

Отзыв научного консультанта

кандидата физико-математических наук

Вишнякова Евгения Александровича

о работе Шатохина Алексея Николаевича по кандидатской диссертации
«Разработка и исследование спектральных приборов на основе плоской аперiodической дифракционной решетки для мягкого рентгеновского диапазона»,
представленной к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 – Оптика

Шатохин Алексей Николаевич с отличием окончил Московский физико-технический институт (МФТИ) в 2015 году, и в том же году был зачислен в аспирантуру МФТИ. К тому времени он уже несколько лет работал в Физическом институте им. П. Н. Лебедева РАН (ФИАН), где с 2014 года под руководством д. ф.-м. н. Е. Н. Рагозина проводил работы в области исследования рентгенооптических элементов. С 2013 года А. Н. Шатохин является сотрудником ФИАН, в настоящее время – в должности младшего научного сотрудника.

Диссертационная работа А. Н. Шатохина «Разработка и исследование спектральных приборов на основе плоской аперiodической дифракционной решетки для мягкого рентгеновского диапазона» нацелена на исследование свойств плоских отражательных дифракционных решёток с переменным шагом штриха (в литературе называемых Varied Line Space Gratings, или VLS-решёток) и использование свойств таких решёток для построения спектральных приборов высокого разрешения в мягком рентгеновском диапазоне спектра. В настоящее время приборы такого класса широко используются в мире на исследовательских линиях в каналах синхротронов и лазеров на свободных электронах, в экспериментальных установках для регистрации мягкого рентгеновского излучения, генерируемого мультитераваттными и петаваттными лазерами, а также в рентгеновской астрофизике. При этом расчёт VLS-решёток для каждого специализированного спектрального прибора и их изготовление до сих пор являются достаточно сложными задачами.

Основными преимуществами VLS-решёток перед классическими решётками являются возможность управлять формой спектральной фокальной поверхности спектрального прибора, а также возможность компенсировать aberrации оптической схемы на определённых длинах волн. В своей работе А. Н. Шатохин впервые сумел показать, что помещение плоской VLS-решётки в сходящийся слабоастигматический пучок позволяет обеспечить строгую компенсацию астигматизма оптической схемы не на одной, а одновременно на двух длинах волн. Слабоастигматический сходящийся пучок был получен при помощи фокусирующего аперiodического многослойного зеркала на основе структуры Mo/Si. Это позволяет создать стигматический VLS-спектрометр с умеренным астигматизмом в достаточно широком диапазоне (более октавы, 125 – 300 Å в мягкой рентгеновской спектральной области). Впоследствии А. Н. Шатохиным был реализован такой стигматический спектрометр на основе двух типов VLS-решёток, изготовленных методами электронной литографии (в ЦКП МФТИ в Долгопрудном) и интерференционной литографии (в НПО ГИПО в Казани). Каждая из этих VLS-решёток была рассчитана и изготовлена в ходе активного взаимодействия

А. Н. Шатохина и специалистов из ЦКП МФТИ и НПО ГИПО. Реализованный вариант стигматического VLS-спектрометра на основе VLS-решётки, изготовленной методом электронной литографии, продемонстрировал спектральную разрешающую силу ≈ 500 при одновременном пространственном разрешении 26 мкм в плоскости источника. А реализованный вариант спектрометра на основе VLS-решётки, изготовленной методом интерференционной литографии, продемонстрировал спектральную разрешающую силу ≈ 1000 при неизменном пространственном разрешении 26 мкм в плоскости источника. Двухкомпонентные спектральные приборы такого класса, обладающие высокой спектральной разрешающей способностью, высоким пространственным разрешением в скрещенном направлении, а также широким рабочим спектральным диапазоном и одновременно высокой светосилой, использующие преимущества VLS-решёток и аперийных многослойных зеркал, в мире были созданы впервые. На основе изготовленных отечественных VLS-решёток А. Н. Шатохин рассчитал и собрал первый отечественный сканирующий спектрометр/монохроматор Хеттрика-Андервуда, экспериментально продемонстрировав спектральную разрешающую способность 1300 на длине волны 182 Å. При помощи собранных спектральных приборов различных типов были зарегистрированы и проинтерпретированы спектры лазерной плазмы от различных источников. В частности, А. Н. Шатохиным были проведены измерения электронной плотности разлетающейся лазерной плазмы углерода по штарковскому уширению на переходе 4→2 в водородоподобном ионе С VI. Этим продемонстрирован потенциал использования подобных приборов для диагностики лабораторной плазмы.

С самого начала своей научной работы А. Н. Шатохин проявил себя как инициативный исследователь и умелый экспериментатор, обладающий глубокой фундаментальной подготовкой и умением работать в коллективе. В настоящее время А. Н. Шатохин является сложившимся специалистом высокой квалификации, которая будет прочным основанием для решения сложных научных задач в будущем.

Считаю, что по объему полученных результатов, их новизне, актуальности, практической, научной значимости представленная работа соответствует требованиям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, а сам А. Н. Шатохин, вне всякого сомнения, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 - Оптика.

Высококвалифицированный научный сотрудник
Физического института им. П. Н. Лебедева РАН,
кандидат физико-математических наук
Вишняков Евгений Александрович
ФИАН, 119991 Москва, Ленинский просп., 53
тел.: +7(499) 132-63-29
e-mail: vishnyakovea@lebedev.ru



«2» марта 2020 г.

Подпись Е. А. Вишнякова заверяю:

Ученый секретарь ФИАН,
кандидат физико-математических наук
Колобов Андрей Владимирович

