



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ПРОТОКОЛ №11 Научно-технического совета Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка

11.12.2019 г.

Численный состав НТС: 35 чел.

Присутствовало на заседании: 26 чел.

Повестка заседания

1. Выборы на научные должности:

- 1.1. Старший научный сотрудник, НЭО НИКС ОНИРКС ЛНФ.
Кандидат на должность: **Ю.Е. Горшкова.**
- 1.2. Старший научный сотрудник, группа ядерной безопасности, ЛНФ.
Кандидат на должность: **А.Д. Рогов.**
- 1.3. Начальник группы ядерной безопасности, ЛНФ.
Кандидат на должность: **Ю.Н. Пепельшев.**
- 1.4. Начальник сектора, ОЯФ ЛНФ.
Кандидат на должность: **Ю.Н. Копач.**
- 1.5. Заместитель начальника отделения, ОЯФ ЛНФ.
Кандидат на должность: **П.В. Седышев.**

2. Предзащита диссертации, представляемой на соискание ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.01 «Приборы и методы экспериментальной физики».

Тема диссертации: **«Нейтроннооптические методы характеристики планарных магнитных наноструктур».**

Докладчик: **С.В. Кожевников.**

1.1. Председатель НТС ЛНФ А.И. Франк поприветствовал членов НТС и гостей заседания и сообщил о прошедшей конференции молодых ученых, соискателей стипендий им. Франка и им. Шапиро. Конференция получилась очень интересной и очень полезной как для докладчиков, так и для слушателей, представляет собой срез как кадровый (по молодым ученым) так и срез тематики исследований, проводимых в ЛНФ. А.И. Франк отметил малое внимание к конференции от старшего состава сотрудников ЛНФ и призвал их принимать активное участие.

2.1. Т.В. Тропин проинформировал членов НТС о результатах заседания комиссии по выборам на должность в составе Т.В. Тропина, Д. Худоба. В результате рассмотрения представленных кандидатами документов, комиссия сделала заключение об их соответствии замещаемым должностям.

2.2. Слушали: о выборах на должность старшего научного сотрудника НЭОНИКС, ОНИРКС ЛНФ. Выступала кандидат на должность Ю.Е. Горшкова.

В обсуждении принимал участие: А.И. Франк.

Постановили: внести кандидатуру Ю.Е. Горшковой в бюллетени для тайного голосования.

2.3. Слушали: о выборах на должность старшего научного сотрудника группы ядерной безопасности ЛНФ. Выступал кандидат на должность А.Д. Рогов.

В обсуждении принимал участие: А.И. Франк, А.И. Куклин, А.М. Балагуров.

Постановили: внести кандидатуру А.Д. Рогова в бюллетени для тайного голосования.

2.4. Слушали: о выборах на должность руководителя группы ядерной безопасности ЛНФ. Кандидат на должность: Ю.Н. Пепельшев.

В обсуждении принимал участие: А.И. Франк, Т.В. Тропин.

Постановили: внести кандидатуру Ю.Н. Пепельшева в бюллетени для тайного голосования.

2.5. Слушали: о выборах на должность начальника сектора ОЯФ ЛНФ. Выступал кандидат на должность Ю.Н. Копач.

В обсуждении принимал участие: А.И. Франк, А.И. Куклин.

Постановили: внести кандидатуру Ю.Н. Копача в бюллетени для тайного голосования.

2.6. Слушали: о выборах на должность заместителя начальника отделения, ОЯФ ЛНФ. Выступал кандидат на должность П.В. Седышев.

В обсуждении принимал участие: А.Б. Попов, А.Д. Рогов, А.И. Франк.

Постановили: внести кандидатуру П.В. Седышева в бюллетени для тайного голосования.

2.7. Слушали: о выборе счетной комиссии.

Постановили: избрать счетную комиссию в составе:

Председатель – М.В. Авдеев

Члены комиссии – И.А. Бобриков, А.И. Куклин

2.8. Слушали: М.В. Авдеева о результатах тайного голосования.

Голоса распределились следующим образом:

Ю.Е. Горшкова – за – 26, против – нет, недействительных – нет.

А.Д. Рогов – за – 26, против – нет, недействительных – нет.

Ю.Н. Пепельшев – за – 25, против – нет, недействительных – нет.

Ю.Н. Пепельшев, как член НТС, в голосовании за свою кандидатуру участия не принимал.

Ю.Н. Копач – за – 25, против – нет, недействительных – нет.

Ю.Н. Копач, как член НТС, в голосовании за свою кандидатуру участия не принимал.

П.В. Седышев – за – 24, против – нет, недействительных – 1.

П.В. Седышев, как член НТС, в голосовании за свою кандидатуру участия не принимал.

