



## ВЫПИСКА

из протокола заседания Научно-технического совета ЛНФ от 31 мая 2016 г.

Численный состав НТС – 35 человека

**ПРИСУТСТВОВАЛИ:** 37 человек из, них 23 члена НТС :

**СЛУШАЛИ:** сообщение Куликова Сергея Александровича о содержании, основных положениях и выводах диссертационной работы «Холодные замедлители нейтронов на основе твердых дисперсных водородсодержащих материалов», представляемой на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики».

В дискуссии приняли участие д.ф.-м.н. Попов А.Б., д.ф.-м.н. А.И. Франк, к.ф.-м.н. Лычагин Е.В., д.ф.-м.н. Авдеев М.В., к.ф.-м.н. Копач Ю.Н., д.ф.-м.н. Шабалин Е.П., к.т.н. Приходько В.И., М.В. Булавин, к.ф.-м.н. Бобриков И.А.

В.И. Приходько ознакомил НТС ЛНФ с результатами заседания НТС НЭОКС ЛНФ, где была рассмотрена диссертация С.А. Куликова и рекомендована к рассмотрению на НТС ЛНФ. А.Б. Попов высказал опасения по поводу возможных препятствий для последующей защиты кандидатских диссертаций сотрудников НЭОКС по тематике данной докторской диссертации. С.А. Куликов, М.В. Булавин подтвердили, что внутри авторского коллектива представленных к защите работ этот вопрос рассматривался, и возражений у соавторов нет. Е.П. Шабалин в своем выступлении отметил, что защита данной докторской диссертации важна и будет способствовать поднятию престижа Лаборатории и ИЯУ ИБР-2М а значительность и определяющее значение творческого и организационного вклада С.А. Куликова не вызывает сомнений. А.Б. Попов, мотивируя свою позицию на голосовании отметил, что руководителем работы над холодным замедлителем был, очевидно, Е.П. Шабалин, и поэтому он не считает возможным поддерживать защиту диссертации С.А. Куликовым.

В целом было отмечено, что работа выполнена на высоком научном уровне и имеет большое практическое значение. Диссертант внес определяющий вклад в решение сложнейшей научно-технической задачи – создание первого в мире холодного шарикового замедлителя, устройство, функциональные особенности и системы управления которого уникальны и ранее нигде не применялись. По существу, речь идет о разработке нового актуального направления в создании холодных замедлителей нейтронов на основе твердых дисперсных водородсодержащих материалов для интенсивных источников нейтронов. Создание данного холодного замедлителя в составе комбинированного замедлителя в ЛНФ усиливает позиции исследовательской ядерной установки ИБР-2 среди лидирующих импульсных источников нейтронов в мире, значительно улучшает его характеристики и расширяет возможности для исследований конденсированных сред на выведенных пучках. Было признано, что по своей новизне, объему и практической значимости работа отвечает требованиям, предъявляемым к

диссертациям на соискание ученой степени доктора физико-математических наук, и соответствует специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики». Диссертация рекомендована к защите.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ О ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЕ Куликова С.А.**

Диссертационная работа «Холодные замедлители нейтронов на основе твердых дисперсных водородсодержащих материалов» посвящена актуальным проблемам разработки и создания холодных замедлителей нейтронов для высокоинтенсивных источников нейтронов. Разработано новое направление по созданию холодных замедлителей нейтронов на основе твердых дисперсных водородсодержащих материалов для высокоинтенсивных источников нейтронов. Проведено детальное исследование водородсодержащих материалов для использования в холодных замедлителях нейтронов на специально созданных испытательных стендах и экспериментальных установках. Разработан способ загрузки материала в камеру замедлителя и проведено численное моделирование для комбинированного замедлителя ИЯУ ИБР-2. Анализ совокупности полученных данных позволил разработать и создать холодный замедлитель для ИЯУ ИБР-2 с дисперсным способом загрузки камеры холодного замедлителя, входящий в состав комбинированного замедлителя.

