

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

МАСЛОВОЙ ЮЛИИ ЯРОСЛАВОВНЫ

«Оптическая система импульсно-периодического лазерно-электронного источника рентгеновского излучения для медицинских применений»,
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 — Оптика

Рассматриваемая работа посвящена разработке нового типа источника жесткого рентгеновского излучения, основанного на взаимодействии лазерных импульсов с пучком ускоренных до релятивистских энергий электронов. Непосредственно задачей диссертации являлось исследование и создание оптической схемы импульсно-периодического варианта такого источника, который был бы применим для покадровой съемки медико-биологических объектов, и, в первую очередь, для ангиографии.

На мой взгляд, актуальность рассматриваемого исследования абсолютно очевидна даже для людей, не имеющих отношения ни к физике, ни к медицине. Действительно, все мы время от времени вынуждены испытывать на себе воздействие тех или иных медицинских диагностик. К некоторым диагностикам мы относимся совершенно спокойно. Нам очень легко, скажем, измерить температуру или сделать флюорографию. Некоторые диагностик нас уже заставляют поволноваться. А некоторые

вообще приводят в ужас. Самыми неприятными нам представляются наиболее травматичные диагностики, вызывающие, к тому же, болевые ощущения. Но очень опасными могут быть и диагностики, которые внешне представляются совершенно безобидными, но воздействие которых на наш организм может со временем привести к печальным результатам. Реализация рассматриваемого в настоящей диссертации рентгеновского источника позволит сделать очень важный метод медицинской диагностики — ангиографию — значительно менее травматичным и менее опасным, в том числе, и с точки зрения отдаленных последствий. Из сказанного, кстати, вытекает не только актуальность, но и практическая ценность проведенных в работе исследований.

Сразу хочу отметить, что автореферат диссертации верно отражает смысл полученных в ней результатов. В частности, я абсолютно согласен с приведенными там формулировками автора, касающимися новизны выносимых на защиту научных положений. Думаю, что эти формулировки будут озвучены автором в процессе представления диссертации, и не хочу их пересказывать. Хочу лишь подчеркнуть, что главным новшеством, или, как сейчас принято говорить, инновацией, здесь является предложенный способ реализации разностной ангиографии с использованием импульсно-периодического рентгеновского источника. Этот новый способ ангиографии как раз и делает ее менее травматичной и менее опасной, но требует для своей реализации использования специальным образом сформированных лазерных импульсов. Поскольку, по моим представлениям, ранее задача

генерации лазерных импульсов с такой временной и частотной структурами не ставилась, то для ее решения автором были впервые проведен целый ряд исследований, касающихся и оптических циркуляров, и нелинейной динамики лазера, охваченного комбинацией положительной и отрицательной обратных связей, и системы управления лазерным излучением, способной реализовать нужную временную структуры лазерных импульсов.

Следует также отметить, что степень обоснованности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, и их достоверность у меня не вызывает никаких сомнений. В целом диссертация написана очень хорошо, и читается как цельное научное исследование. Тем не менее, хотелось бы сделать несколько критических замечаний, не касающихся качества проведенной работы, а связанных исключительно с представлением полученных результатов.

Во-первых, и в диссертации, и в автореферате встречается некое магическое число 5×10^{11} . Именно столько рентгеновских фотонов, по мнению автора, необходимо для формирования 1 кадра рентгеновского изображения. Сразу же возникает вопрос: а при 4×10^{11} фотонов изображение уже не получится? Я догадываюсь, что изображение все-таки будет, но его качество станет хуже. К сожалению, в диссертации нет ни слова о критериях оценки качества изображения, а без них понять смысл оценки требуемой энергетики рентгеновского источника невозможно. К тому же, очевидно, что качество изображения зависит не только от уровня экспозиции, но и от

чувствительности используемой для регистрации ПЗС-матрицы, а, точнее, от ее шумовых характеристик. Это означает, что для каждой матрицы необходимо будет свое число облучающих ее фотонов, которое, к тому же, должно сильно зависеть, например, от температуры, при которой содержится сама матрица. При этом, вряд ли можно говорить об одном кадре изображения, не называя его размер, поскольку отношение сигнал/шум будет определяться не тем, сколько фотонов попало на регистрирующую матрицу, а тем, сколько попало на один ее элемент. Поэтому, на мой взгляд, все эти вопросы вполне уместно было бы обсудить в тексте диссертации, и, называя требуемые характеристики рентгеновского источника, указать, что они относятся к случаю регистрации изображения таким-то прибором, находящимся в таких-то условиях и обеспечивают такое-то качество изображения.

Во-вторых, в диссертации часто говорится о том, что предложенное автором решение приводит к повышению того, что я бы назвал коэффициентом полезного действия. Это может касаться и многократного использования электронных сгустков, и многократного использования лазерных импульсов. Безусловно, повышение КПД является всегда важной задачей, но в некоторых случаях она становится «важнее». Например, если повысив КПД в сто раз мы можем использовать вместо лазерного импульса с энергией 100 мкДж импульс с энергией в 1 мкДж, то это хорошо, но не более того. А вот если это позволяет от энергии 100 Дж перейти к энергии 1 Дж, то

это уже очень существенно, поскольку позволяет использовать установку другого класса, размера и стоимости. Поэтому, говоря, скажем о многократном использовании фотонов за счет применения оптического циркуляра, было бы очень полезно оценить какой выигрыш это даст с точки зрения уменьшения масштабов задающего генератора.

В-третьих, в диссертации имеется некоторое количество не совсем аккуратно сформулированных утверждений. Приведу такой пример. На стр. 10 (второй абзац сверху) сказано: «Для съемки каждого кадра в режиме реального времени излучение задающего генератора оптической части должно быть сформировано в виде воспроизводимой последовательности пикосекундных импульсов равной мощности на двух длинах волн.» Совершенно очевидно, что на самом деле импульсы, во-первых, не обязаны быть пикосекундными (вполне сгодились бы и, например, фемтосекундные), а во-вторых, не обязаны иметь одинаковую мощность (важно только знать, во сколько раз один мощнее другого, и учесть это при вычитании изображений). Следует подчеркнуть, что такого рода неаккуратностей в тексте немного, и они никак не затрагивают основные результаты и выводы диссертационной работы.

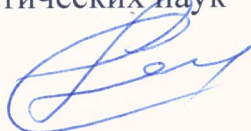
Хочется отметить, что при исследовании динамики лазерной генерации автор очень хорошо использует современные математические методы, такие, как теория точечных отображений.

Считаю, что рассматриваемая диссертация является научно-

квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития оптики, физики лазеров и использования физических методов исследований в медицине и биологии. Диссертация написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе Масловой Ю.Я. в науку.

Диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует всем критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013г., а ее автор Маслова Ю.Я. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 — Оптика.

Отзыв составил ведущий научный сотрудник лаборатории 1.2.5. — диагностики вещества в экстремальном состоянии Научно-исследовательского центра теплофизики экстремальных состояний (НИЦ-1) Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур (ОИВТ РАН), доктор физико-математических наук



Скобелев Игорь Юрьевич.
«10» февраля 2016 г.

125412, г. Москва, Ижорская ул. 13, стр. 2, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Объединенный институт высоких температур (ОИВТ РАН)

тел.: (495) 484-19-44 email: igor.skobelev@gmail.com

Подпись Игоря Юрьевича Скобелева удостоверяю.

Ученый секретарь Федерального государственного бюджетного учреждения науки Объединенного института высоких температур, доктор физико-математических наук



Амиров Равиль Хабибулович

тел. (495) 485-90-09, email: amirovravil@yandex.ru