

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 720.001.02 НА БАЗЕ
МЕЖДУНАРОДНОЙ МЕЖПРАВИТЕЛЬСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 16.05.2019 № 19-05

О присуждении Мухину Константину Александровичу, гражданину Российской Федерации, учёной степени кандидата технических наук.

Диссертация «Источник холодных нейтронов реактора ИБР-2 на основе дисперсного мезитилена с системой охлаждения» по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики принята к защите 20 декабря 2018 года, протокол № 18-06, диссертационным советом Д 720.001.02 на базе Международной межправительственной организации Объединенный институт ядерных исследований, почтовый адрес: 141980 ул. Жолио-Кюри, д. 6, г.Дубна, Московская область, РФ, приказ от 11.04.2014 г. №105/нк.

Соискатель Мухин Константин Александрович 1985 года рождения.

В 2007 году соискатель окончил Тульский государственный университет. Работает в Международной межправительственной научно-исследовательской организации «Объединенный институт ядерных исследований», Лаборатория нейтронной физики им. И.М. Франка, Механико-технологического отдела ЛНФ, начальник группы вакуумного и криогенного оборудования реактора ИБР-2 и установки ИРЕН.

С 2009 по 2012 гг. обучался в аспирантуре ОИЯИ по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики. Экзамены кандидатского минимума сданы на отлично.

Диссертация выполнена в Лаборатории нейтронной физики им. И.М. Франка Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель – доктор технических наук Агапов Николай Николаевич, Объединенный институт ядерных исследований, Лаборатория физики высоких энергий им. В.И. Векслера и А.М. Балдина, главный инженер лаборатории.

Официальные оппоненты:

- **Сидоркин Станислав Федорович**, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник, и.о. зав. сектора импульсных источников нейтронов Лаборатории нейтронных исследований ФГБУН «Институт ядерных исследований» РАН. Почтовый адрес: 117312, Москва, В-312, проспект 60 летия Октября, 7а. E-mail: inr@inr.ru Тел. (499)135-77-60, (495)851-00-71 факс: (499) 135-22-68.
- **Григорьев Сергей Валентинович**, доктор физико-математических наук, профессор, зам. директора по международной деятельности ФГБУ «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова» НИЦ «Курчатовский институт». Почтовый адрес: 188300, Ленинградская обл., г. Гатчина, мкр. Орлова роща, д.1, тел.: +7(81371)46561, e-mail: grigor@lns.pnpi.spb.ru

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Акционерное общество «Ордена Ленина Научно-исследовательский и конструкторский институт энерготехники имени Н.А. Доллежала» (АО «НИКИЭТ») г. Москва. Почтовый адрес: а/я 788, Москва, 101000 ул. Малая Красносельская, д. 2/8, Москва, 107140, тел. +7 (499) 263-73-37, e-mail: avd@nikiet.ru, www.nikiet.ru) в своём положительном отзыве на диссертационную работу Мухина К.А., составленным доктором технических наук, заместителем директора по НИОКР Лопаткиным Александром Викторовичем, главным конструктором исследовательских и изотопных реакторов Третьяковым Игорем Товиевичем, заместителем главного конструктора исследовательских и изотопных реакторов Романовой Натальей Викторовной, и утвержденным генеральным директором АО «НИКИЭТ» Каплиенко Андреем Владимировичем указывает, что

проделанная диссертантом работа, актуальна, обладает научной новизной и практической ценностью. Достоверность полученных данных, применимость новых технических разработок и методик, сформулированных в диссертации подтверждается опытной эксплуатацией на физический эксперимент замедлителя первой очереди КЗ 202 с 2012 года, новыми данными по зависимости спектра нейтронного потока от температуры замедляющего вещества в диапазоне от 22 К до 100 К, что ранее было недоступно, полученными на установках РЕМУР, НЕРА и СКАТ реактора ИБР-2. Отдельно отмечается, что уникальные параметры, полученные на полномасштабном стенде КЗ 201 для загрузки шариков по трубопроводу сложной геометрии при криогенных температурах, могут применяться для любого другого трубопровода загрузки шариков, геометрические параметры которого не будут более сложными, чем описанные в работе. Полнота результатов работы позволяет использовать полученные данные при создании третьей очереди источника холодных нейтронов реактора ИБР-2 без дальнейших исследований. Также, данные, полученные, в работе могут быть использованы при проектировании и создании дисперсных криогенных замедлителей на других российских и зарубежных исследовательских установках. Работа удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в части, касающейся диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, а Мухин Константин Александрович, безусловно, заслуживает присвоения ему учёной степени кандидата технических наук. Диссертация и отзыв, рассмотрены и одобрены на заседании отдела исследовательских и изотопных реакторов АО «НИКИЭТ» (протокол № 441.524Пр от 19.04.2019 г.).