Исследования были выполнены автором за период 2000 – 2015 гг. в Лаборатории нейтронной физики им И.М. Франка, Лаборатории ядерных реакций им. Г.Н. Флерова ОИЯИ и в Исследовательском центре Юлих, Германия.

Личное участие автора в работах, составляющих основу диссертации, является определяющим.

Основные результаты работы:

1. Разработано новое направление в создании холодных замедлителей нейтронов на основе твердых дисперсных водородсодержащих материалов для высокоинтенсивных источников нейтронов.
2. Детально исследованы замедляющая способность, радиационные эффекты, возможность работать в широком диапазоне температур твердых водородсодержащих материалов для холодных замедлителей при низких температурах (метана, льда, гидрата метана, мезитилена и его смеси с м-ксилолом) на разработанных и созданных облучательных установках УРАМ-2, 3 и 3М на реакторе ИБР-2 (ЛНФ ОИЯИ) и микротроне МТ-25 (ЛЯР ОИЯИ) и в экспериментах на установке JESSICA (FZ Juelich, Germany) и ДИН-2ПИ (ЛНФ ОИЯИ).
3. Установлено, что в смеси мезитилена и м-ксилола спонтанных реакций рекомбинаций радикалов не наблюдается, а скорость накопления энергии от поглощенной дозы наименьшая из всех исследованных материалов. Определено, что давление на стенки облучательных камер за счет накопленного радиолитического водорода в метане и в мезитилене достигает значительной величины 2,7 МПа.
4. Разработан способ дисперсной загрузки смеси мезитилена и м-ксилола в виде шариков (диаметром 3,5 - 3,9 мм) в камеру холодного замедлителя при низких температурах потоком холодного газообразного гелия. На созданном полномасштабном экспериментальном стенде холодного замедлителя, повторяющем сложный транспортный путь через биологическую защиту ИЯУ ИБР-2, апробирован и детально исследован способ дисперсной загрузки большого количества шариков (~25000 штук). Созданы технологическая системы и системы контроля основных параметров холодного замедлителя ИЯУ ИБР-2.
5. Разработан и создан первый в мире холодный замедлитель на основе дисперсной не взрывоопасной смеси мезитилена и м-ксилола с контрольно-измерительным оборудованием и программным обеспечением. Экспериментально показано, что холодный замедлитель:

- увеличивает поток холодных нейтронов до 13 раз для длин волн 8-10 Å;
- может непрерывно работать на ИЯУ ИБР-2 при мощности 2 МВт без замены материала в течение не менее 10 суток;
- может работать в широком диапазоне температур от 30 до 150 К.

6. Разработан метод получения медленных нейтронов в широком диапазоне длин волн для высокопоточных источников нейтронов с комплексом спектрометров для проведения мультидисциплинарных исследований по физике конденсированных сред на выведенных пучках. Апробация метода проведена на исследовательской ядерной установке ИБР-2 для 7, 8 и 10 пучков, а именно: разработана конфигурация, а именно: разработана конфигурация, сделано детальное численное моделирование, создан и внедрен комбинированный замедлитель нейтронов с холодным твердодисперсным замедлителем в его составе. Применение комбинированного замедлителя расширило возможности проведения экспериментов на шести спектрометрах ИЯУ ИБР-2, размещенных на указанных пучках, и повысило эффективность исследований с холодным и смешанным (холодным и тепловым) спектром нейтронов.

Результаты диссертации были представлены автором более чем на 30 международных и национальных конференциях и совещаниях, в том числе:

