

Вакуумный детектив

В так никогда и не написанном мною обзоре невидимой фотографии должна была быть глава про вакуумный ультрафиолет.

Вакуумный ультрафиолет, он же ВУФ – это излучение, занимающее широкую "ничейную" зону между рентгеном и "честным" ультрафиолетом. Общеизвестных границ у него нет. Я как-то привык относить к этому диапазону волны с длиной от ~ 1 до примерно 120 нанометров (энергии фотонов 10-1000 эВ). В литературе, однако, жёсткую часть ВУФ нередко [определяют](#) как мягкий или ультрамягкий рентген.

В быту ВУФ-излучение встречается не так уж и редко. Мы генерим его вспышку всякий раз, когда с искрой выдёргиваем что-нибудь из розетки под напряжением свыше эдак ста вольт. Только вот вспышка эта дальше самой искры не распространяется, потому что напрочь поглощается воздухом. Ибо даже воздух для ВУФ непроницаем, как гуталин для света обычного. В твёрдых же веществах ВУФ "застревает" вообще на первых микронах. **Во всех.** В этом и есть главная особенность вакуумного ультрафиолета, подарившая ему название: жить и распространяться он может только в вакууме. Никакого окошка, тем паче линзы, сделать для ВУФ невозможно. Не из чего. Для существ с ВУФ-зрением мир состоял бы исключительно из тёмных непрозрачных предметов.

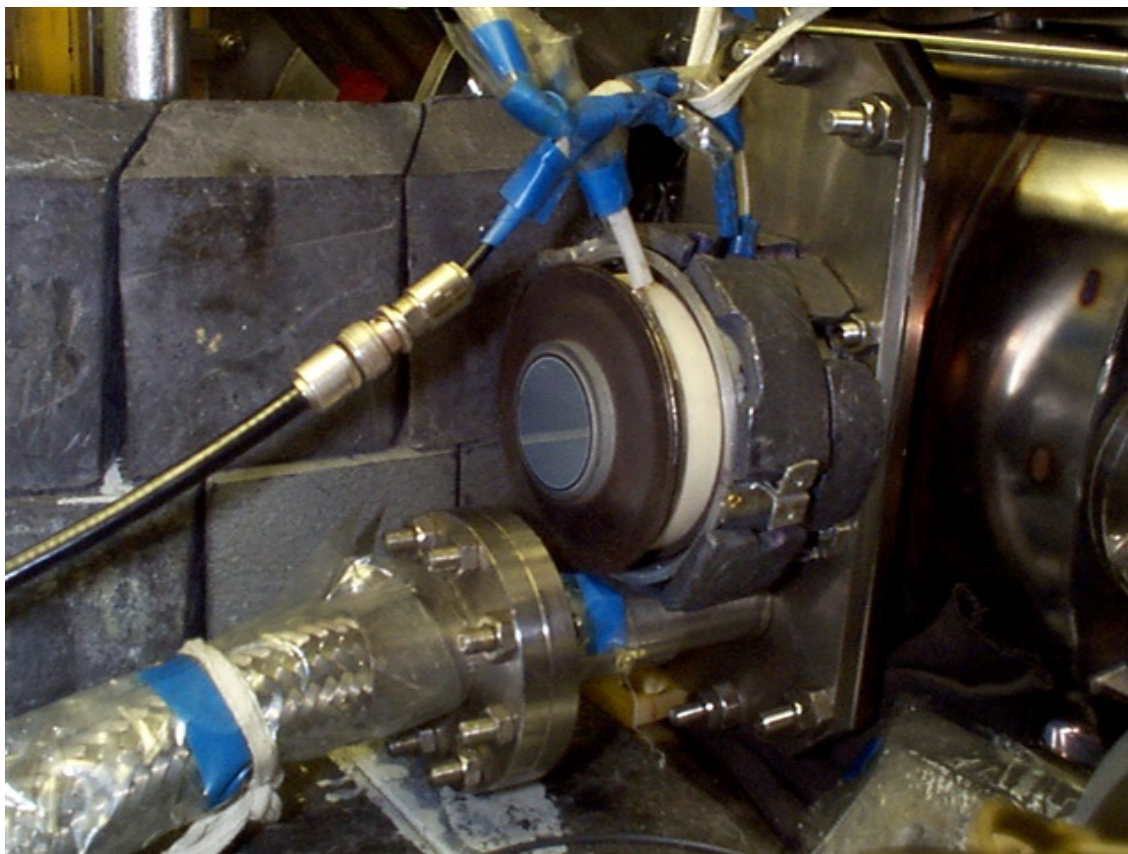
Фотографировать в ВУФ, однако, иногда всё-таки приходится. Для научных целей, конечно. Я ещё не слышал про вакуумные арт-постановки для ВУФ :) Редкий это диапазон для фотографов. Немногие могут похвалиться опытом работы в этом "свете".