Постановили:

- 1.1. Избрать Горшкову Юлию Евгеньевну на должность старший научный сотрудник, группа ЮМО, НЭО НИКС, ОНИРКС ЛНФ сроком по _____ г. (на три года). Дата вступления в должность _____ г.
 - 1.2. Избрать Рогова Анатолия Дмитриевича, на должность старший научный сотрудник, группа №1 Ядерной безопасности ЛНФ сроком по 31.12.2022 г. в связи с завершением в 2019 г. темы ПТП ОИЯИ 04-4-1128-2017/2022 «Исследования взаимодействия нейтронов с ядрами и свойств нейтрона». Дата вступления в должность 01.01.2020 г.
 - 1.3. Избрать Юрия Николаевича Пепельшева, на должность начальник группы, группа №1 Ядерной безопасности ЛНФ сроком по 31.12.2022 г. в связи с завершением в 2019 г. темы ПТП ОИЯИ 04-4-1128-2017/2022 «Исследования взаимодействия нейтронов с ядрами и свойств нейтрона». Дата вступления в должность 01.01.2020 г.
 - 1.4. Избрать Копача Юрия Николаевича, на должность начальник сектора, сектор исследований нейтронно-ядерных взаимодействий, ОЯФ ЛНФ сроком по 31.12.2022 г. в связи с завершением в 2019 г. темы ПТП ОИЯИ 04-4-1128-2017/2022 «Исследования взаимодействия нейтронов с ядрами и свойств нейтрона». Дата вступления в должность 01.01.2020 г.
 - 1.5. Избрать Седышева Павла Николаевича, на должность заместитель начальника отделения, ОЯФ ЛНФ сроком по 31.12.2022 г. в связи с завершением в 2019 г. темы ПТП ОИЯИ 04-4-1128-2017/2022 «Исследования взаимодействия нейтронов с ядрами и свойств нейтрона». Дата вступления в должность 01.01.2020 г.
2. Утвердить Протокол счетной комиссии.

3.1. Слушали: сообщение **Кожевникова Сергея Васильевича** о содержании, основных положениях и выводах диссертационной работы «Нейтроннооптические методы характеризации планарных магнитных наноструктур», 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. Балагуров А.М., д.ф.-м.н. Попов А.Б., к.ф.-м.н. Копач Ю.Н., д.ф.-м.н. Франк А.И.

А.М. Балагуров ознакомил НТС ЛНФ с результатами заседания НТС НЭОНИКС ЛНФ, где диссертация С.В. Кожевникова была рассмотрена и рекомендована к рассмотрению на НТС ЛНФ.

В целом было отмечено, что работа выполнена на высоком научном уровне и имеет большое научное и практическое значение. Диссертант внес определяющий вклад в решение научно-методической задачи – исследование явлений оптики поляризованных нейтронов и демонстрации на их основе методов характеризации планарных магнитных наноструктур. Было признано, что по научной 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 Кожевникова С.В.

Диссертационная работа «Нейтроннооптические методы характеризации планарных магнитных наноструктур» посвящена явлениям оптики поляризованных нейтронов и демонстрации на их основе методов характеризации планарных магнитных наноструктур. Создано новое научное направление по развитию нейтроннооптических методов, свободных

от модельных расчётов. Тема работы является актуальной, поскольку планарные магнитные наноструктуры широко используются на практике в электронных приборах, устройствах магнитной записи и хранения информации, датчиках магнитного поля и т.д. Научный вклад диссертации в нейтронную оптику состоит в регистрации нейтронного спинового резонанса в магнитном веществе и подробном исследовании каналирования нейтронов в слоистых волноводах. Важным методическим результатом работы является получение поляризованного микропучка нейтронов, исследование его свойств и применение для изучения локальной магнитной микроструктуры. Большую практическую ценность имеет разработанная в диссертации методика представления данных незеркального рассеяния нейтронов в различных координатах. Продемонстрированные в работе нейтронные методы исследования магнитных наноструктур на глубине от поверхности являются уникальными, поскольку такие системы недоступны для рентгеновского излучения. В целом диссертация представляет собой комплексное научное исследование, в котором использованы дополнительные методы характеристики магнитных наноструктур и проведено сравнение экспериментальных результатов с предсказаниями теории. По своему уровню, объёму, научной новизне и практической значимости работа соответствует требованиям, предъявляемым к докторской диссертации.

Исследования были выполнены автором за период 2004 – 2019 гг. в Лаборатории нейтронной физики им И.М. Франка, Лаборатории Леона Бриллюэна в Сакле, Франция и в Исследовательском центре Майера-Лейбница в Гархинге, Германия. Личное участие автора в работах, составляющих основу диссертации, является определяющим.