- International workshop on Advanced cold moderators, ACoM VI, VIII, (Juelich, Germany, 2002; Bariloche, Argentina, 2006);
- 10th 'Tihany' Symposium on Radiation Chemistry, Sopron, Hungary, 2002;
- XVI - XXI Meetings of the "International Collaboration on Advanced Neutron Sources" - ICANS, (Düsseldorf-Neuss, Germany, 2003; New Mexico, USA, 2005; Dongguang, China, 2007; Greendelvald, Switzerland, 2010; Bariloche, Argentina, 2012; Mito, Japan, 2014);
- 4-th International Workshop "Ultra Cold & Cold Neutrons. Physics & Sources", S.Petersburg, 2003;
- 11th Physical Chemistry Conference, Timisoara, Romania, 2003;
- International Conference "Research Reactors in the 21st Century", Moscow, Russia, 2006;
- The Research coordination meeting on Intense Neutron Beams and their Applications, IAEA, Hokkaido University, Hokkaido, Japan, 2007;
- 9-th International Balkan Workshop on Applied Physics, Constanta, Romania, 2008;
- International Conference on Neutron and X-ray Scattering, Kuala Lumpur, Malaysia, 2009;
- XXI-XXII Совещание по использованию рассеяния нейтронов в исследованиях конденсированного состояния – РНИКС (г. Москва, РИЦ «Курчатовский институт», 2010 г; г. Гатчина, ПИЯФ, 2012);
- 5th European Conference on Neutron Scattering, Czech Republic, 2011;
- IAEA Technical Meeting on "Advanced Moderators to Enhance Cold Neutron Beam Production for Materials Research and Applications" Токай-мура, Япония, 2011;
- SANS-YuMO user meeting, JINR, Dubna, 2012;
- International Conference on Neutron Scattering, ICNS, Edinburgh, UK, 2013;
- 3-d CNS Workgroup meeting, Гатчина, ПИЯФ, 2015;
- Research Coordination Meeting on Improved Production and Utilization of Short Pulsed, Cold Neutrons at Low-Medium Energy Spallation Neutron Sources. МАГАТЭ, Вена, 2014, 2016 и др.,

а также на научных семинарах Объединенного института ядерных исследований (Дубна), FZJ, ИКР, Юлих, Германия; JRC, Петтен, Голландия; European spallation source, Лунд, Швеция; ISIS, Лаборатории Резерфорда-Апплтона, Великобритания; Hokkaido University, Hokkaido, Japan; Centro Atomico Bariloche, Argentina.

Циклы работ, вошедших в диссертацию, дважды удостоивались вторых премий на конкурсах научно-методических работ ОИЯИ.

Результаты исследований, представленные в диссертации, опубликованы в следующих работах автора:

1. K. Nueninghoff Ch. Pohl, V. Bollini, A. Bubak, H. Conrad, D. Filges, H. Glueckler, F. Goldenbaum, G. Hansen, B. Lensing, R.-D. Neef, N. Paul, D. Prasuhn, K. Pysz, H. Schaal, H. Soltner, H. Stelzer, H. Tietze-Jaensch, W. Bernnat, J. Keinert, M. Mattes, W. Ninaus, S. Koulikov et al.; Ice moderator experiments at very low temperatures. *The European Physical Journal A*, N 22, pp. 519-528, 2004
2. K. Nueninghoff, W. Bernnat, V. Bollini, A. Bubak, H. Conrad, D. Filges, S. Koulikov et al.; Experimental Investigations of Advanced Cold Moderators at JESSICA at COSY-Juelich and Comparison with MCNPX Simulations. "AccApp'03", Sixth International Meeting on Nuclear Applications of Accelerator Technology, Accelerator Applications in a Nuclear Renaissance, ANS, San Diego, California, pp. 804-809, 2003.
3. K. Nueninghoff, N. Bayer, W. Bernnat, V. Bollini, A. Bubak, H. Conrad, D. Filges, F. Goldenbaum, H.-K. Hinssen, R.-D. Neef, W. Ninaus, K. Pyzs, J. Keinert, S. Koulikov et al.; Investigation of the Neutronic Performance of Advanced Cold Moderators and Validation of New Evaluated S (alpha, beta) Neutron Scattering Kernels, 16th Meeting of the International Collaboration on Advanced Neutron Sources, FZ-Juelich, pp. 883-889, 2003
4. I. Natkaniec, E. Shabalin, S. Kulikov, K. Holderna-Natkaniec; Comparison of Neutron Scattering and Radiation Properties of Methane and Water Ices with Methyl Derivatives of Benzene at Low Temperatures. In Proc. of 17th Meeting of the International Collaboration on Advanced Neutron Sources, ICANS-XVII, USA, LA-UR-06-3904, Vol. II, pp. 519-529, 2006
5. E. Kulagin, S. Kulikov, V. Melikhov, E. Shabalin; Radiation Effects In Cold Moderator Materials: Experimental Study of Accumulation and Release of Chemical Energy, *Nuclear Instr. and Methods in Physics Research B*, 215, 1-2, pp. 181-186, 2004
6. E. Shabalin, A. Fedorov, E. Kulagin, S. Kulikov, V. Melikhov, D. Shabalin; Experimental study of swelling of irradiated solid methane during annealing. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 266, pp. 5126-5131, 2008
7. E. Shabalin, E. Kulagin, S. Kulikov, V. Melikhov; Experimental study of spontaneous release of accumulated energy in irradiated ices, *Radiation Physics and Chemistry*, V.67, N 3-4, pp. 315-319, 2003
8. Е.П. Шабалин, С.А. Куликов; Холодный замедлитель нейтронов на основе ароматических углеводородов, *Сообщения ОИЯИ*, Е13-2004-73, 2004
9. И. М. Баранов, И.И. Воронин, В.Г. Ермилов, Е.Н. Кулагин, С.А. Куликов, В.В. Мелихов, Р.Г. Пушкарь, Ро Ду Мин, Д.Е. Шабалин, Е.П. Шабалин; Изучение процесса выхода радиолитического водорода из экспериментального элемента холодного замедлителя на твердом мезитиле. РЗ-2004-212, 14 стр., *Сообщения ОИЯИ*, 2004
10. A. Belyakov, M. Bulavin, A. Chernikov, A. Churakov, S. Kulikov, E. Litvinenko, K. Mukhin, A. Petrenko, T. Petukhova, A. Sirotin, E. Shabalin, V. Shirokov, and A. Verhoglyadov; Control system of pelletized cold neutron moderator at the IBR-2 reactor. *Physics of Particles and Nuclei Letters*, Vol. 12, No. 6, pp. 773-777, ISSN 1547-4771, 2015
11. Е.П. Шабалин, Е.Н. Кулагин, С.А. Куликов, В.В. Мелихов; Радиационные эксперименты с водородсодержащими материалами на криогенной облучательной установке УРАМ-2 реактора ИБР-2. *Атомная Энергия*, 97, 3, стр. 183-189, 2004
12. Е.П. Шабалин, С.А. Куликов и В.В. Мелихов; Study of fast neutron irradiation effects in cold moderator materials. *Письма в журнал Физика элементарных частиц и атомного ядра (Письма в ЭЧАЯ)*, ISSN:1814-5957, 5, 114, 82-88, 2002
13. E. Kulagin, S. Kulikov, V. Melikhov, E. Shabalin; Radiation Effects In Cold Moderator Materials: Experimental Study of Accumulation and Release of Chemical Energy. *Nuclear Instr. and Methods in Physics Research, B.*, N215/1-2, P. 181-186, 2004