Тем не менее, в СССР когда-то выпускалась специальная фотоплёнка именно для регистрации вакуумного ультрафиолета и мягкого рентгена, под названием, кажется, РФ-3. Чёрно-белая, конечно. От обычной отличалась отсутствием желатинового эмульсии, дабы ВУФ-излучение поглотилось не в ней, а в обнажённом и утолщённом светочувствительном слое. Капризная и неудобная плёнка. Пахнет гадостно, эмульсия без защиты крошится, вуаль чудовищная, динамический диапазон узкий. Я так и не научился качественно её проявлять. Вечно царапины и неравномерная густая вуаль. Впрочем, может быть, всё дело было в истёкшем сроке годности. Изготовили-то её ещё когда в СССР, а снимал я лет 10 спустя. Документации по проявке тоже не сохранилось, пришлось осваивать процесс экспериментально.

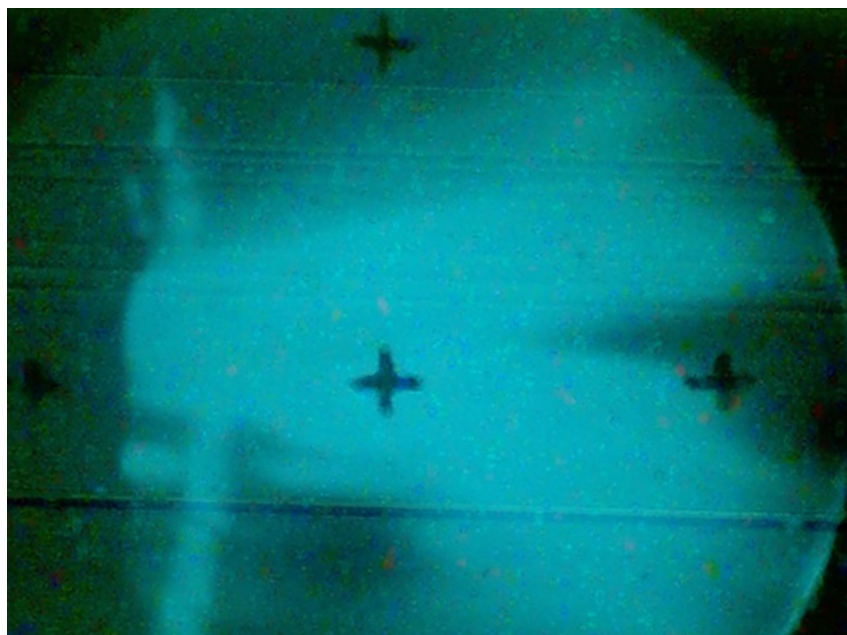
В общем, да, именно съёмкой в мягком рентгене и ВУФ я и занимался в новосибирском ИЯФе в 1998-м году. Объектом моего изучения была плазма, нагретая до 10 миллионов градусов. Она как раз в ВУФе ярко светится. Хотелось заснять её, чтобы, внимательно поглядев на картинки, что-то понять если не про Общую Теорию Всего, то хотя бы про конкретную плазму на нашей конкретной установке ГОЛ-3-II.

