

ОТЗЫВ
научного консультанта
о диссертационной работе Клюева Алексея Викторовича
«ФЛУКТУАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ В ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ
СТРУКТУРАХ С ПОТЕНЦИАЛЬНЫМИ БАРЬЕРАМИ И
ФИЗИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ С ПРАВИЛАМИ ЛЬДА»,
представленной на соискание ученой степени
доктора физико-математических наук по специальности 01.04.03 –
Радиофизика

Клюев Алексей Викторович в 2005 г. окончил магистратуру Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского по направлению «Радиофизика». В 2009 году, после окончания очной аспирантуры Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского по специальности 01.04.03 «Радиофизика», защитил кандидатскую диссертацию на тему «Источники низкочастотных шумов в квантово-размерных светоизлучающих структурах и диодах Шоттки с дельта-легированием». Решением Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и науки Российской Федерации ему выдан диплом кандидата физико-математических наук от 15 мая 2009 г. № ДКН 084763.

В период подготовки диссертации работал в ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» в должности старшего научного сотрудника научно-образовательного центра «Физика твердотельных наноструктур» и доцента кафедры статистической радиофизики и мобильных систем связи радиофизического факультета.

В диссертации Клюев А.В. рассмотрел и решил актуальную научную проблему, связанную с исследованием флуктуаций (шумов) и флуктуационных эффектов в электронных твердотельных системах.

В диссертации содержится решение ряда актуальных задач по исследованию флуктуационных эффектов в полупроводниковых микро- и макросистемах, а также в твердотельных системах, подчиняющихся правилам льда:

- экспериментальные исследования и построение физических моделей фликкерных и естественных шумов в наноразмерных полупроводниковых светоизлучающих гетероструктурах на основе GaAs и его твёрдых растворов, полупроводниковых низкобарьерных диодах на основе селективно легированных микроструктур и диодах с контактом металл–полупроводник;

- анализ преобразования случайных процессов детекторами на основе низкобарьерных диодов, изготовленных на основе селективно легированных микроструктур металл–полупроводник;

- анализ влияния флуктуаций электрофизических параметров диодов Шоттки на выходную форму спектра в смесителях на таких диодах;

- создание теории флуктуаций концентрации магнитных монополей в спиновом льду, то есть процессов генерации и рекомбинации пар магнитных монополей; исследование спектра шума генерации–рекомбинации магнитных монополей; разработка нового метода обнаружения магнитных монополей в спиновом льду на основании измерения шума магнитных монополей.

К основным научным результатам исследований следует отнести:

1. Выявлено, что неоднородность протекания тока в квантово-размерных светодиодах и лазерах, обусловленная формированием квазиомических шунтов и возникновением областей с пониженной высотой барьера является причиной низкочастотного шума.

2. Корреляция между флуктуациями напряжения, выделяющегося на лазерном диоде с квантовыми ямами, и флуктуациями интенсивности его излучения, наблюдающаяся в спектральной области фликкерного шума, указывает на общий источник этих флуктуаций. Это даёт возможность на основании исследования флуктуаций напряжения, выделяющегося на лазерном диоде, делать выводы об излучательных свойствах диода.

3. Показано, что селективное δ -легирование низкобарьерных диодов Шоттки приводит к возникновению эффекта “насыщения” интенсивности фликкерных шумов напряжения, тогда как в диодах Шоттки без δ -легирования имеет место эффект “максимизации” шумов. Эта информация может быть использована для диагностики структуры низкобарьерных диодов и выявления возможных источников фликкерных шумов. Установлена обратно пропорциональная зависимость уровня спектральной плотности мощности дробового шума в диодах Шоттки и в диодах с p - n переходом от коэффициента неидеальности вольтамперной характеристики.

4. Впервые аналитически решена задача преобразования случайных процессов детекторами на низкобарьерных диодах, выполненных на основе селективно легированных микроструктур металл-полупроводник. Полученные результаты позволяют определить особенности поведения спектра на выходе детектирующей системы в безынерционном и инерционном режимах, что актуально для задач приема излучения.