14. S. Kulikov, V. Melikhov, E. Kulagin, E. Shabalin et al; The URAM-2 irradiation facility at the IBR-2 Reactor for Radiolysis Study. Proc. of the Joint Summer School JINR-Romania on Neutron Physics for Investigations of Nuclei, Condensed Matter and Life Sciences, Baia Mare, Romania, ISBN 5-9530-0028-6, pp. 52-57, 2003
15. S. Kulikov, E. Shabalin, V. Melikhov, E. Kulagin; Radiation effects in cold moderator materials: Experimental study of accumulation and release of chemical energy. In: Proceedings of 16th Meeting of the International Collaboration on Advanced Neutron Sources, May 12 – 15, Düsseldorf-Neuss, Germany. Edit. G. Mank, H. Conrad, Vol. II, p 865 - 872, 2003
16. E. Shabalin, V. Golikov, S. Kulikov, and et. al; Study of radiation effects in hydrogenous moderator materials at low temperatures (URAM-2 project), ACoM-6, 11-13 September 2002 , FZJ, Juelich, Germany, pp. 129-147, 2002
17. E.P. Shabalin, V.V. Golikov, S.A. Kulikov, and et. al.; URAM-2 cryogenic irradiation facility: JINR Communications, E13-2002-143, 2002
18. E. Shabalin, Yu. Borzunov, A. Fedorov, V. Ermilov, E. Kulagin, S. Kulikov, V. Melikhov, Ro Du Min, D. Shabalin; Experimental Study of Swelling of Irradiated Solid Methane during Annealing. Proceedings of ICANS-XVIII, 18th Meeting of the International Collaboration on Advanced Neutron Sources (ICANS-XVIII), Dongguang, China, pp. 504-510, 2007
19. E. Shabalin, S. Kulikov, V. Melikhov, E. Kulagin; Some Radiation Effects In Cold Moderator Materials, Experimental Study. In: Proceedings of 16th Meeting of the International Collaboration on Advanced Neutron Sources, Düsseldorf-Neuss, Germany. Edit. G. Mank, H. Conrad, Vol. II, p 911 - 919, 2003
20. K. Nuenighoff, Ch. Pohl, V. Bollini, A. Bubak, H. Conrad, P. D. Ferguson, D. Filges, F. X. Gallmeier, H. Glueckler, F. Goldenbaum, G. Hansen, E. B. Iverson, S. Koulikov et al.; Investigations of the Neutron Performance of a Methane Hydrate Moderator. In Proc. of 17-th Meeting of the International Collaboration on Advanced Neutron Sources, ICANS-XVII, USA, LA-UR-06-3904, Vol. II, pp.530-541, 2005
21. K. Neuninghoff, Ch. Pohl, V. Bollini, A. Bubak, H. Conrad, D. Filges, H. Glueckler, F. Goldenbaum, G. Hansen, B. Lensing, R. Neef, N. Paula, K.Pysz, H.g Schaal, H. Soltner, H. Stelzer, H. Tietze-Jaensch, W. Ninaus, M. Wohlmuther, P. Ferguson, F. Gallmeier, E. Iverson, S. Koulikov, A. Smirnov; Investigations of the neutron performance of a methane hydrate moderator, Nuclear Instr. and Methods in Physics Research A, 562, pp. 565–568, 2006
22. K. Nuenighoff, Ch. Pohl, S. Koulikov, F. Cantargi, H. Conrad, D. Filges, H. Glueckler, F. Goldenbaum, R. Granada, G. Hansen, T. Matzerath, N. Paul, S. Petriw, H. Schaal, H. Soltner, H. Stelzer, W. Ninaus and M. Wohlmuther; Neutron experiments with cryogenic methane hydrate and mesitylene moderators. European Physical Journal A - Hadrons and Nuclei, 38, pp. 115-123, 2008
23. S. A. Kulikov, I. V. Kalinin, V. M. Morozov, A. G. Novikov, A. V. Puchkov, A. N. Chernikov, E. P. Shabalin; Measurement of Cold Neutron Spectra at a Model of Cryogenic Moderator of the IBR-2M Reactor. Physics of Particles and Nuclei Letters, Volume 7, Number 1, 57-60, 2010
24. С.А. Куликов, Е.П. Шабалин; Сравнение эффективности материалов холодных замедлителей нейтронов для реактора ИБР-2М. Сообщение ОИЯИ, 8 стр., P17-2005-222, 2005
25. С.А. Куликов, Е.П.Шабалин. Оптимизация замедлителей ИБР-2. Журнал Атомная энергия, ISSN: 0004-7163, т. 115, №7, стр. 41-44, 2013
26. S. Kulikov, E. Shabalin; New Complex of Moderators for Condensed Matter Research at the IBR-2M Reactor, Romanian Journal of Physics, ISSN:1221-146X , 54, 3-4, 361-367, 2009