Основные результаты работы:

1. Продемонстрированы методы характеристики планарных магнитных наноструктур, основанные на явлениях оптики поляризованных нейтронов и свободные от модельных расчётов.
2. Зарегистрирован нейтронный спиновый резонанс в магнитной плёнке в скрещенных постоянном и переменном магнитных полях. Получено, что резонансная частота переменного поля соответствует величине магнитной индукции в отдельном домене в ненасыщенном состоянии плёнки.
3. Развита метод пространственного расщепления поляризованного пучка нейтронов в магнитно-неколлинеарных средах. Получены новые данные при исследовании магнитно-неколлинеарных кластеров и отдельных границ раздела в магнитных плёнках. Для этого использованы дополнительные методы характеристики плёнок (ларморовская прецессия спина нейтронов, VSM, SQUID, MOKE, техника Биттера).
4. Продемонстрированы методические применения явления пространственного расщепления поляризованного пучка нейтронов при отражении от магнитно-неколлинеарной плёнки. Получено, что в области незеркального отражения нейтронов увеличивается степень поляризации пучка и увеличивается отношение *сигнал/фон*. Показано, что это можно использовать в рефлектометрии поляризованных нейтронов для более надёжной регистрации малых эффектов переворота спина нейтронов.
5. Разработан метод каналирования поляризованных нейтронов для определения слабой намагниченности плёнок порядка 100 Гс. Измерена длина каналирования нейтронов в зависимости от порядка резонанса и параметров волновода.
6. Поляризованный микропучок нейтронов из плоского волновода с рекордно малой шириной 2.6 мкм использован для исследования локальной магнитной микроструктуры. Определена расходимость микропучка в зависимости от длины волны нейтронов и ширины волноводного канала, получена оценка собственной спектральной ширины резонансов внутри волновода.
7. Разработана методика представления двумерных карт незеркального рассеяния нейтронов в скользящей геометрии в различных координатах. Показано, что методика

позволяет повысить надёжность экспериментальных данных и эффективность исследований слоистых наноструктур.

8. Зарегистрировано усиленное незеркальное отражение нейтронов от трёхслойного резонатора на основе магнитных плёнок. Показано, что незеркальное рассеяние нейтронов в резонансах связано с шероховатостями границ раздела слоёв.

Результаты диссертации были представлены автором на более чем 30 международных и национальных конференциях и совещаниях, в том числе на российском совещании по использованию Рассеяния Нейтронов в Исследованиях Конденсированных Сред (РНИКС - 2018, 2014, 2012, 2010, 2008), Первом Российском Кристаллографическом Конгрессе (2016), международной конференции Polarized Neutrons for Condensed Matter Investigations (PNCMI – 2018, 2016, 2012, 2010, 2006), европейской конференции European Conference on Neutron Scattering (ECNS – 2011, 2007), международном симпозиуме Moscow International Symposium on Magnetism (MISM-2017) и др., а также на научных семинарах в Лаборатории нейтронной физики и в других нейтронных центрах.

Результаты диссертации вошли в циклы работ, которые дважды были удостоены вторых премий на конкурсах ОИЯИ по разделу «экспериментальные физические исследования».

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

1. С.В. Кожевников, Плоские нейтронные волноводы, ЭЧАЯ **50** (2019) 284-359.
2. С.В. Кожевников, Т. Келлер, Ю.Н. Хайдуков, Ф. Отт, Ф. Раду, Каналирование нейтронов в немагнитном плоском волноводе, ЖЭТФ **155** (2019) 590-601.
3. S.V. Kozhevnikov, V.D. Zhaketov, T. Keller, Yu.N. Khaydukov, F. Ott, Chen Luo, Kai Chen, F. Radu, Polarized neutron channeling in weakly magnetic films, Nucl. Instrum. Meth. A **927** (2019) 87-100.
4. S.V. Kozhevnikov, V.D. Zhaketov, T. Keller, Yu.N. Khaydukov, F. Ott, F. Radu, Divergence of neutron microbeams from planar waveguides, Nucl. Instrum. Meth. A **915** (2019) 54-64.
5. С.В. Кожевников, В.Д. Жакетов, Ф. Раду, Нейтронный микропучок из плоского волновода, ЖЭТФ **154** (2018) 698-715.
6. С.В. Кожевников, Ю.Н. Хайдуков, Ф. Отт, Ф. Раду, Каналирование нейтронов в потенциальной яме плоского волновода, ЖЭТФ **153** (2018) 712-720.
7. С.В. Кожевников, Ф. Отт, Ф. Раду, Нейтронные методы исследования магнитных плёнок, ЭЧАЯ **49** (2018) 582-624.
8. С.В. Кожевников, В.К. Игнатович, Ф. Раду, Применение зеемановского пространственного расщепления пучка в рефлектометрии поляризованных нейтронов. Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования **2** (2018) 12-23.
9. S.V. Kozhevnikov, T. Keller, Yu.N. Khaydukov, F. Ott, F. Radu, Characterization methods for neutron channeling in planar waveguides, Nucl. Instrum. Meth. A **875** (2017) 177-184.
10. С.В. Кожевников, В.Д. Жакетов, Ю.Н. Хайдуков, Ф. Отт, Ф. Раду, Каналирование нейтронов в плоском волноводе, ЖЭТФ **152** (2017) 1192-1203.
11. S.V. Kozhevnikov, F. Ott, E.M. Semenova, Neutron Zeeman beam-splitting method for the investigation of magnetic nanostructures, Physica B **508** (2017) 12-21.
12. С.В. Кожевников, В.К. Игнатович, А.В. Петренко, Ф. Раду, Нейтронные резонансы в плоских волноводах, ЖЭТФ **150** (2016) 1094-1101.
13. S.V. Kozhevnikov, Yu.N. Khaydukov, T. Keller, F. Ott, F. Radu, Polarized neutron channeling as a tool for the investigations of weakly magnetic thin films, Pis'ma v ZhETF **103** (2016) 38-43.
14. S.V. Kozhevnikov, F. Ott and F. Radu, Neutron methods for the direct determination of the magnetic induction in thick films, J. Magn. Magn. Mater. **402** (2016) 83-93.