В отзыве содержится ряд замечаний, не затрагивающих содержание диссертации по существу и не влияющих на высокую научно-практическую значимость работы, а также предложения по дальнейшему развитию тематики диссертации. Соискатель дал ответы на замечания.

Соискатель имеет 22 опубликованных работы по теме диссертации, 7 из них статьи в журналах, входящих в перечень цитирования ВАК, получено 2 патента на

изобретение. Основные результаты неоднократно докладывались на международных и российских конференциях, принято участие в 2 технических совещаниях МАГАТЭ. Наиболее значительные работы по теме диссертации:

1. Определение теплопритоков к трубопроводу мезитиленовых шариков криогенного замедлителя реактора ИБР – 2М / К.А. Мухин в соавторстве с М.В. Булавиным, Е.Н. Кулагиным, С.А. Куликовым, В.В. Мелиховым // Сообщения Объединенного Института Ядерных Исследований. – 2008. – P13-2008-179. – 10 с.
2. Моделирование пневмотранспорта твердых шариков холодного замедлителя нейтронов: распределение скорости и времени движения / К.А. Мухин в соавторстве с М.В. Булавиным, Е.Н. Кулагиным, С.А. Куликовым, Д.Е. Шабалиным, Е.П. Шабалиным // Сообщения Объединенного Института Ядерных Исследований. – 2009. – P13-2009-72. – 16 с.
3. Current status of development advanced pelletized cold moderators for the IBR-2M research reactor / К. Mukhin в соавторстве с А. Beliakov, М. Bulavin, S. Kulikov, E. Shabalin, A. Verhoglyadov // Physics of particles and nuclei, letters. – 2013. – Vol. 10. – №2. – P. 230-235.
4. Испытательный стенд шарикового криогенного замедлителя нейтронов реактора ИБР-2 / К.А. Мухин в соавторстве с В.Д. Ананьевым, А.А. Беляковым, А.А. Богдзелем, М.В. Булавиным, А.Е. Верхоглядковым, Е.Н. Кулагиным, С.А. Куликовым, А.А. Кустовым, А.А. Любимцевым, Т.Б. Петуховой, А.П. Сиротинным, А.Н. Федоровым, Д.Е. Шабалиным, Е.П. Шабалиным, В.К. Широковым // Журнал приборы и техника эксперимента. – 2013. – №1. – С. 128-134.
5. Холодный замедлитель нейтронов на модернизированном реакторе ИБР-2 / К.А. Мухин в соавторстве с В.Д. Ананьевым, А.А. Беляковым, М.В. Булавиным, А.Е. Верхоглядковым, С.А. Куликовым, Е.П. Шабалиным // Журнал технической физики. – 2014. – Т. 84, №2. – С. 131-134.
6. The world's first pelletized cold neutron moderator at a neutron scattering facility / К.А. Mukhin в соавторстве с V. D. Ananiev, A. A. Belyakov, M.V. Bulavin, A. E.

