, сжимаясь на морозе, схлопывает её – случаи были. Для таких банок подойдёт крепление из проклеенной моментом нити или в виде отдельных полосок из металлического скотча.

Выбор пространства имеет некоторую специфику:

- банку могут сорвать или повредить люди или животные, поэтому она должна стоять либо на своей территории, либо там, где вероятность её нахождения стремится к нулю. Полезным будет прикрепить к банке ламинированную скотчем табличку с информацией об этом объекте и к кому обращаться при возникновении вопросов. Также можно указать, что внутри нет ничего ценного кроме куска фотобумаги.

- банка выглядит как поделка террористов, и приматывать банку изолентой к столбу посреди города не стоит! Известен как минимум один случай в США, когда банку снимали сапёры.

- армирование камеры и крепление к окружающей обстановке хорошо производить серым строительным скотчем. Особо осторожно нужно быть с камерами из нежёсткого материала, вроде алюминиевых банок, их может раздавить сжимающимся скотчем при понижении температуры. В последнее время я использую алюминиевый скотч для крепления к гладким поверхностям или какие-нибудь веревки, саморезы и пр., в зависимости от обстоятельств. Главный принцип — камера должна быть закреплена крепко, но без сильного давления на неё, и чтобы не шаталась от сильного ветра.

- требуется маскировка для банок, выставляемых в местах потенциального доступа людей и животных. Лучше, чтобы банка абсолютно не имела ароматов еды, для их нетрализации хорошо помогает тщательная отмывка в крепком растворе соды. Блестящие поверхности также могут привлекать птиц.



## ВРЕМЯ СЪЁМКИ

Через какое время на фотобумаге появится трек солнца? Да сразу как на неё попадёт солнце. Пары минут яркого солнца будет достаточно. Лучше держать минимум неделю. Смысла держать дольше, чем между датами 22 июня — 22 декабря нет, с перехлёстом этих дат — тоже. Солнце ходит вверх-вниз между этими датами и трек 21 июня будет перезаписывать трек 23 июня.

Скорость ежедневного прироста высоты солнца неравномерна в течение года. Например, для Спб значения следующие:

	Максимальная высота солнца над горизонтом, °	Δ за месяц, °
22 декабря	6,75	
		4
22 января	10,5	
		8
22 февраля	19,5	
		11,5
22 марта	31	
		11,5
22 апреля	42,5	
		8
22 мая	50,5	
		~3
22 июня	53,5	

Получается, что максимальный прирост наблюдается во время равноденствий, а к солнцестояниям он уменьшается почти в 3 раза, что приводит к «слипанию» треков.



## СКАНИРОВАНИЕ

Оцифровку изображения можно производить и с помощью фотосъёмки. Мне больше нравится сканирование.

Перед сканированием извлечённые снимки лучше просушить в темноте – в банку через отверстия легко попадает влага, которая, расплываясь по стеклу сканера, даст пятна. Рекомендую начисто протереть стекло сканера от пыли, отпечатков пальцев и пр., иначе оно всё радостно перекоцует в ваш снимок.

Самой большой проблемой при сканировании снимков является их засветка встроенной лампой. Нужно всё сделать правильно за один прогон, иначе ко второму сканированию снимок потемнеет, потеряет контрастность или вообще покроется полосами. Поэтому лучше пристреляться заранее:

1. выбрать область сканирования (однозначно устанавливаемая размеченная клейкая картонка, куда будем потом крепить снимок – после извлечения из банки он будет стремиться свернуться обратно в цилиндр)

2. разрешение и глубину цветности (я использую по 16 bit на цвет и 400-900dpi в зависимости от размера кадра), но чтобы сканер ни разу не притормозил – иначе появятся пересвеченные полосы.

Зависимость разрешения и размера изображения очевидны — у сканера есть ограниченная пропускная способность информации за единицу времени. Допустим, он может считывать только 2000 пикселей по ширине при 16-битной глубине, это будет означать, что он сможет переварить 10 дюймовую ширину при 200dpi, либо 4 дюймовую при 500dpi, но 10 дюймовую при 500dpi он уже плавно оцифровать не сможет. К каждому кадру требуется подбор. Могу только посоветовать укладывать снимок длинной стороной вдоль направления сканирования, чтобы уменьшить ширину сканируемого поля в единицу времени.

Почему 16 бит? Потребуется постобработка, а если сканировать с глубиной 8 бит, то вытягивать будет не из чего.