15. S.V. Kozhevnikov, V.K. Ignatovich, Yu.V. Nikitenko, F. Ott, A.V. Petrenko, System of neutron microbeams from a planar waveguide, *Pis'ma v ZhETF* **102** (2015) 3-9.
16. F. Ott, S. Kozhevnikov, A. Thiaville, J. Torrejon, M. Vazquez, Shaping micron-sized cold neutron beams, *Nucl. Instrum. Meth. A* **788** (2015) 29-34.
17. С.В. Кожевников, F. Ott, J. Torrejón, M. Vázquez, A. Thiaville, Применение поляризованного микропучка нейтронов для исследования магнитной микроструктуры, *ФТТ* **56** (2014) 63-67.
18. S. Kozhevnikov, T. Keller, Yu. Khaydukov, F. Ott, A. Rühm, J. Major, Polarizing Fe-Co-Fe planar waveguides for the production of neutron microbeams, *Physics Procedia* **42** (2013) 80-88.
19. A. Rühm, S.V. Kozhevnikov, F. Ott, F. Radu, J. Major, Magnetic planar waveguides as combined polarizers and spin-flippers for neutron microbeams, *Nucl. Instrum. Meth. A* **708** (2013) 83-87.
20. S.V. Kozhevnikov, V.K. Ignatovich, F. Ott, A. Rühm, J. Major, Experimental determination of the neutron channeling length in a planar waveguide, *ЖЭТФ* **144** (2013) 733-738.
21. S.V. Kozhevnikov, F. Ott, F. Radu, Data representations of Zeeman spatial beam splitting in polarized neutron reflectometry, *J. Appl. Crystallogr.* **45** (2012) 814-825.
22. S.V. Kozhevnikov, V.K. Ignatovich, Yu.V. Nikitenko, F. Ott, F. Radu, A. Rühm, J. Major, Neutron magnetic resonance and non-specular reflection from a magnetic film placed in an oscillating magnetic field, *J. Phys.: Conf. Ser.* **340** (2012) 012084.
23. S.V. Kozhevnikov, A. Rühm, J. Major, Combination of a reflectometer and a nonmagnetic waveguide for experiments with polarized neutron microbeam, *Crystallogr. Rep.* **56** (2011) 1207-1211.
24. S.V. Kozhevnikov, A. Rühm, F. Ott, N. K. Pleshanov, J. Major, Magnetic layered structure for the production of polarized neutron microbeams, *Physica B* **406** (2011) 2463-2466.
25. F. Ott, S.V. Kozhevnikov, Off-specular data representations in neutron reflectivity, *J. Appl. Crystallogr.* **44** (2011) 359-369.
26. С.В. Кожевников, F. Ott, Представление данных незеркального рассеяния нейтронов, *ФТТ* **52** (2010) 1457-1466.
27. S.V. Kozhevnikov, F. Ott, A. Paul, L. Rosta, Resonances and off-specular scattering from neutron waveguides, *Eur. Phys. J. Spec. Topics* **167** (2009) 87-92.
28. S.V. Kozhevnikov, F. Ott, E. Kentzinger, A. Paul, Enhanced off-specular scattering in magnetic neutron waveguides, *Physica B* **397** (2007) 68-70.

По результатам открытого голосования (26 – за, против – нет, воздержавшихся – нет)

Постановили:

1. Рекомендовать к защите представленную Кожевниковым С.В. диссертационную работу «Нейтроннооптические методы характеризации планарных магнитных наноструктур» 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 Кожевникова С.В.

Председатель НТС ЛНФ



А.И. Франк

Секретарь НТС ЛНФ



Т.В. Тропин



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ВЫПИСКА

из Протокола №11 Научно-технического совета
Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка

11.12.2019 г.

Численный состав НТС: 35 чел.

Присутствовало на заседании: 26 чел.

2.2. Слушали: о выборах на должность старшего научного сотрудника НЭОНИКС, ОНИРКС ЛНФ. Выступала кандидат на должность Ю.Е. Горшкова.

В обсуждении принимал участие: А.И. Франк.

Постановили: внести кандидатуру Ю.Е. Горшковой в бюллетени для тайного голосования.

2.7. Слушали: о выборе счетной комиссии.

Постановили: избрать счетную комиссию в составе:

Председатель – М.В. Авдеев

Члены комиссии – И.А. Бобриков, А.И. Куклин

2.8. Слушали: М.В. Авдеева о результатах тайного голосования.

Голоса распределились следующим образом:

Ю.Е. Горшкова – за – 26, против – нет, недействительных – нет.