- Verkhoglyadov, E. N. Kulagin, S.A. Kulicov, A. A. Kustov, E. P. Shabalin, D. E. Shabalin, T.B. Petukhova, A.P. Sirotin, V.K. Shirokov// Nuclear instruments and methods in physics – 2014. – Vol. 320. – P. 70-74.
7. Control system of pelletized cold neutron moderator of the IBR-2 reactor / К.А. Mukhin в соавторстве с А.А. Belyakov, M.V. Bulavin, A.N. Chernikov, A. Churakov, S. A. Kulikov, E. Litvinenko, A. Petrenko, A. E. Verkhoglyadov, E. N. Kulagin, K. A. Mukhin, E. P. Shabalin, T.B. Petukhova, A.P. Sirotin, V.K. Shirokov // Physics of particles and nuclei letters. – 2015. – Vol. 12, №6. – P. 773-777.
 8. Possibility of loading the chamber of the “central” pelletized cold moderator for IBR–2 reactor beams 1, 4–6, and 9 / К.А. Mukhin в соавторстве с А. А. Belyakov, M. V. Bulavin, A. E. Verkhoglyadov, V. A. Skuratov, I. A. Smelyansky, S. A. Kulikov, A. A. Kustov, A. A. Lyubimtsev, A. P. Sirotin, V. K. Shirokov and T. B. Petukhova // Physics of particles and nuclei letters. – 2016. – Vol. 13, №6. – pp. 774-781.
 9. Оптимизация и сравнение вариантов головной части замедлителя «центрального» направления реактора ИБР-2 / Мухин К.А., в соавторстве с Роговым А.Д. // Письма в ЭЧАЯ. 2018. Т. 15, № 2(214). С. 152 – 161.
 10. Патент 2492538 Российская Федерация, МПК G 21 К 001/00. Шариковый холодный замедлитель нейтронов [Текст] / К.А. Мухин в соавторстве с В.Д. Ананьевым, А.А. Беляковым, М.В. Булавиным, А.Е. Верхоглядковым, С.А. Куликовым, А.А. Кустовым, Д.Е. Шабалиным, Е.П. Шабалиным; заявитель и патентообладатель Объединенный институт ядерных исследований. – Опубл. RU БИПМ № 35, 10.09.2013. – С. 2.
 11. Патент № 2492538 Российская Федерация, МПК G 21 К 1/00. Криогенное фланцевое разъемное соединение для шарикового холодного замедлителя нейтронов [Текст] / К.А. Мухин в соавторстве с А.А. Кустовым; заявитель и патентообладатель Объединенный институт ядерных исследований. – Опубл. RU Бюл. № 11, 16.04.2018. – С. 12.

Вклад соискателя в эти работы определяющий.

На диссертацию и автореферат дополнительных отзывов не поступало.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации основан на их высокой квалификации и вовлечённости в крупномасштабные международные научные проекты, а также специальностью диссертации. Все оппоненты в разное время участвовали и участвуют в создании методик и аппаратуры для экспериментальной физики и являются известными экспертами в данной области:

АО «НИКИЭТ им. Н.А. Доллежала» является одним из крупнейших в России научно-исследовательским центром ядерной техники и технологий, разрабатывающим, энергетические и исследовательские ядерные установки и проводящим широкомасштабные научные исследования, а также опытно-конструкторские работы в области использования ядерной энергии.

Сидоркин С.Ф. – является ведущим специалистом в области создания импульсных источников нейтронов на основе размножающих мишеней.

Григорьев С.В. – профессор и заместитель заведующего кафедрой ядерно-физических методов исследования СПбГУ, ведущий специалист, известный научному сообществу, в области физики конденсированного состояния вещества.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

Разработана методика и определены оптимальные параметры работы оборудования и характеристики среды для загрузки шариков рабочего вещества в криогенную камеру замедлителя по трубопроводу сложной геометрии с критическим углом подъема до 52° , сопряженного с поворотом 100° , без заторов, слипания и разрушения при температуре 80 К – 100 К.

Впервые при применении дисперсного замедлителя получены данные о зависимости спектра нейтронного потока от температуры замедляющего вещества в диапазоне от 22 К до 100 К на установках СКАТ, РЕМУР и НЕРА.

Разработана, создана и успешно эксплуатировалась новая многоконтурная криогенная система комплекса замедлителей, позволяющая получить гибкий и независимый температурный режим в каждом из замедлителей в диапазоне

температур от 20 К до 150 К в зависимости от потребности экспериментатора. Объединение двух рефрижераторных установок единым коллектором повысило надежность системы за счет резервирования.