27. S. Kulikov, E. Shabalin; Complex of neutron moderators for the IBR2M reactor. In Proc. of 17th Meeting of the International Collaboration on Advanced Neutron Sources, ICANS-XVII. April 25-29, 2005, Santa Fe, New Mexico, LA-UR-06-3904, Vol. II, p.341-345, 2005
28. V. Ananiev, A. Belyakov, S. Kulikov, A. Kustov, N. Romanova, E. Shabalin, D. Shabalin. Complex of moderators for the IBR-2M reactor. Proceedings of ICANS-XVIII, 18th Meeting of the International Collaboration on Advanced Neutron Sources (ICANS-XVIII), China, pp. 473-478, 2007
29. S.A. Manoshin, A.V. Belushkin, S.A. Kulikov, E.P. Shabalin, K. Walther, C. Scheffzuek, V.V. Zhuravlev; Optimization of a moderator-neutron guide system for diffractometers of beam line 7A of the IBR-2M reactor. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A, 608, 3, pp. 447-453, 2009
30. S. Kulikov, E. Shabalin; Status and perspective of development of cold moderators at the IBR-2 reactor. Journal of Physics: Conference Series 351, 012023 doi:10.1088/1742-6596/351/1/012023, 2012
31. V. Ananiev, A. Belyakov, S. Kulikov, A. Kustov, N. Romanova, E. Shabalin, D. Shabalin; Complex of moderators for the IBR-2M reactor. Proc. ICANS-XVIII, 18th Meeting of the International Collaboration in Advanced Neutron Sources, China, pp. 476-481, 2007
32. Ананьев В.Д., Беляков А.А., Булавин М.В., Верхоглядов А.Е., Кулагин Е.Н., Куликов С.А., Кустов А.А., Мухин К.А., Шабалин Е.П., Шабалин Д.Е.; Шариковый холодный замедлитель нейтронов. Патент на изобретение, №2492538, 2013
33. В.Д. Ананьев, А.А. Беляков, М.В. Булавин, А.Е. Верхоглядов, С.А. Куликов, К.А. Мухин, Е.П. Шабалин. Холодный замедлитель нейтронов на модернизированном реакторе ИБР-2. Первые результаты пуска. Журнал технической физики, том 84, вып. 2, стр. 131-134, 2014
34. V. Ananiev, A. Belyakov, M. Bulavin, E. Kulagin, S. Kulikov, K. Mukhin, T. Petukhova, A. Sirotin, D. Shabalin, E. Shabalin, V. Shirokov, A. Verhoglyadov; The world's first pelletized cold neutron moderator at a neutron scattering facility. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B, 320, pp. 70-74, 2014
35. E. Shabalin, S. Kulikov; The World's First Pelletized Cold Neutron Moderator Began its Operation. Taylor & Francis group, Vol.24, Number 3, p. 27, 2013
36. S. Kulikov, A. Belyakov, M. Bulavin, K. Mukhin, E. Shabalin, A. Verhoglyadov; Current status of advanced pelletized cold moderators development for IBR-2M research reactor. Physics of Particles and Nuclei, Letters, ISSN 1814-5957, v.10, 2(179), pp. 230-235, 2013
37. Ананьев В.Д., Беляков А.А., Богдзель А.А., Булавин М.В., Верхоглядов А.Е., Кулагин Е.Н., Куликов С.А. и др.; Первый в мире шариковый холодный замедлитель нейтронов. Сообщение ОИЯИ, P13-2012-113, 14 стр., 2012
38. S. A. Kulikov, V. D. Anan'ev, A. A. Belyakov, M.V. Bulavin, A. E. Verkhoglyadov, E. N. Kulagin, A. A. Kustov, K. A. Mukhin, Fedorov, E. P. Shabalin, D. E. Shabalin; Recent Progress in Development of the Pelletized Cold Neutron Moderators for the IBR-2M Reactor. Proceedings of International Collaboration on Advanced Neutron Sources (ICANS XIX), PSI, Grendelvald, Switzerland, PSI-Proceedings 10-01, ISSN 1019-6447, TO070, pp. 1-8, 2010
39. В. Д. Ананьев, А. А. Беляков, А. А. Богдзель, М. В. Булавин, А. Е. Верхоглядов, Е. Н. Кулагин, С. А. Куликов, А. А. Кустов, А. А. Любимцев, К. А. Мухин, Т. Б. Петухова, А. П. Сиротин, А. Н. Федоров, Е. П. Шабалин, Д. Е. Шабалин, В. К. Широков; Испытательный стенд шарикового криогенного замедлителя нейтронов реактора ИБР-2. Приборы и техника эксперимента, №1, стр. 128-134, 2013
40. О.Г. Бузыкин, А.В. Казаков, Е.Н. Кулагин, С.А. Куликов, Д.Е. Шабалин, Е.П. Шабалин; О пневмотранспортировке твердых шариков холодного замедлителя нейтронов, Сообщение ОИЯИ, P13-2008-116, 2008
41. М.В. Булавин, Е.Н. Кулагин, С.А. Куликов, К.А. Мухин, Д.Е. Шабалин, Е.П. Шабалин; Моделирование пневмотранспорта твердых шариков холодного замедлителя нейтронов: распределение скорости и времени движения. Сообщение ОИЯИ, P13-2009- 72, 16, 2009