Постановили:

1.1. Избрать Горшкову Юлию Евгеньевну на должность старший научный сотрудник, группа ЮМО, НЭО НИКС, ОНИРКС ЛНФ сроком по _____ г. (на три года). Дата вступления в должность _____ г.

2. Утвердить Протокол счетной комиссии.

Председатель НТС ЛНФ

А.И. Франк

Секретарь НТС ЛНФ

Т.В. Тропин

«Выписка верна»
Ученый секретарь ЛНФ

Д. Худоба



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ВЫПИСКА

из Протокола №11 Научно-технического совета
Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка

11.12.2019 г.

Численный состав НТС: 35 чел.

Присутствовало на заседании: 26 чел.

2.3. Слушали: о выборах на должность старшего научного сотрудника группы ядерной безопасности ЛНФ. Выступал кандидат на должность А.Д. Рогов.

В обсуждении принимал участие: А.И. Франк, А.И. Куклин, А.М. Балагуров.

Постановили: внести кандидатуру А.Д. Рогова в бюллетени для тайного голосования.

2.7. Слушали: о выборе счетной комиссии.

Постановили: избрать счетную комиссию в составе:

Председатель – М.В. Авдеев

Члены комиссии – И.А. Бобриков, А.И. Куклин

2.8. Слушали: М.В. Авдеева о результатах тайного голосования.

Голоса распределились следующим образом:

А.Д. Рогов – за – 26, против – нет, недействительных – нет.

Постановили:

1.2. Избрать Рогова Анатолия Дмитриевича, на должность старший научный сотрудник, группа №1 Ядерной безопасности ЛНФ сроком по 31.12.2022 г. в связи с завершением в 2019 г. темы ПТП ОИЯИ 04-4-1128-2017/2022 «Исследования взаимодействия нейтронов с ядрами и свойств нейтрона». Дата вступления в должность 01.01.2020 г.

2. Утвердить Протокол счетной комиссии.

Председатель НТС ЛНФ

А.И. Франк

Секретарь НТС ЛНФ

Т.В. Тропин

«Выписка верна»
Ученый секретарь ЛНФ

Д. Худоба



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ВЫПИСКА

из Протокола №11 Научно-технического совета Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка

11.12.2019 г.

Численный состав НТС: 35 чел.

Присутствовало на заседании: 26 чел.

2.4. Слушали: о выборах на должность руководителя группы ядерной безопасности ЛНФ.
Кандидат на должность: Ю.Н. Пепельшев.

В обсуждении принимал участие: А.И. Франк, Т.В. Тропин.

Постановили: внести кандидатуру Ю.Н. Пепельшева в бюллетени для тайного голосования.

2.7. Слушали: о выборе счетной комиссии.

Постановили: избрать счетную комиссию в составе:

Председатель – М.В. Авдеев

Члены комиссии – И.А. Бобриков, А.И. Куклин

2.8. Слушали: М.В. Авдеева о результатах тайного голосования.

Голоса распределились следующим образом:

Ю.Н. Пепельшев – за – 25, против – нет, недействительных – нет.

Ю.Н. Пепельшев, как член НТС, в голосовании за свою кандидатуру участия не принимал.

Постановили:

1.3. Избрать Юрия Николаевича Пепельшева, на должность начальник группы, группа №1 Ядерной безопасности ЛНФ сроком по 31.12.2022 г. в связи с завершением в 2019 г. темы ПТП ОИЯИ 04-4-1128-2017/2022 «Исследования взаимодействия нейтронов с ядрами и свойств нейтрона». Дата вступления в должность 01.01.2020 г.

2. Утвердить Протокол счетной комиссии.

Председатель НТС ЛНФ

А.И. Франк

Секретарь НТС ЛНФ

Т.В. Тропин

«Выписка верна»
Ученый секретарь ЛНФ

Д. Худоба



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ВЫПИСКА

из Протокола №11 Научно-технического совета
Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка

11.12.2019 г.

Численный состав НТС: 35 чел.

Присутствовало на заседании: 26 чел.

2.5. Слушали: о выборах на должность начальника сектора ОЯФ ЛНФ. Выступал кандидат на должность Ю.Н. Копач.

В обсуждении принимал участие: А.И. Франк, А.И. Куклин.

Постановили: внести кандидатуру Ю.Н. Копача в бюллетени для тайного голосования.

2.7. Слушали: о выборе счетной комиссии.

Постановили: избрать счетную комиссию в составе:

Председатель – М.В. Авдеев

Члены комиссии – И.А. Бобриков, А.И. Куклин

2.8. Слушали: М.В. Авдеева о результатах тайного голосования.

Голоса распределились следующим образом:

Ю.Н. Копач – за – 25, против – нет, недействительных – нет.

Ю.Н. Копач, как член НТС, в голосовании за свою кандидатуру участия не принимал.