3. сохранение в TIFF 16 bit

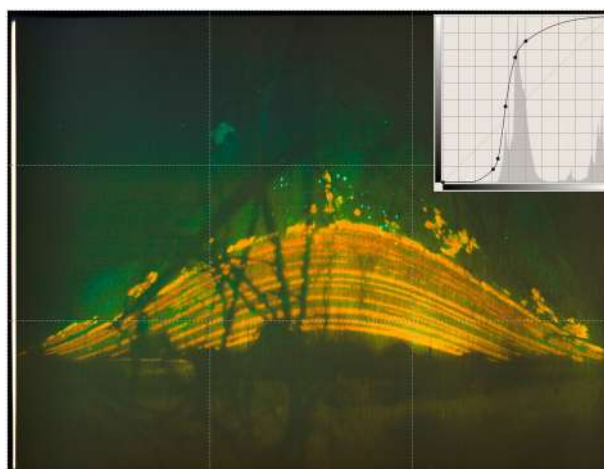
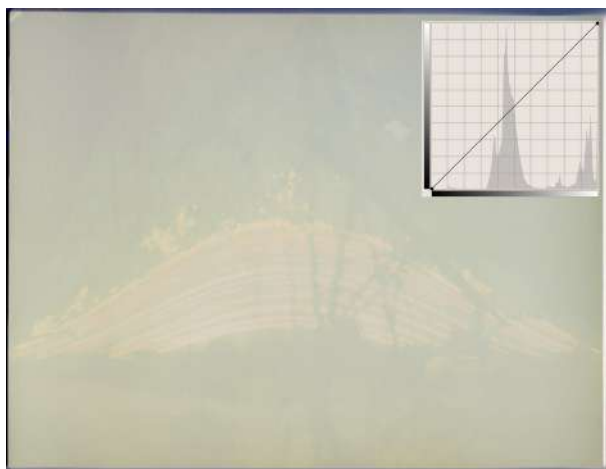
## ПОСТОБРАБОТКА

Полученное со сканера изображение будет крайне тусклым. Дело в том, что полезная информация заключена в очень узком тональном диапазоне. Здесь и пригодится 16-битная глубина. Последовательность примерно такая:

1. инвертирование изображения

2. обрезка, разворот и прочие придания снимку правильной геометрии

3. растягивание кривыми тонального диапазона



4. цветовая коррекция, шарпы и пр. до ощущения радости от снимка

5. сохранение в TIFF 16 bit



## **ПРИМЕР. Как сделать камеру из алюминиевой банки из-под напитков**

1. найти 2 пустых не смятых банки: одну 0.5л, вторую либо 0,5, либо 0,33. Но лучше брать одинаковые, разные банки могут чуть-чуть отличаться по диаметру. При дальнейших действиях банки мять нельзя, смятием считается образование устойчивого излома металла. Если банка повреждена — лучше взять другую.

2. промыть от остатков напитков.

3. обрезка банок:

(будьте внимательны, образовавшиеся края будут очень острыми, можно отфигачить что-то нужное, вплоть до сухожилия)

- кончиком острого канцелярского ножа сделать кольцевой надрез на указанных на картинках уровнях. Прорезать лучше несколько раз по кругу, стараясь не сбиваться с колеи. Как это сделать аккуратно — можно посмотреть на ютубе, например [ТУТ](#). Как только нож начнёт проваливаться в внутрь банки — можно, аккуратно нажимая пальцем на разрез, его расширить — металл просто будет рваться. Кромки будут очень острыми, рекомендую их притупить. Итак мы получили 2 «стакана», левый высокий будет самой камерой, правый — её крышкой.

- из высокой части нужно на необходимом уровне (см. п1.1 про геометрию банки) вырезать окно ~2х2 см (область **А**), сюда будет наклеиваться маска с отверстием. Удобнее всего это делать маникюрными ножницами. Неровные края затем нужно разгладить ручками больших ножниц на чём-то твёрдом.



- из остатков низкой части вырезать область **Б** размером 40х30мм, из неё будет изготавливаться маска.

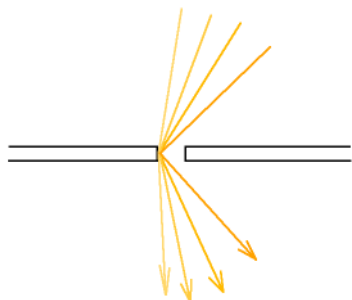
- зачёркнутые области нам больше не понадобятся.