42. S. Kulikov, A. Belyakov, M. Bulavin, K. Mukhin et al.; Advanced pelletized cold moderators for the IBR-2M research reactor for condense matter research. Proceedings of International Conference of Advanced Neutron Sources, ICANS XX, 4-9 of March, Bariloche, Argentina, id 341, 2012
43. S. Kulikov V. Ananiev, A. Belyakov, A. Bogdzal, M. Bulavin, A. Verhoglyadov, E. Kulagin, A. Kustov, K. Mukhin, A. Lubimtsev, T. Petukhova, A. Sirotin, A. Fedorov, E. Shabalin, D. Shabalin, M. Sitnik, V. Shirokov; Test stand of the technological system of the cryogenic moderator with the control electronics. Journal of Science and Arts, No.3(16), pp. 339-346, 2011
44. С.А. Куликов, Т.Б. Петухова. Е.П. Шабалин; "Регистрация и обработка измерительной информации на испытательном стенде шарикового криогенного замедлителя нейтронов - CMControl". Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2011612201 от 16.03.11
45. Куликов С.А., Федоров А.Н., Шабалин Е.П.; Криогенный дозатор шариков для холодного замедлителя нейтронов. Патент на изобретение №2496165. 2013
46. Shabalin E., Shabalin D., Kulagin E., Kulikov S.; R&D of productive pelletized cold neutron moderators. Proc. of The first Research coordination meeting, IAEA, Hokkaido University, Hokkaido, Japan, pp. 57-61, Vienna, Austria, ISSN:0587-4254 , eISSN:1509-5770, Jagellonian University, 2007
47. S. Kulikov, M. Bulavin, E. Kulagin, D. Shabalin, E. Shabalin, A. Verhoglyadov; R&D of productive pelletized cold neutron moderators (status), Proceeding of the second Research coordination meeting, IAEA, Kuala Lumpur, Malaysia, p.71-75, 2009
48. С. В. Кожевников, В. Д. Жакетов, А. В. Петренко, М. В. Булавин, А. Е. Верхогляд, С. А. Куликов, Е. П. Шабалин; Использование криогенного замедлителя на нейтронном рефлектометре РЕМУР. Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. No 1, с. 1-11, 2016

По результатам открытого голосования ( 22 – за, 1 – против, воздержавшихся – нет)

ПОСТАНОВИЛИ:

1. Рекомендовать к защите представленную Куликовым С.А. диссертационную работу «Холодные замедлители нейтронов на основе твердых дисперсных водородсодержащих материалов» на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики».
2. Утвердить текст заключения НТС ЛНФ о диссертационной работе Куликова С.А.

Председатель НТС ЛНФ



А.И. Франк

Ученый секретарь НТС ЛНФ



Т. В. Тропин

«Выписка верна»

Ученый секретарь ЛНФ ОИЯИ



Д. Худоба