Разработано, испытано и внедрено криогенное фланцевое разъемное соединение коаксиальных холодных трубопроводов с единой вакуумной рубашкой, отсутствием локального теплопритока в месте стыковки, ступеньки или преграды по ходу движения шарика, защищенное патентом РФ.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается успешной эксплуатацией первой очереди источника холодных нейтронов реактора ИБР-2 с 2012 года. На момент написания заключения общая наработка составила 3550 часов работы реактора на мощности в режиме криогенного замедлителя. Проведено более 18 успешных загрузок КЗ 202. Применение холодного замедлителя привело к улучшению характеристик физических установок и расширению их возможностей. Например, на спектрометре поляризованных нейтронов РЕМУР была продемонстрирована возможность расщепления микропучка без применения анализа поляризации, что сократило время проведения эксперимента в 2 раза по сравнению с водяным замедлителем. Кроме этого, благодаря 10-ти кратному увеличению интенсивности в области холодных нейтронов, удалось расширить рабочий диапазон установки до 16 Å. Такое увеличение интенсивности не только сократило время проведения экспериментов от 4 до 10 раз, но и обеспечило десятикратное улучшение качества получаемых данных за счет роста фактора сигнал/фон. На дифрактометре СКАТ увеличился поток нейтронов в 4 раза в области длины волны 4,31 Å, благодаря чему сокращается время проведения эксперимента в 4 раза. Увеличение интенсивности позволило идентифицировать единственный пик кальцита (104) в сложноструктурном оливите, который при работе теплового замедлителя перекрывался пиками от других минералов.

Данные, полученные на полномасштабном стенде КЗ 201, дают исчерпывающую информацию о работе приборов и устройств системы загрузки, достаточную для

успешного завершения работы над проектом создания источника холодных нейтронов реактора ИБР-2 без дополнительных расчетных и экспериментальных исследований. Общие методики, данные и параметры, полученные в работе, могут быть применены при создании дисперсных замедлителей на других установках в мире.

Разработанные соискателем оригинальные криогенные фланцевые соединения могут быть рекомендованы для использования в промышленности или космической отрасли для передачи хладагента по магистралям без существенных потерь и обмерзания в месте стыковки.

Достоверность результатов исследований подтверждена публикациями в научных изданиях, получением патентов, успешной эксплуатацией КЗ 202 в физических экспериментах, реальными результатами, полученными на физических установках реактора, безотказной работой новой криогенной системы комплекса с 2017 года, позволившей получить новые данные по зависимости нейтронного спектра от температуры замедляющего вещества на установках РЕМУР, СКАТ и НЕРА.

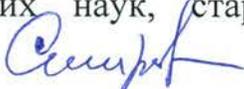
Личный вклад соискателя состоит в разработке методик и технических решений по определению параметров и описанию траектории движения шариков в трубе на лабораторных и полномасштабных стендах, получении данных для надежной загрузки шариков в камеру КЗ 201; созданию инженерных коммуникаций, макетов и собственно замедлителей; проведению испытаний подбору материалов и оборудования вакуумной системы; разработке и внедрению специального криогенного фланцевого соединения, защищенного патентом; разработке новой криогенной системы, позволяющей получить широкий и индивидуальный температурный режим в камерах замедлителей с резервированием рефрижераторных установок. Автор принимал непосредственное участие во всех научных и технических совещаниях, экспериментальных работах, получал и обрабатывал результаты, делал выводы, на основании которых принимались решения по дальнейшим действиям в рамках проекта, готовил статьи и патенты к публикации.

На заседании 16 мая 2019 года диссертационный совет Д 720.001.02 пришел к заключению, что диссертация Мухина К.А. является законченной научно-квалификационной работой, в которой автором решена задача создания комбинированного замедлителя нейтронов с многоконтурной системой охлаждения. Диссертация удовлетворяет требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней в части, касающейся кандидатских диссертаций. Совет принял решение присудить Мухину Константину Александровичу учёную степень кандидата технических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 25 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящих в состав совета, дополнительно введенных на разовую защиту нет, проголосовали: за 25, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Заключение подготовили:


Доктор физико-математических наук, профессор Никитин Владимир Алексеевич

Доктор технических наук, старший научный сотрудник Смирнов Виталий Анатольевич 

Кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Арефьев Валентин Александрович 

Председатель диссертационного совета,
доктор физико-математических наук
профессор


Малахов Александр Иванович

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник, 
Арефьев Валентин Александрович

« 20 » мая 2019 года