Постановили:

1.4. Избрать Копача Юрия Николаевича, на должность начальник сектора, сектор исследований нейтронно-ядерных взаимодействий, ОЯФ ЛНФ сроком по 31.12.2022 г. в связи с завершением в 2019 г. темы ПТП ОИЯИ 04-4-1128-2017/2022 «Исследования взаимодействия нейтронов с ядрами и свойств нейтрона». Дата вступления в должность 01.01.2020 г.

2. Утвердить Протокол счетной комиссии.

Председатель НТС ЛНФ

А.И. Франк

Секретарь НТС ЛНФ

Т.В. Тропин

«Выписка верна»

Ученый секретарь ЛНФ

Д. Худоба



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ВЫПИСКА

из Протокола №11 Научно-технического совета
Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка

11.12.2019 г.

Численный состав НТС: 35 чел.

Присутствовало на заседании: 26 чел.

2.6. Слушали: о выборах на должность заместителя начальника отделения, ОЯФ ЛНФ. Выступал кандидат на должность П.В. Седышев.

В обсуждении принимал участие: А.Б. Попов, А.Д. Рогов, А.И. Франк.

Постановили: внести кандидатуру П.В. Седышева в бюллетени для тайного голосования.

2.7. Слушали: о выборе счетной комиссии.

Постановили: избрать счетную комиссию в составе:

Председатель – М.В. Авдеев

Члены комиссии – И.А. Бобриков, А.И. Куклин

2.8. Слушали: М.В. Авдеева о результатах тайного голосования.

Голоса распределились следующим образом:

П.В. Седышев – за – 24, против – нет, недействительных – 1.

П.В. Седышев, как член НТС, в голосовании за свою кандидатуру участия не принимал.

Постановили:

1.5. Избрать Седышева Павла Николаевича, на должность заместитель начальника отделения, ОЯФ ЛНФ сроком по 31.12.2022 г. в связи с завершением в 2019 г. темы ПТП ОИЯИ 04-4-1128-2017/2022 «Исследования взаимодействия нейтронов с ядрами и свойств нейтрона». Дата вступления в должность 01.01.2020 г.

2. Утвердить Протокол счетной комиссии.

Председатель НТС ЛНФ

А.И. Франк

Секретарь НТС ЛНФ

Т.В. Трошин

«Выписка верна»
Ученый секретарь ЛНФ

Д. Худоба



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

УТВЕРЖДАЮ

Директор Лаборатории
нейтронной физики им. И.М. Франка

В.Н. Швецов

«_____» _____ 2019 г.

ВЫПИСКА

**из Протокола №11 Научно-технического совета
Лаборатории нейтронной физики им. И. М. Франка**

11.12.2019 г.

Численный состав НТС: 35 чел.

Присутствовало на заседании: 26 чел.

3.1. Слушали: сообщение **Кожевникова Сергея Васильевича** о содержании, основных положениях и выводах диссертационной работы «Нейтроннооптические методы характеризации планарных магнитных наноструктур», 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. Балагуров А.М., д.ф.-м.н. Попов А.Б., к.ф.-м.н. Копач Ю.Н., д.ф.-м.н. Франк А.И.

А.М. Балагуров ознакомил НТС ЛНФ с результатами заседания НТС НЭОНИКС ЛНФ, где диссертация С.В. Кожевникова была рассмотрена и рекомендована к рассмотрению на НТС ЛНФ.

В целом было отмечено, что работа выполнена на высоком научном уровне и имеет большое научное и практическое значение. Диссертант внес определяющий вклад в решение научно-методической задачи – исследование явлений оптики поляризованных нейтронов и демонстрации на их основе методов характеризации планарных магнитных наноструктур. Было признано, что по научной 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 Кожевникова С.В.

Диссертационная работа «Нейтроннооптические методы характеризации планарных магнитных наноструктур» посвящена явлениям оптики поляризованных нейтронов и демонстрации на их основе методов характеризации планарных магнитных наноструктур. Создано новое научное направление по развитию нейтроннооптических методов, свободных

от модельных расчётов. Тема работы является актуальной, поскольку планарные магнитные наноструктуры широко используются на практике в электронных приборах, устройствах магнитной записи и хранения информации, датчиках магнитного поля и т.д. Научный вклад диссертации в нейтронную оптику состоит в регистрации нейтронного спинового резонанса в магнитном веществе и подробном исследовании каналирования нейтронов в слоистых волноводах. Важным методическим результатом работы является получение поляризованного микропучка нейтронов, исследование его свойств и применение для изучения локальной магнитной микроструктуры. Большую практическую ценность имеет разработанная в диссертации методика представления данных незеркального рассеяния нейтронов в различных координатах. Продемонстрированные в работе нейтронные методы исследования магнитных наноструктур на глубине от поверхности являются уникальными, поскольку такие системы недоступны для рентгеновского излучения. В целом диссертация представляет собой комплексное научное исследование, в котором использованы дополнительные методы характеристики магнитных наноструктур и проведено сравнение экспериментальных результатов с предсказаниями теории. По своему уровню, объёму, научной новизне и практической значимости работа соответствует требованиям, предъявляемым к докторской диссертации.

