

Отзыв научного руководителя

чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. Колачевского Николая Николаевича
о работе Семерикова Ильи Александровича по кандидатской диссертации
«Лазерное охлаждение ионов Mg^{+} и Yb^{+} в квадрупольной ловушке Пауля для
квантовой логики»,
представленной к защите на соискание степени кандидата физико-
математических наук
по специальности 01.04.05 — Оптика

Семериков Илья Александрович окончил Московский физико-технический институт (МФТИ) в 2015 году, защитив магистерскую диссертацию по теме «Ускорение частиц в магнитосфере вращающейся черной дыры». После поступления в том же году в аспирантуру ФГБУН Физического института им. Лебедева РАН (ФИАН) Семериков И.А. присоединился к исследованиям, выполняемым в Отделе спектроскопии Отделения оптики ФИАН, и начал работу в области удержания и охлаждения ионов. С 2015 года по настоящее время является сотрудником ФИАН.

Диссертационная работа Семерикова И.А. «Лазерное охлаждение ионов Mg^{+} и Yb^{+} в квадрупольной ловушке Пауля для квантовой логики» посвящена экспериментальному и теоретическому изучению захвата и лазерного охлаждения ионов Mg^{+} и Yb^{+} в радиочастотной ионной ловушке для дальнейшего использования цепочек ультрахолодных ионов в задачах квантовой логики. В ходе работы была создана экспериментальная установка для проведения исследований лазерно-охлажденных ионов, включающая в себя глубоковакуумную камеру с радиочастотной ловушкой, лазерную систему и оптическую систему регистрации. В ходе работ продемонстрирован захват ионов магния, измерено их время жизни в квадрупольной ловушке без применения охлаждения. Предложен и промоделирован механизм, объясняющий потери ионов из ловушки, в основе которого лежит кулоновское взаимодействие большого числа захваченных частиц. Численное моделирование подтвердило, что в условиях эксперимента предложенный

механизм потерь является основным. Также было реализовано лазерное охлаждение и измерение секулярных частот движения $^{24}\text{Mg}^+$ в ловушке, предложен и реализован новый метод оценки верхней границы температуры одиночного иона на основе анализа спектрального профиля люминесценции иона. Измеренная таким способом верхняя граница температуры иона $^{24}\text{Mg}^+$ составила 39 ± 5 мК.

Выполнены теоретические исследования метода глубокого лазерного охлаждения ионов $^{171}\text{Yb}^+$ вплоть до основного колебательного состояния. Предложена модификация метода охлаждения с использованием эффекта электромагнитно индуцированной прозрачности - метод двойной электромагнитно индуцированной прозрачности для глубокого охлаждения $^{171}\text{Yb}^+$. Выполнены расчеты стационарной населенности состояния $^2P_{1/2}(F=0)$ в зависимости от параметров охлаждающего излучения и стационарной населенности колебательных подуровней. Определена зависимость среднего колебательно числа иона $^{171}\text{Yb}^+$ в зависимости от секулярной частоты. Полученные результаты требуются для реализации задач квантовых вычислений на ультрахолодных ионах иттербия. Все результаты, вошедшие в диссертацию, получены Семериковым И.А. лично, либо при его решающем участии.

Семериков И.А. зарекомендовал себя как квалифицированный физик-экспериментатор с глубокой теоретической подготовкой. Он способен быстро находить нестандартные решения в процессе экспериментальной и теоретической работы, изобретателен и трудолюбив. В ходе выполнения работы над диссертацией ему удалось решить важную для коллектива задачу – создать новую экспериментальную систему по захвату и лазерному охлаждению ионов, которая является одной из первых в России, и выполнить комплекс исследований, показывающих значительные перспективы развития данного направления для задач квантовой информатики, которая бурно развивается во всем мире.

Семериков И.А. проявил себя как исследователь, способный в сжатые сроки разобраться в новой теме и получать научные результаты мирового уровня. Он продемонстрировал как умение проводить квантово-механические расчеты, так и передовые экспериментальные исследования в области ультрахолодных ионов. Семериков И.А. является соавтором 15 статей в рецензируемых научных изданиях (из них 3 статьи положены в основу диссертационной работы), двух авторских свидетельств на полезные модели. Он неоднократно представлял полученные результаты на российских и международных конференциях.

Считаю, что представленная диссертационная работа удовлетворяет требованиям, Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а Семериков И.А. заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 — Оптика.

Директор Физического института им. П. Н.
Лебедева РАН,
чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н.
Колачевский Николай Николаевич
ФИАН, 119991 Москва, Ленинский просп., 53
тел.: +7(499) 132-68-10
e-mail: kolachevsky@lebedev.ru



"19" февраля 2020 г.

Подпись Колачевского Николая Николаевича
заверяю:
Ученый секретарь ФИАН,
к.ф.-м.н.
Колобов Андрей Владимирович



"19" февраля 2020 г.