

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **НАЗЬМОВА Владимира Петровича**
«Литографическая широкоапертурная рефракционная рентгеновская оптика»
представленную на соискание учёной степени доктора физико-математических наук по
специальности 01.04.01 — приборы и методы экспериментальной физики

Перенос известных оптических решений в оптику мягкого рентгеновского излучения, произошедший около 40 лет назад, позволил относительно легко создать рентгеновский микроскоп на базе зонных пластинок. Отсутствие дальнейшего существенного прогресса в развитии таких микроскопов связано во многом с тем, что показатель преломления материалов в жёстком рентгеновском диапазоне мало отличается от единицы. В результате, поиски решения затянулись на десятилетия, и поэтому исследования в области рентгеновской оптики весьма актуальны до настоящего времени.

Рассматриваемую диссертационную работу можно отнести к междисциплинарным, поскольку она перекрывает целый пласт исследований в области создания и исследования микросистемных приборов. Основное направление настоящей диссертационной работы — миниатюризация физических приборов, что совпадает с современным трендом в научно-техническом прогрессе, что также показывает актуальность поставленных в работе задач.

Назьмов В.П. продемонстрировал знание методологии решения физических задач, начиная с постановки задачи, моделирования, изготовления физического объекта исследования и, заканчивая, собственно исследованием его свойств и анализом результатов. Результаты моделирования подтверждены экспериментально, в том числе, посредством рентгенооптических изображений, представленных в диссертации.

Большая часть элементов рентгеновской оптики сформирована в течении работы над диссертацией на базе изученных процессов радиационной стимуляции полимеризации рентгеночувствительного материала $m\text{tgx}$, свойства которого, и частично его аналога резиста SU-8, изучаются впервые. Наряду с изучением поведения нового материала в критических условиях, решается задача создания микроструктур с ультравысоким аспектным отношением методом глубокой рентгеновской литографии с использованием жёсткого рентгеновского излучения.

Автором пройден путь от концепции рентгенолитографической рентгеновской оптики до её реализации через расчёт и оптимизацию дизайна, изготовление рентгеновских масок, формирование толстых слоёв рентгенорезиста, облучение и проявление скрытого изображения, постановку экспериментов по тестированию изготовленных элементов преломляющей оптики и анализ результатов.

Для того, чтобы решить типовую задачу любого метода лучевой микрообработки поднять интенсивность излучения в фокусе, одновременно уменьшив размер фокусного пятна, автор разработал несколько типов преломляющих линз и последовательно изложил в диссертации пошаговый путь решения проблемы. Важную роль на этом пути сыграло введение абсолютного параметра (акцептанс), по которому можно было бы однозначно сравнивать разного типа линзы, изготовленные из различных материалов. Путь от линз с параболическим профилем до мозаичной адиабатической линзы пройден автором последовательно, логическим обоснованием и экспериментальной проверкой каждого шага. Положения и результаты, выносимые на защиту, обладают научно-технической новизной, которая базируется как на уникальности объекта исследования и так и метода его создания. Результаты работы в виде конечного продукта используются в экспериментах и приносят реальную пользу. Поэтому диссертация представляет как научный, так и практический интерес. В частности,

результаты работы получили широкую известность будучи опубликованными во всемирно известных изданиях таких как Die Welt и берлинская der Tagesspiegel.

Результаты, полученные Назмовым В.П., могут быть рекомендованы к использованию как в рентгеновской оптике по разработке новых компактных рентгенооптических элементов и систем, так и физике микросистем, методам структурирования, радиационной химии. Основное содержание диссертационной работы полностью соответствует автореферату.

Результаты работы прошли апробацию в докладах на десятках национальных и международных научных конференциях и конгрессах. Научные результаты опубликованы в автором в научно-технических изданиях (67 печатных работ, из них 55 – в рецензируемых научных изданиях).

Тем не менее, работа не лишена погрешностей. Например, часто упоминается малоизвестный термин «рентгеновский пропагатор линзы», определения которого в тексте не представлено. Необходимо отметить устаревший способ подачи защищаемых положений типа «Метод ...», «Модель ...» без указания специфических особенностей предлагаемого метода. Это приводит к тому, что, например, следующий диссертант не сможет вынести на защиту иной «Метод формирования механической стабилизации для ультравысоких структур с ультравысоким аспектным отношением» пусть даже на много более эффективный. То есть автор отрезал своей диссертацией возможность дальнейшего проведения исследований в данном направлении и вынесения их результатов на защиту в диссертации. Но данное замечание скорее следует отнести к работе совета, где защищается диссертация. В целом материал диссертационной работы интересен и убедителен с точки зрения положительной научно-квалификационно аттестации автора, а сделанные в отзыве замечания не вносят принципиальных изменений в Положения, выносимые автором на защиту и выводы к диссертационной работе.

В целом, работа соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики, установленным в п.9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, а автор диссертационной работы – НАЗМОВ Владимир Петрович заслуживает присвоения ему учёной степени доктора физико-математических наук.

Отзыв составил

и.о. заместителя директора по научной работе

Института автоматизации и электрометрии СО РАН

Доктор технических наук

Корольков Виктор Павлович

Дата: 30 августа 2018 г.

E-mail: victork@iae.nsk.su, тел: (383)-3333-091.

Отзыв заверил:

И.о. ученого секретаря Института
к.ф.н.-м.н.
Давыдова Екатерина Игоревна
30.08.18



С отзывом ознакомлен. Ответ 03.09.2018