Намучившись с фотоплёнкой, регистрацию ВУФ мы повели в цифре. Подозреваю, немногими из первых в мире. Большая часть заслуги в том принадлежит Алексею Заболотскому, но и я приложил руку. Собрал вакуумированный фотоаппарат на МКП с обскурой. Светофильтры поставил, а это отдельная поэма. Вы когда-нибудь держали в руках майларовую плёнку толщиной 2 микрона? Она рвётся от любого неосторожного прикосновения. Сажать её прямо на грубый клей нельзя, а надобно разбавить его сначала бензином. Тонкая материя. Воистину воздушная.

Вот так выглядел фотоаппарат снаружи:



А вот так -- ~~типичный~~ лучший результат его работы:



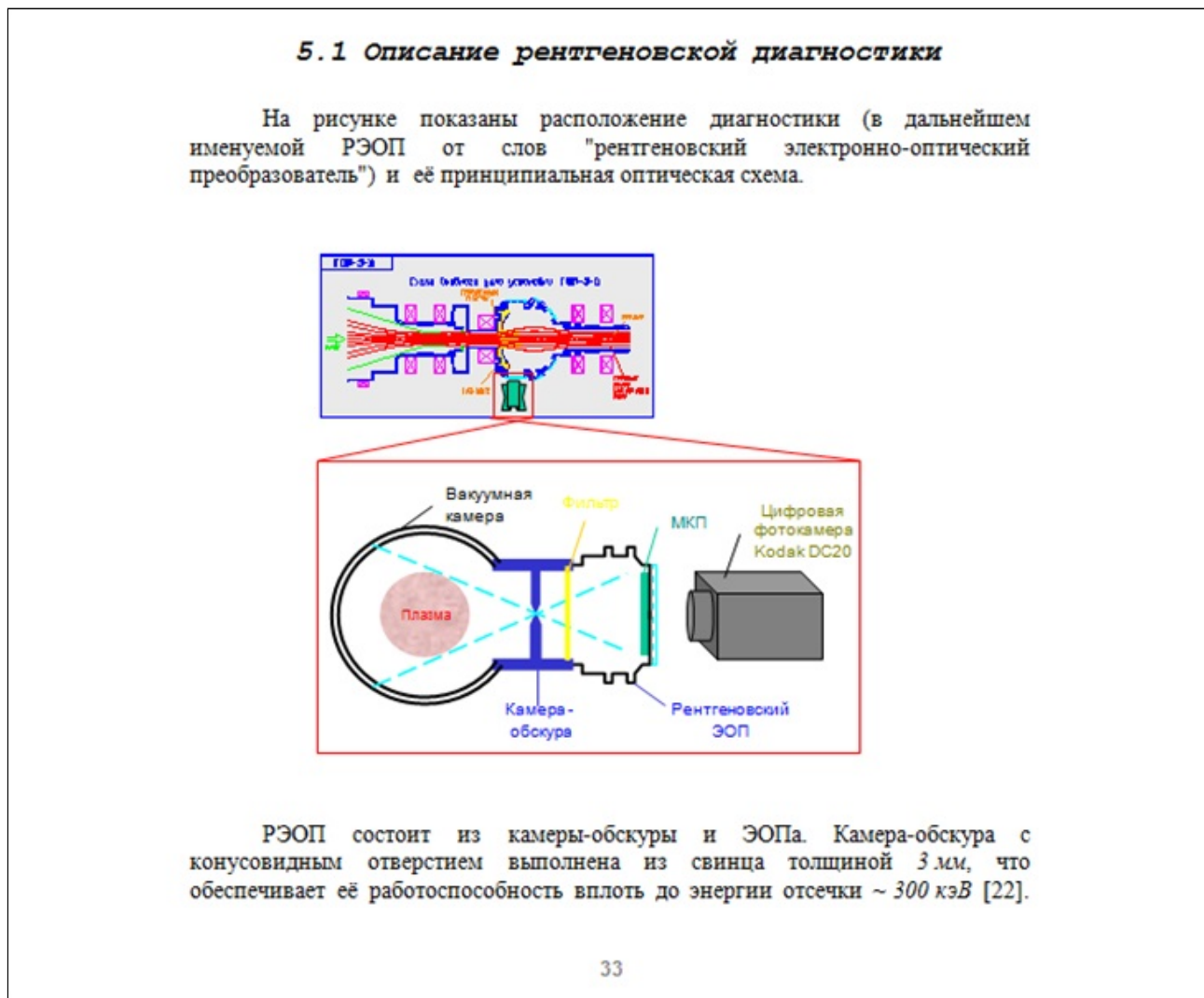
Кадр, догадываюсь, для непосвящённых выглядит загадочно. Если навести на него мышку, можно увидеть некоторые пояснения.

