

О Т З Ы В

**официального оппонента на диссертацию Максимова А. В.
«Разработка, создание и ввод в эксплуатацию
магнитооптической структуры и системы
многооборотного быстрого вывода протонного
радиографического комплекса на энергию 50÷70 ГэВ
на базе синхротрона У-70»
по специальности 01.04.20 – физика пучков заряженных частиц
и ускорительная техника**

Диссертационная работа Максимова А.В. «Разработка, создание и ввод в эксплуатацию магнитооптической структуры и системы многооборотного быстрого вывода протонного радиографического комплекса на энергию 50÷70 ГэВ на базе синхротрона У-70» выполнена в Институте Физики Высоких Энергий в соответствии с проблемно-тематическим планом ИФВЭ.

Ускорители на высокие и сверхвысокие энергии являются самыми точными и самыми дорогостоящими физическими установками. Их эффективное использование в различных областях человеческой деятельности позволяет получить максимальную отдачу вложенным ресурсам. Уже много лет дирекция ИФВЭ уделяет вопросам прикладных исследований большое внимание. В этой связи актуальность данной работы для развития экспериментальной базы прикладных исследований в России несомненна.

Диссертация Максимова А.В. посвящена одной из важных проблем современной техники и технологии – созданию электро-физической установки для исследования материалов сравнительно больших толщин до 500 г/см² методом радиографического анализа.

Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения. Общий объем работы составляет 96 страниц машинописного текста, включая 61 рисунок, 16 таблиц и библиографический список литературы из 24 наименований. Основные результаты диссертации изложены в 6 опубликованных работах.

Во введении приведена краткая история создания протонных радиографических систем, обосновывается актуальность создания протонной радиографической установки на базе протонного синхротрона ГНЦ ИФВЭ У-70, представлены результаты, выносимые на защиту.

В первой главе диссертации обсуждаются принципы и физические основы протонной радиографии, современное состояние дел в этой области и изложены принципы построения магнитооптических систем для установок протонной радиографии. Последние по своим качествам существенно превосходят рентгенографические устройства. Однако существующие протонные радиографические комплексы вследствие низкой энергии протонов принципиально не могут работать с объектами толщиной в сотни г/см², а именно в этой области толщин радиография с использованием протонов высоких энергий оказывается вне конкуренции. В работе подробно рассмотрен

вариант построения магнитооптической системы на основе симметричного дублета с использованием протонов высоких энергий.

Во второй главе приведено физическое обоснование протонной радиографической установки на пучке У-70 с энергией 50 ГэВ в 2005–2011 годы. Перечислены основные технические характеристики протонного синхротрона У-70. Приведена структура и расположение установки и схема быстрого вывода протонного пучка.

В третьей главе приведены обоснование оптической схемы и структура полномасштабного радиографического комплекса ПРГК-100. Цель создания комплекса - проводить протонную радиографию динамических объектов толщиной до 450 г/см^2 с достаточно большим полем обзора диаметром не менее 200 мм при энергии протонного пучка 50-70 ГэВ.

В четвертой главе приводятся результаты расчетов по многооборотному быстрому выводу пучка из У-70 с длительностью выведенного пучка несколько десятков микросекунд для многокадровой регистрации динамических объектов. Изучена динамика пучка и приведены параметры пучка протонов на выходе из ускорителя.

В пятой главе представлены первые результаты эксплуатации протонного радиографического комплекса ПРГК-100 и предложена их интерпретация в целях подтверждения достоверности результатов диссертации. На базе синхротрона У-70 в июне месяце 2014 года осуществлён физический пуск протонного радиографического комплекса (ПРГК-100) с энергией протонов 50 ГэВ и проведен первый сеанс по получению изображений статических объектов. Приведены режимы работы систем вывода, результаты настройки системы многокадровой регистрации.

Следует отметить, что автор ответственно подошел к решению перечисленных в диссертации проблем. Как правило, принимаемые решения хорошо аргументированы и подтверждены результатами численного моделирования, экспериментальными результатами и характеристиками действующей установки

Диссертация написана хорошим языком, отличается четкостью формулировок. Некоторые погрешности в оформлении и описки не изменяют общего хорошего впечатления о работе. К недостаткам в оформлении работы следует, например, отнести обилие кратких обозначений элементов ускорителя и установок в тексте диссертации, что затрудняет чтение. В целом диссертационная работа А.В. Максимова является законченной научно-исследовательской работой. Она имеет практическое значение при создании новых и усовершенствовании каналов транспортировки пучков действующих ускорителей.

Основные результаты диссертации опубликованы в изданиях, соответствующих "Положению о порядке присуждения ученых степеней...". Оформление диссертации соответствует требованиям ВАК РФ. Автореферат отражает содержание диссертации.

Представленная диссертация А.В.Максимова удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а сам соискатель,

как специалист высокой квалификации, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.20 «Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника».

Кандидат технических наук

«22» марта 2017 года

Подпись В.А.Михайлова удостоверяю.
Ученый секретарь Лаборатории физики
высоких энергий имени В.И.Векслера и
А.М.Балдина

«22» марта 2017 года

В.А.Михайлов



Д.В.Пешехонов

Данные официального оппонента В.А.Михайлова

Михайлов Владимир Афанасьевич, 1945 года рождения, кандидат технических наук по специальности 01.04.13 – электрофизика, начальник сектора Лаборатории физики высоких энергий ОИЯИ, г.Дубна, тел. 49621 316 70 E-mail vmikhaylov@jinr.ru

1. A.V. Alfeev, **V. A. Mikhailov et al.** Lambertson magnet with shortened loop for nuclotron injection and extraction systems Physics of Particles and Nuclei Letters, ISSN:1547-4771, eISSN:1531-8567, Изд:МАИК Наука/13, 7 p.927–933 2016
2. A. V. Butenko, **V. A. Mikhaylov et al.** Beam transport channels and beam injection and extraction systems of the NICA accelerator complex Physics of Particles and Nuclei Letters, ISSN:1547-4771, eISSN:1531-8567, 13, 7 p.966–977, 2010
3. A. Sidorin, **V.Mikhaylov, et al.** Status of the Nuclotron .ICFA Beam Dynamics Newsletter , 1, 53, p. 72-77, 2012
4. A.Butenko, **V.Mikhaylov, et al.** .Progress in NICA booster design. Proceeding XXIII RUPAC, p.310-312. 2016
<http://accelconf.web.cern.ch/AccelConf/rupac2012/papers/tuprb003.pdf>

В.А.Михайлов

«22» марта 2017 года

Подпись В.А.Михайлова удостоверяю.
Ученый секретарь Лаборатории физики
высоких энергий имени В.И.Векслера и
А.М.Балдина

«  » марта 2017 года



Д.В.Пешехонов