

ОТЗЫВ

официального оппонента И.В. Яминского на диссертационную работу Марии Геннадьевны Снигиревой «Низкотемпературный сканирующий ближнепольный оптический микроскоп», представленную на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики».

Диссертационная работа М.Г.Снигиревой безусловно актуальна и имеет высокую значимость для современной нанотехнологии, физики и химии наноструктур, прикладных областей науки.

Диссертация содержит введение, четыре главы, выводы и список литературы. Во введении обоснована актуальность выбранной темы исследования, сформулирована и обоснована цель диссертационной работы, сформулированы положения, выносимые на защиту, изложена научная новизна, практическая ценность работы, а также личный вклад автора и достоверность полученных результатов. В конце введения приведены сведения об апробации работы, а также структура диссертации.

Первая глава диссертации посвящена обзору теоретических и экспериментальных работ по зондовой микроскопии. Для сканирующего ближнепольного оптического микроскопа (СБОМ) рассмотрена возможность реализации разрешения, не ограниченного критерием Релея. Подробно описаны конструкции отдельных элементов сканирующих зондовых микроскопов. Проведен сравнительный анализ методик реализации z-подвижек сканирующих зондовых микроскопов, выбрана наиболее оптимальная форма напряжения, управляющая z-подвижкой сконструированного прибора. Приведено краткое описание структуры и оптических свойств J-агрегатов цианиновых красителей, а также обоснование выбора данных систем в качестве объекта для изучения с помощью АСМ и СБОМ методик.

Вторая глава содержит детальную информацию о разработанном низкотемпературном СБОМ. В начале главы приведено общее описание, блок-схема и основные параметры функционирования данного прибора. Описаны используемые в приборе зонды, устройство ху-сканера на основе пьезотрубки. Изложен способ регистрации оптического излучения на основе зеркального объектива и ФЭУ. Приведена подробная информация о системе охлаждения и регулировки температуры в приборе. Для охлаждения образцов используется гелиевый криостат заливного типа с возможностью откачки паров, что позволяет получить температуру 1.8 К. Отмечено, что данный способ охлаждения впервые использован в низкотемпературном СБОМ, а конструкция изготовленного прибора защищена патентом.

Значительная часть второй главы посвящена описанию изготовления z-подвижки на основе пьезокерамического куба. Исследованы 2 вида управляющего напряжения: «одинарная» и «двойная» параболы, в обоих случаях передний фронт представлял собой возрастающую ветвь параболы, а задний - вертикальную прямую, или убывающую ветвь параболы, соответственно. Приведены зависимости скорости z-подвижки от следующих

параметров: степень зажима винтов, амплитуды импульса, формы импульса, количество точек внутри импульса, длительности импульса, а также времени между двумя последовательными импульсами. Интересным представляется тот факт, что изученные зависимости не являются линейными функциями от амплитуды приложенного импульса. Также отмечается, что характер зависимостей меняется при переходе к низким температурам. Изучены зависимости скорости z-подвижки при движении вниз от температуры для различных значений коэффициента перед квадратичным членом параболы. Отмечено, что оптимальные коэффициенты для комнатной температуры и для низких температур отличаются. Переход к другому оптимальному коэффициенту происходит в диапазоне температур 150-230 К. На основе проведенного сравнительного анализа выбраны оптимальные параметры работы z-подвижки во всем диапазоне функционирования прибора.

В третьей главе диссертации рассмотрены вопросы апробации низкотемпературного СБОМ. В частности, описана методика получения изображений АСМ и СБОМ изображений в низкотемпературном СБОМ в диапазоне 1.8-300 К. Представлена методика прикрепления зонда к датчику положения в случае использования нестандартных кантилеверов, последовательность проведения промежуточных измерений и юстировки, а также способ подготовки прибора к низкотемпературным измерениям. Подробно изложена методика калибровки ХУ-сканера в широком диапазоне температур на основе получения тестовых изображений решетки алюминия на стекле с периодом 8 мкм и решетки из кремния с периодом 3 мкм. Приведены АСМ и СБОМ изображения тестовых образцов при температурах 5, 20, 55, 80, 100, 162 и 295 К. Калибровка заключалась в сопоставлении приборных единиц с реальными размерами объекта.

Четвертая глава посвящена изучению J-агрегатов цианиновых красителей. Благодаря проведенным измерениям методиками СБОМ и АСМ с высоким разрешением была предложена наиболее вероятная морфологическая структура образцов J-агрегатов красителя АЦК. Методами АСМ и СБОМ изучены образцы пленок J-агрегатов карбоцианинового красителя 3845. В эксперименте было получено разрешение АСМ-моды низкотемпературного СБОМ по оси z – 3 ± 1 (нм), что находится на уровне лучших мировых стандартов. Также изучена зависимость сигнала флуоресценции пленки J-агрегатов карбоцианинового красителя 3845 от температуры. Показано, что флуоресценция значительно возрастает при низкой температуре, что дает возможность провести поляризационные измерения оптических свойств J-агрегатов карбоцианиновых красителей при низких температурах с повышенным контрастом. Результаты, продемонстрированные в главе, обладают научной новизной и актуальностью.