Плазма здесь летит слева направо почти вдоль линий магнитного поля, задающих её путь и форму. Сине-зелёная окрашенность – артефакт регистрирующего устройства; снимок по смыслу и по сути своей чёрно-белый.

Круглый экранчик диаметром 40 миллиметров разрешает около 130 точек. То есть, в кадре примерно 0.013 мегапикселей, выражаясь современным языком. Температура плазменного столба достигает 10 миллионов градусов (1 КэВ), физический диаметр примерно 120 миллиметров. Экспозиция 1 микросекунда, то есть 1/1000000 сек, а диафрагма, она же апертура... Так. Размер отверстия обскуры я хорошо помню (0.3 мм). Чтобы получить апертуру, надо разделить на него фокусное расстояние объектива. Вопрос: чему оно было равно?

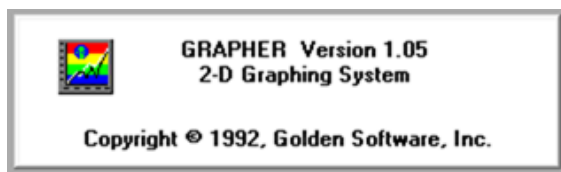
Вот этого я не помнил. Забыл, лет-то сколько прошло. Но ведь именно для такого случая существуют бэкапы, так?

Я открыл свой диплом. Нашёл описание экспериментальной части. Тээ-кс, где тут у нас... ага, температура, параметры светофильтров, экспозиция... диаметр обскуры... А фокусного расстояния нет. Принципиальный чертёж фоторегистратора имеется, но без масштаба и без фокуса!



Ё-моё, как же так? Профессиональный кодекс фотографа требует указать все параметры кадра!

Может, фокусное расстояние осталось на каких-то других чертежах? Их в своё время для конференций делалось много. Архивы есть, только вот проблема: многие файлы присутствуют лишь в формате GRF. Это от такого древнего-древнего графопостроителя под названием Grapher:



Хорошая, между прочим, была программка. Но где её взять сейчас? Быстро выясняю, что производитель по-прежнему жив и бодро толкает на рынок **восьмую** (на момент событий) версию своего продукта. Но меня жаба душит платить лишь за то, чтобы открыть разок десяток старых файлов. Своих, к тому же.

Пишу в customer support, вежливо интересуюсь, не завалылась ли у них в пыльных архивах более ранняя версия их программки? Вторая, например, а лучше даже первая? Мне только на взглянуть, не для бизнеса. Но я готов и купить.

Кастомер саппорт от моего вопроса вежливо обалдевает и отвечает защитным сворачиванием в тональность "как радостно, что Вы нам позвонили!" И далее, "мы готовы осуществить все Ваши желания и можем предложить даже не первую, а улучшенную, супер-современную восьмую версию нашей замечательной программы всего за \$25 за рыбу деньги!"