Исследования были выполнены автором за период 2004 – 2019 гг. в Лаборатории нейтронной физики им И.М. Франка, Лаборатории Леона Бриллюэна в Сакле, Франция и в Исследовательском центре Майера-Лейбница в Гархинге, Германия. Личное участие автора в работах, составляющих основу диссертации, является определяющим.

Основные результаты работы:

1. Продемонстрированы методы характеристики планарных магнитных наноструктур, основанные на явлениях оптики поляризованных нейтронов и свободные от модельных расчётов.
2. Зарегистрирован нейтронный спиновый резонанс в магнитной плёнке в скрещенных постоянном и переменном магнитных полях. Получено, что резонансная частота переменного поля соответствует величине магнитной индукции в отдельном домене в ненасыщенном состоянии плёнки.
3. Развита метод пространственного расщепления поляризованного пучка нейтронов в магнитно-неколлинеарных средах. Получены новые данные при исследовании магнитно-неколлинеарных кластеров и отдельных границ раздела в магнитных плёнках. Для этого использованы дополнительные методы характеристики плёнок (ларморовская прецессия спина нейтронов, VSM, SQUID, MOKE, техника Биттера).
4. Продемонстрированы методические применения явления пространственного расщепления поляризованного пучка нейтронов при отражении от магнитно-неколлинеарной плёнки. Получено, что в области незеркального отражения нейтронов увеличивается степень поляризации пучка и увеличивается отношение *сигнал/фон*. Показано, что это можно использовать в рефлектометрии поляризованных нейтронов для более надёжной регистрации малых эффектов переворота спина нейтронов.
5. Разработан метод каналирования поляризованных нейтронов для определения слабой намагниченности плёнок порядка 100 Гс. Измерена длина каналирования нейтронов в зависимости от порядка резонанса и параметров волновода.
6. Поляризованный микропучок нейтронов из плоского волновода с рекордно малой шириной 2.6 мкм использован для исследования локальной магнитной микроструктуры. Определена расходимость микропучка в зависимости от длины волны нейтронов и ширины волноводного канала, получена оценка собственной спектральной ширины резонансов внутри волновода.
7. Разработана методика представления двумерных карт незеркального рассеяния нейтронов в скользящей геометрии в различных координатах. Показано, что методика

позволяет повысить надёжность экспериментальных данных и эффективность исследований слоистых наноструктур.

8. Зарегистрировано усиленное незеркальное отражение нейтронов от трёхслойного резонатора на основе магнитных плёнок. Показано, что незеркальное рассеяние нейтронов в резонансах связано с шероховатостями границ раздела слоёв.

Результаты диссертации были представлены автором на более чем 30 международных и национальных конференциях и совещаниях, в том числе на российском совещании по использованию Рассеяния Нейтронов в Исследованиях Конденсированных Сред (РНИКС - 2018, 2014, 2012, 2010, 2008), Первом Российском Кристаллографическом Конгрессе (2016), международной конференции Polarized Neutrons for Condensed Matter Investigations (PNCMI – 2018, 2016, 2012, 2010, 2006), европейской конференции European Conference on Neutron Scattering (ECNS – 2011, 2007), международном симпозиуме Moscow International Symposium on Magnetism (MISM-2017) и др., а также на научных семинарах в Лаборатории нейтронной физики и в других нейтронных центрах.

Результаты диссертации вошли в циклы работ, которые дважды были удостоены вторых премий на конкурсах ОИЯИ по разделу «экспериментальные физические исследования».

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

1. С.В. Кожевников, Плоские нейтронные волноводы, ЭЧАЯ **50** (2019) 284-359.
2. С.В. Кожевников, Т. Келлер, Ю.Н. Хайдуков, Ф. Отт, Ф. Раду, Каналирование нейтронов в немагнитном плоском волноводе, ЖЭТФ **155** (2019) 590-601.
3. S.V. Kozhevnikov, V.D. Zhaketov, T. Keller, Yu.N. Khaydukov, F. Ott, Chen Luo, Kai Chen, F. Radu, Polarized neutron channeling in weakly magnetic films, Nucl. Instrum. Meth. A **927** (2019) 87-100.
4. S.V. Kozhevnikov, V.D. Zhaketov, T. Keller, Yu.N. Khaydukov, F. Ott, F. Radu, Divergence of neutron microbeams from planar waveguides, Nucl. Instrum. Meth. A **915** (2019) 54-64.
5. С.В. Кожевников, В.Д. Жакетов, Ф. Раду, Нейтронный микропучок из плоского волновода, ЖЭТФ **154** (2018) 698-715.
6. С.В. Кожевников, Ю.Н. Хайдуков, Ф. Отт, Ф. Раду, Каналирование нейтронов в потенциальной яме плоского волновода, ЖЭТФ **153** (2018) 712-720.
7. С.В. Кожевников, Ф. Отт, Ф. Раду, Нейтронные методы исследования магнитных плёнок, ЭЧАЯ **49** (2018) 582-624.
8. С.В. Кожевников, В.К. Игнатович, Ф. Раду, Применение зеемановского пространственного расщепления пучка в рефлектометрии поляризованных нейтронов. Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования **2** (2018) 12-23.
9. S.V. Kozhevnikov, T. Keller, Yu.N. Khaydukov, F. Ott, F. Radu, Characterization methods for neutron channeling in planar waveguides, Nucl. Instrum. Meth. A **875** (2017) 177-184.
10. С.В. Кожевников, В.Д. Жакетов, Ю.Н. Хайдуков, Ф. Отт, Ф. Раду, Каналирование нейтронов в плоском волноводе, ЖЭТФ **152** (2017) 1192-1203.
11. S.V. Kozhevnikov, F. Ott, E.M. Semenova, Neutron Zeeman beam-splitting method for the investigation of magnetic nanostructures, Physica B **508** (2017) 12-21.
12. С.В. Кожевников, В.К. Игнатович, А.В. Петренко, Ф. Раду, Нейтронные резонансы в плоских волноводах, ЖЭТФ **150** (2016) 1094-1101.
13. S.V. Kozhevnikov, Yu.N. Khaydukov, T. Keller, F. Ott, F. Radu, Polarized neutron channeling as a tool for the investigations of weakly magnetic thin films, Pis'ma v ZhETF **103** (2016) 38-43.
14. S.V. Kozhevnikov, F. Ott and F. Radu, Neutron methods for the direct determination of the magnetic induction in thick films, J. Magn. Magn. Mater. **402** (2016) 83-93.