В заключении сформулированы наиболее важные результаты диссертационной работы.

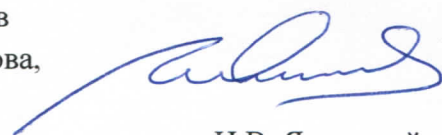
Полученные результаты являются оригинальными и представляют значительный интерес с научной и практической точки зрения. Положения, выносимые на защиту, являются обоснованными. Достоверность результатов не вызывает сомнений. По диссертационной работе можно сделать следующие замечания:

1. Для АСМ и СБОМ экспериментов с J-агрегатами цианиновых красителей были использованы различные подложки (слюда и покровное стекло, соответственно), что теоретически может повлиять на морфологию изучаемых J-агрегатов.
2. Возможности методики СБОМ для получения изображений отдельных J-агрегатов цианиновых красителей не были использованы при низких температурах. Для полученных изображений при комнатной температуре остается неясным, является ли наблюдаемый сигнал флуоресценцией J-агрегата или сформирован отраженным светом.

Сделанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общую высокую оценку проделанной работы. Основные результаты, представленные в диссертации, опубликованы в шести статьях в рецензируемых журналах перечня ВАК РФ, две из них в зарубежных изданиях. Результаты также были многократно представлены на российских и зарубежных конференциях в формате устных и стендовых докладов. Значительным достижением является получение патента на полезную модель низкотемпературного СБОМ. Оформление диссертации и автореферата соответствует установленным нормам ВАК РФ. Автореферат правильно отражает содержание диссертации.

Исходя из вышесказанного, можно заключить, что диссертационная работа полностью отвечает всем требованиям ВАК РФ, а ее автор Мария Геннадьевна Снигирева заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики».

Официальный оппонент,
профессор кафедры физики полимеров и кристаллов
физического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова,
доктор физико-математических наук,
профессор



И.В. Яминский
31.08.2015

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»
119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, дом 1, строение 2,
Тел. +7 495 9391009, e-mail: yaminsky@nanoscopy.org

Декан физического факультета
МГУ им. М.В.Ломоносова,
профессор

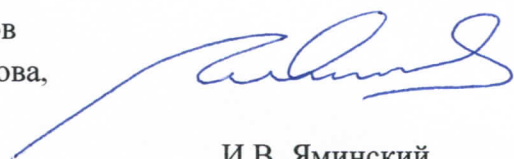


Н.Н. Сысоев

Список основных публикаций официального оппонента Игоря Владимировича Яминского по теме защищаемой диссертации Марии Геннадьевны Снигиревой «Низкотемпературный сканирующий ближнепольный оптический микроскоп», представленной на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 01.04.01 – «Приборы и методы экспериментальной физики» в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:

1. Dubrovin, E. V.; Speller, S.; Yaminsky, I. V. «Statistical Analysis of Molecular Nanotemplate Driven DNA Adsorption on Graphite», *Langmuir*, V. 30, Iss. 51, pp. 15423-15432, 2014.
2. Makarov, V. V., Makarova, S. S., Love, A. J., Sinitsyna, O. V., Dudnik, A. O., Yaminsky, I. V., Taliansky, M. E., Kalinina, N. O. «Biosynthesis of Stable Iron Oxide Nanoparticles in Aqueous Extracts of Hordeum vulgare and Rumex acetosa Plants», *Langmuir*, V. 30, Iss. 20, pp. 5982-5988, 2014.
3. Makarov, V. V., Love, A. J., Sinitsyna, O. V., Makarova, S. S. Yaminsky, I. V., Taliansky, M. E., Kalinina, N. O. «"Green" Nanotechnologies: Synthesis of Metal Nanoparticles Using Plants», *Acta naturae*, V. 6, Iss. 1, pp. 35-44, 2014.
4. Petrova, E. K., Nikitin, N. A., Protopopova, A. D., Arkhipenko, M. V., Yaminsky, I. V., Karpova, O. V., Atabekov, J. G., «The role of the 5' -cap structure in viral ribonucleoproteins assembly from potato virus X coat protein and RNAs», *Biochimie*, V. 95, Iss. 12, pp. 2415-2422, 2013.
5. Koroleva, O. N., Dubrovin, E. V, Khodak, Y. A, Kuzmina, N.V, Yaminsky, I. V., Drutsa, V. L., «The Model of Amyloid Aggregation of Escherichia coli RNA Polymerase sigma (70) Subunit Based on AFM Data and In Vitro Assays», *Cell biochemistry and biophysics*, V. 66, Iss. 3, pp. 623-636, 2013.

Официальный оппонент,
профессор кафедры физики полимеров и кристаллов
физического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова,
доктор физико-математических наук,
профессор



И.В. Яминский
31.08.2015

Декан физического факультета
МГУ им. М.В.Ломоносова
профессор



Н.Н. Сысоев