Тут я сказал себе "стоп!" Ладно, \$25 не супер-деньги. Можно отдать. Но поймёт ли восьмая версия первую? Сколько там лет прошло да форматов поменялось? То-то же. Фиг его знает. И скормандовал отставить. Потому ещё, что вспомнил про свой старый CD, на котором в 2000-м году привёз в Америку все свои файлы и много чего сверху. Да-а, такие тогда времена были кошерные, на один сидюк всё вмещалось, эх...

Удивительно -- сидюк нашёлся мгновенно. В стопке стоящего на перебор и уничтожение старого хлама. С трепетом сунул я его в компьютер. Выяснилось: половина диска уже не читается. Но – о чудо! – дистрибутивы Grapher, версия один, выжили на небитой половине, и после ряда прыжков и приседаний я даже уговорил их взлететь на современной Винде и показать содержимое столь интересных мне файликов.

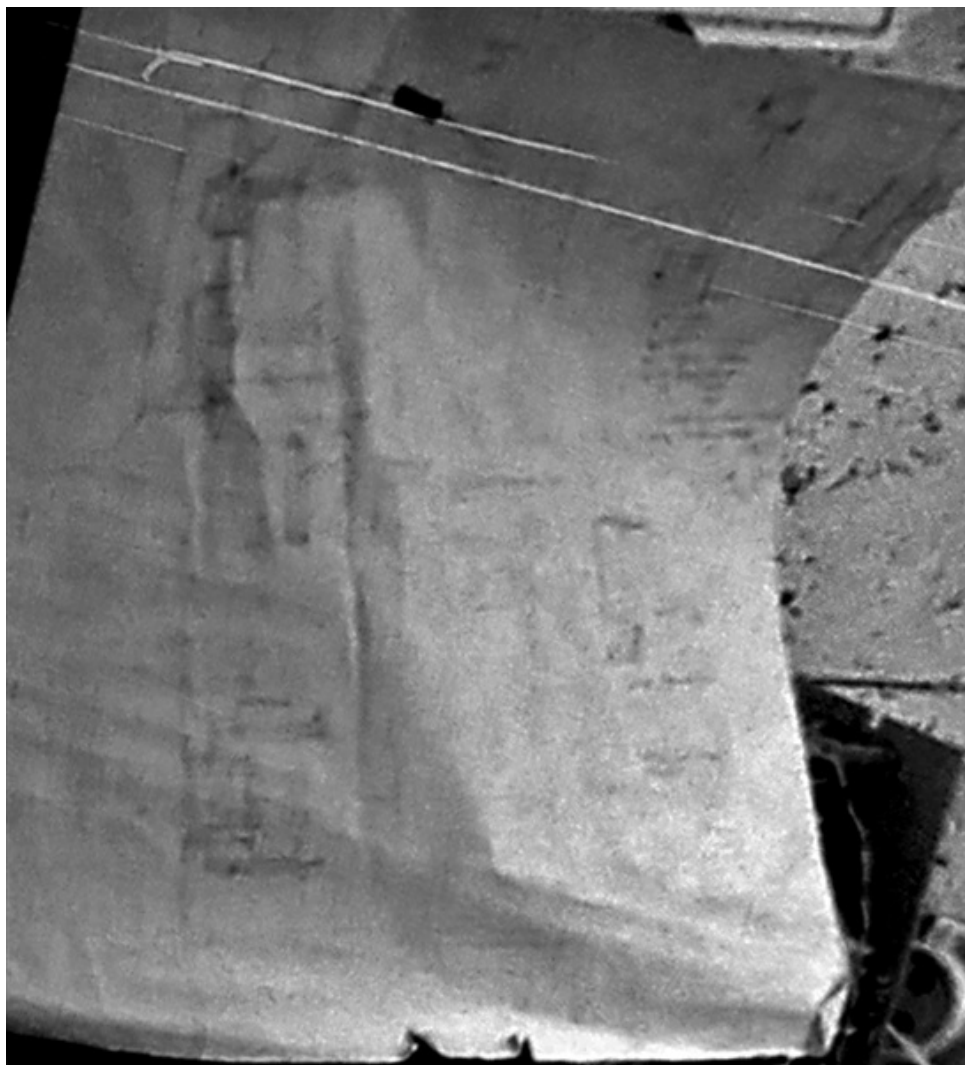
Пусто. Ну то есть множество любопытного увиделось и вспомнилось по предыдущей работе, но вот чертежа рентгеновского фотоаппарата с масштабом так нигде и не обнаружилось.