5. Показано, что ток термополевой эмиссии, обусловленный наличием областей с локально избыточной концентрацией донорных примесей в диодах с контактом металл-полупроводник (n -типа), наряду с током утечки, является причиной возникновения фликкерного шума.

6. Получено аналитическое решение задачи о влиянии флуктуаций электрофизических параметров диодов с контактами металл-полупроводник на форму спектра выходного сигнала в смесителях на таких диодах. Эта информация позволяет оценивать спектр этого сигнала, зная шумовые характеристики диода.

7. Исследованы флуктуационные процессы в спиновом льду. Предложен метод анализа флуктуаций числа пар магнитных дефектов (монополей) в спиновом льду, то есть процессов рождения (генерации) и уничтожения (рекомбинации) пар магнитных монополей. Доказано, что флуктуации можно описывать с помощью уравнения Ланжевена. Определён спектр шума генерации-рекомбинации магнитных монополей. Предложен новый метод экспериментального обнаружения магнитных монополей в спиновом льду. Флуктуации концентрации монополей проявляются во флуктуациях плотности магнитного момента, которые могут быть измерены, что подтверждено в эксперименте других авторов.

Результаты диссертации достаточно полно отражены в 132 научных публикациях, из них 43 – статьи в рецензируемых отечественных и зарубежных журналах, рекомендованных ВАК и входящих в международные базы цитирования WoS и Scopus. 17 работ (в том числе 9 статей) из 132 выполнены без соавторов.

Материал диссертации был апробирован на международных и российских конференциях в 2004 – 2020 годах в форме секционных и стендовых докладов.

Полученные результаты использованы при выполнении следующих федеральных целевых программ и грантов: ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России», тема № 273; «Исследование сложных объектов различной физической природы современными радиофизическими методами» (НИР, выполняемая по заданию Минобрнауки РФ), тема № Н-028; грант Правительства Российской Федерации для государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых в российских образовательных организациях высшего образования, научных учреждениях, подведомственных Федеральному агентству научных организаций, и государственных научных центрах Российской Федерации, соглашение № 074-02-2018-330 (2). Полученные результаты используются в учебном процессе на кафедре статистической радиофизики и мобильных систем связи радиофизического факультета ННГУ.

Ценность научных работ соискателя подтверждается присуждением ему в составе коллектива авторов первой премии Института Физики Твёрдого Тела Российской Академии Наук 2019 года по итогам конкурса научно-исследовательских работ в номинации «Физика конденсированного состояния»; присуждением ему в составе коллектива авторов третьей премии 2018 года того же института по итогам конкурса научно-исследовательских работ в той же номинации.

За время работы над диссертацией А. В. Клюев зарекомендовал себя как высококвалифицированный и активный учёный, способный формулировать и решать крупные научные и практические задачи.

Диссертационная работа Клюева Алексея Викторовича «Флуктуационные эффекты в полупроводниковых структурах с потенциальными барьерами и физических системах с правилами льда» является законченным исследованием, имеющим научную и практическую ценность и соответствующим требованиям пп. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации, предъявляемым к докторским диссертациям. Считаю, что Клюев Алексей Викторович заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика.

Научный консультант: доктор физико-математических наук
(диссертация защищена по научной специальности 01.04.03 – Радиофизика),
профессор кафедры статистической радиофизики и
мобильных систем связи радиофизического факультета,
ФГАОУ ВО «Национальный Исследовательский
Нижегородский государственный
университет им. Н.И.Лобачевского»

Почтовый адрес: 603950,
Нижний Новгород, пр. Гагарина, д.23
тел.: +7(831)4656153
e-mail: yakimov@rf.unn.ru


Якимов Аркадий Викторович
28.04.2021


Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского
Подпись удостоверяю
28 апреля 2021 г.
Сотрудник УК


ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Н.И. Лобачевского
Управление
кадров
№ 4