15. S.V. Kozhevnikov, V.K. Ignatovich, Yu.V. Nikitenko, F. Ott, A.V. Petrenko, System of neutron microbeams from a planar waveguide, *Pis'ma v ZhETF* **102** (2015) 3-9.
16. F. Ott, S. Kozhevnikov, A. Thiaville, J. Torrejon, M. Vazquez, Shaping micron-sized cold neutron beams, *Nucl. Instrum. Meth. A* **788** (2015) 29-34.
17. С.В. Кожевников, F. Ott, J. Torrejón, M. Vázquez, A. Thiaville, Применение поляризованного микропучка нейтронов для исследования магнитной микроструктуры, *ФТТ* **56** (2014) 63-67.
18. S. Kozhevnikov, T. Keller, Yu. Khaydukov, F. Ott, A. Rühm, J. Major, Polarizing Fe-Co-Fe planar waveguides for the production of neutron microbeams, *Physics Procedia* **42** (2013) 80-88.
19. A. Rühm, S.V. Kozhevnikov, F. Ott, F. Radu, J. Major, Magnetic planar waveguides as combined polarizers and spin-flippers for neutron microbeams, *Nucl. Instrum. Meth. A* **708** (2013) 83-87.
20. S.V. Kozhevnikov, V.K. Ignatovich, F. Ott, A. Rühm, J. Major, Experimental determination of the neutron channeling length in a planar waveguide, *ЖЭТФ* **144** (2013) 733-738.
21. S.V. Kozhevnikov, F. Ott, F. Radu, Data representations of Zeeman spatial beam splitting in polarized neutron reflectometry, *J. Appl. Crystallogr.* **45** (2012) 814-825.
22. S.V. Kozhevnikov, V.K. Ignatovich, Yu.V. Nikitenko, F. Ott, F. Radu, A. Rühm, J. Major, Neutron magnetic resonance and non-specular reflection from a magnetic film placed in an oscillating magnetic field, *J. Phys.: Conf. Ser.* **340** (2012) 012084.
23. S.V. Kozhevnikov, A. Rühm, J. Major, Combination of a reflectometer and a nonmagnetic waveguide for experiments with polarized neutron microbeam, *Crystallogr. Rep.* **56** (2011) 1207-1211.
24. S.V. Kozhevnikov, A. Rühm, F. Ott, N. K. Pleshanov, J. Major, Magnetic layered structure for the production of polarized neutron microbeams, *Physica B* **406** (2011) 2463-2466.
25. F. Ott, S.V. Kozhevnikov, Off-specular data representations in neutron reflectivity, *J. Appl. Crystallogr.* **44** (2011) 359-369.
26. С.В. Кожевников, F. Ott, Представление данных незеркального рассеяния нейтронов, *ФТТ* **52** (2010) 1457-1466.
27. S.V. Kozhevnikov, F. Ott, A. Paul, L. Rosta, Resonances and off-specular scattering from neutron waveguides, *Eur. Phys. J. Spec. Topics* **167** (2009) 87-92.
28. S.V. Kozhevnikov, F. Ott, E. Kentzinger, A. Paul, Enhanced off-specular scattering in magnetic neutron waveguides, *Physica B* **397** (2007) 68-70.

По результатам открытого голосования (26 – за, против – нет, воздержавшихся – нет)

Постановили:

1. Рекомендовать к защите представленную Кожевниковым С.В. диссертационную работу «Нейтроннооптические методы характеристики планарных магнитных наноструктур» 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 Кожевникова С.В.

Председатель НТС ЛНФ



А.И. Франк

Секретарь НТС ЛНФ



Т.В. Тропин