К этому моменту мною владел сладчайший азарт исследователя-охотника. Значение фокусного расстояния представлялось чем-то вроде величины постоянной Хаббла или тайны Бермудского Треугольника. Во что бы то ни стало эту вселенскую загадку нужно было разрешить. Я не глядел на часы. Я глядел внутрь себя в поисках новых источников ответа.

Такой источник быстро нашёлся. Я вспомнил, что прямо напротив моего рабочего места в ИЯФе к стене была пришпилена здоровенная миллиметровка, с которой на меня сурово взирал детальный чертёж разработанной в металле системы. В трёх проекциях, с указанием каждого размера. А само рабочее место было когда-то запечатлено на фотоплёнку. Камера "Зенит", объектив 35 миллиметров, 1/30 секунды, F/3.5, ISO 200, сентябрь 1997 года:



С рычанием взрезал я изображение чертежа, перепроецировал, профильтровал, увеличил, отшарпил. Увы! Человек, знакомый с устройством в металле, безусловно, узнал бы в этих разводах его контуры. Но вот вытащить отсюда ещё и циферки размеров в миллиметрах не позволяла уже никакая конфабуляция:



Я принялся ходить по комнате. Что дальше? Зрительно я чётко помнил трубку обскуры моего "фотоаппарата". Моторная память пальцев у меня приличная. Случается, почти с ужасом гляжу на левую руку, вдруг "вспоминающую" аккорды лет 10 назад игранной песни.

Я закрыл глаза, мысленно взяв в левую руку обскуру фотоаппарата, а в реальности -- линейку. Расставив большой и указательный пальцы правой руки на длину фокуса обскуры, я приложил их в воображении к оптической оси системы, в реальности коснувшись линейки. Открыл глаза: 53 миллиметра. Прodelал этот опыт несколько раз. Все цифры получились на удивление схожими: 52-57 миллиметров.