- проверить как одевается крышка на камеру. Буквально попробовать, миллиметров на 5. Если входит туго, но всё же входит — то хорошо. Если камеру обрезать ниже завальцовки — ловить диаметр по диаметру будет нереально, поэтому приходится это делать на конической части, хоть там и металл толще. Если не входит совсем — то лучше попробовать другие пары, возможно на длинной банке слишком толстый слой краски или так получилось технологически, что у банок переменный диаметр (середина может быть тоньше основания и горла).

- полученные половинки будет не вредным зачернить изнутри матовой чёрной краской из баллона.



4. изготовление маски с отверстием. Самым сложным в пинhole является технология получения правильного отверстия, и у каждого она может быть своя. Приведу способ с оптимальным соотношением трудозатрат и качества. Основным показателем качества отверстия, помимо диаметра, является нулевая толщина окружающих его стенок. Смысл в том, что если просто ткнуть иглой — получатся плоскости, от которых будет образовываться рассеянный свет, и контрастность изображения будет падать.



Процесс изготовления маски:

- у вырезанного кусочка **Б** закруглить углы.
- положить его внешней стороной (где краска) на ровную деревянную плоскость (например кухонную доску) и проткнуть иглой отверстие нужного диаметра (1). При этом, естественно, металл развальцуется наружу вслед за иглой (2).
- острым канцелярским ножом срезать развальцевавшийся металл (3) отпиливающими движениями, плотно прижимая его к листу. Нормально получится скорее всего не с первого раза. Если нож будет тупым, то металл просто замнётся обратно в отверстие.

Если всё сделали правильно — края отверстия получатся острыми и не будут бликовать. Это можно проверить, посветив ярким фонариком с обратной стороны отверстия, и наблюдать отражённый луч примерно как на картинке сверху. Конечно, отверстие будет немного «светиться», но в идеале света вообще не должно быть ([см. Чёрный бархат](#)).

5. наклейка маски на банку. Здесь всё просто, нужно обезжирить длинную банку в районе выреза **А** и полученную маску. Затем обрезками алюминиевого скотча приклеить маску к банке так, чтобы пинholeное отверстие попало примерно в середину выреза **А**. Скотч нужно плотно пригладить.

6. заправка фотобумаги. Заправлять фотобумагу естественно нужно в тёмной комнате в свете красного фонаря (подойдёт задний светодиодный велосипедный). Оптимальный размер бумаги для этой камеры 180x138 мм. Бумагу нужно предварительно подскатать по краям внутрь в сторону эмульсии, чтобы потом края расправились максимально плотно к банке (попробуйте сначала без этого, чтобы понять о чём идёт речь).



Пинholeное отверстие должно оказаться на расстоянии нескольких мм (8-10) от краёв бумаги. Если бумага развернулась криво — поправьте её пинцетом, потянув за противоположный от напоздшего на отверстие край. Пытаться толкать бумагу со стороны напоздшего на отверстие края не нужно — она будет распираться и сопротивляться.

7. одеваем крышку на камеру, достаточно запрессовать на 10-15 мм. Обратите внимание на перекосы, если один край будет запрессован сильнее — сечение банки станет овальным, что не есть хорошо.



Шов по периметру нужно проклеить полоской алюминиевого скотча. Заклеиваем отверстие, лучше подложить под скотч небольшой кусок чёрного картона, чтобы банка «дышала» через отверстие. Это необходимо для компенсации давления при перепаде температур.

Готово!



## ПОЛЕЗНЫЕ ССЫЛКИ



### СОЛАРОГРАФИЯ

<http://vk.com/solarography>

группа в VK по соларографии



### SOLARIGRAFIA

<https://www.facebook.com/groups/solarigrafia>

большое сообщество в Facebook по методу с большим потоком качественного контента



### The Sun Path — solargraphy time-lapse

<https://vimeo.com/170684864>

таймлапс видео о том, что происходит на фотобумаге во время экспонирования



### 3D SUN-PATH

<http://andrewmarsh.com/apps/releases/sunpath3d.html>

хороший ресурс для расчёта траекторий движения Солнца в конкретной местности



### ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ БИБЛИОТЕКА

<https://vk.com/docs-40950872>

группа, где Игорь Брякилев собирает уникальную литературу, в т.ч. по пинхолу



### ЖУРНАЛ ПИНХОЛИСТ

<https://vk.com/pinholist>

группа Игоря Брякилева, посвящённая пинхол-фотографии