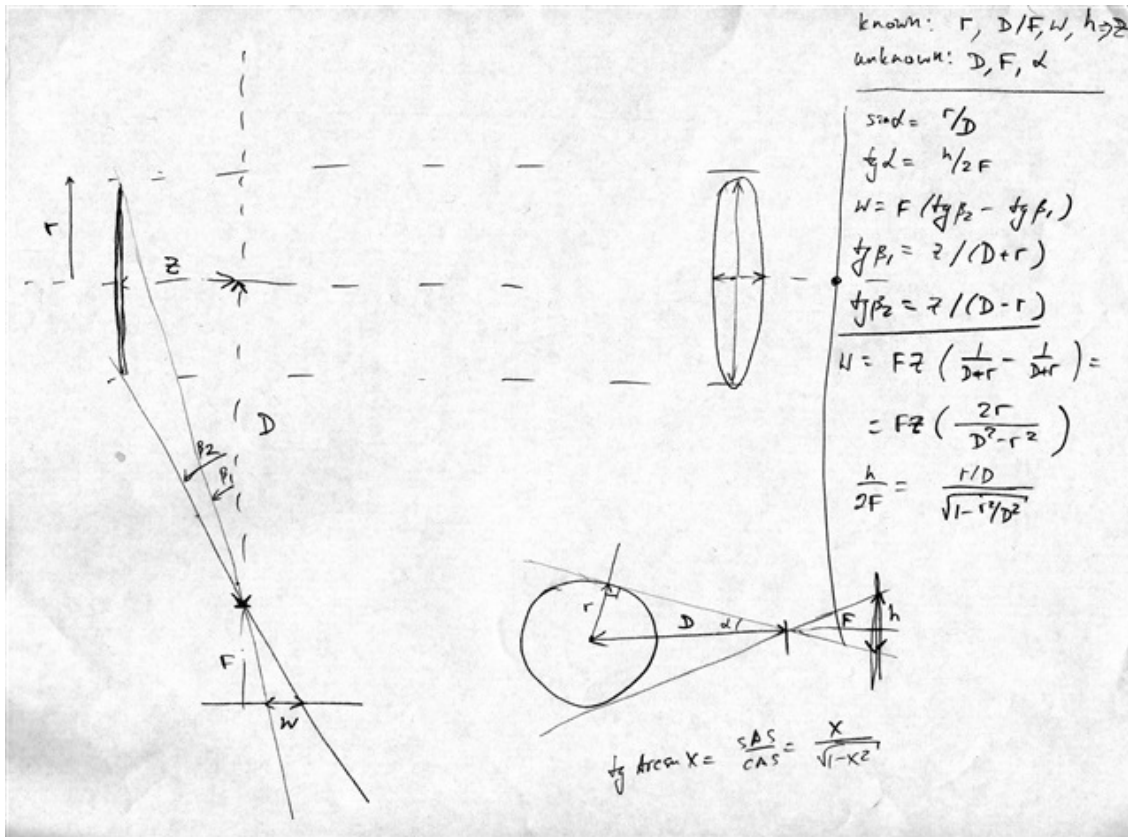
Да, примерно где-то таким фокус системы и был, я уверен. Но метод, метод... "Результат получен путём загибания пальцев в воображаемом пространстве". Не годится. Даже для курсовой работы. Хотя вот, кстати, фразочка "результат получен методом экспертной оценки" считается вполне приемлемой. Хотя означает то же самое :) Но это строго между нами, а так я Вам ничего подобного не говорил :)

Ладно, что остаётся ещё? Я долго пялюсь на эту ультрафиолетовую фотографию, и в голове начинает зреть некоторая Мысль.

Ведь кое-что я про это изображение достоверно всё-таки знаю. Из диплома, из ИЯФовских препринтов. Я, например, хорошо знаю диаметр вон того выходного кольца слева, откуда летит плазма. Я знаю все размеры на экранчике камеры, в миллиметрах, и очень точно. Потому что реперные крестики нанесены через каждые 15 миллиметров. И, наконец, в дипломе я проговорился, что на оси плазмы расстояние между реперами эквивалентно 61 миллиметрам. То есть, мне известен масштаб изображения по крайней мере в центральной его плоскости.

Можно ли из этих цифр извлечь то, что мне надо? В частности, по замеренной степени "сплюснутости" кольца?

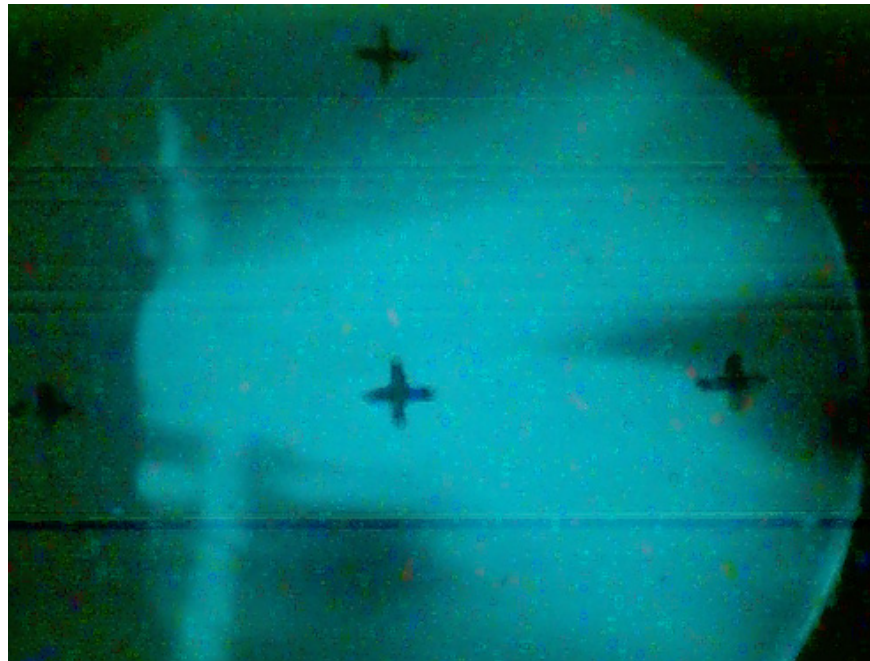
Быстро составляется чертёж-схема:



Лепится уравнение, связывающее известные величины с неизвестными. Оно оказывается биквадратным, и я радостно раскалываю его об колено. По пикселям тщательно измеряю в фотопше позиции ключевых элементов изображения. Подставляю в формулу, треск калькулятора и, та-даа, ответ: фокусное расстояние системы составляет... 56 миллиметров! С погрешностью в районе ± 5 мм.

То есть, именно столько, сколько намеряла моя моторная память :))

Итак, дамы и господа, фотографический EXIF редкого кадра, выполненного в вакуумном ультрафиолете:



Date and Time: 1998:03:20 19:21:20
Exposure, sec: 0.000001 (1/1000000)
F-number: F/187
Exposure Type: Manual
Light Source Type: Vacuum Ultraviolet peaked at 5 nm (250 eV)
Physical Focal Length, mm: 56

Subject Distance: 228 mm
Effective ISO (approximate): 5000000 ($5 \cdot 10^6$)
Image size: 130 pixels (diameter), 0.013 (megapixels).

03.09.2012

Вопросы? Комментарии? В ЖЖ: <http://eugenebo.livejournal.com/178191.html>

===

Text Author(s): Eugene Bobukh === Web is volatile. Files are permanent. **Get a copy:** [PDF] [Zipped HTML]
=== **Full list of texts:** <http://tung-sten.no-ip.com/Shelf/All.htm>] === **All texts as a Zip archive:**
<http://tung-sten.no-ip.com/Shelf/All.zip>] [mirror: <https://1drv.ms/u/s!AhyC4Qz62r5BhO9Xopn1yxWMSxtaOQ?e=b1KSiI>]
=== **Contact the author:** h o t m a i l (switch name and domain) e u g e n e b o (dot) c o m === **Support the author:** 1. **PayPal** to the address above; 2. **BTC:** 1DAptzi8J5qCaM45DueYXmAuiyGPG3pLbT; 3. **ETH:** 0xbDf6F8969674D05cb46ec75397a4F3B8581d8491; 4. **LTC:** LKtdnrau7Eb8wbRERasvJst6qGvTDPbHcN; 5. **XRP:** ranvPv13zqmUsQPgazwKkWCeAYecjYxN7z === **Visit other outlets:** Telegram channel <http://t.me/eugeneboList>, my site www.bobukh.com, Habr <https://habr.com/ru/users/eugeneb0/posts/>, Medium <https://eugenebo.medium.com/>, Wordpress <http://eugenebo.wordpress.com/>, LinkedIn <https://www.linkedin.com/in/eugenebo>, ЖЖ <https://eugenebo.livejournal.com>, Facebook <https://www.facebook.com/EugeneBo>, SteemIt <https://steemit.com/@eugenebo>, MSDN Blog https://docs.microsoft.com/en-us/archive/blogs/eugene_bobukh/
=== **License:** Creative Commons BY-NC (no commercial use, retain this footer and attribute the author; otherwise, use as you want); === **RSA Public Key Token:** 33eda1770f509534. === **Contact info** relevant as of 7/15/2022.

===