

УТВЕРЖДАЮ

Директор Института химической физики РАН

академик РАН

А.А. Берлин

09.09.2015 г.



## ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу АСЕЕВА СЕРГЕЯ АНАТОЛЬЕВИЧА  
«Лазерное детектирование атомно-молекулярных структур и  
процессов в нано-аттосекундном диапазоне»,  
представленную на соискание учёной степени доктора физико-математических наук  
по специальности 01.04.05 – Оптика

### Актуальность диссертационной работы

Диссертация посвящена исследованиям возможностей применения высокочувствительных лазерных ионизационных методов к анализу изотопного состава вещества, спектроскопии возбуждённых состояний в отрицательных ионах, генерации ультракоротких электромагнитных импульсов в коротковолновой области спектра, извлечению пространственно-структурной информации о строении поверхности конденсированных сред.

Исследования выполнены с помощью импульсного лазерного излучения и охватывают широкий временной диапазон от наносекунд до аттосекунд. Мощное импульсное электромагнитное излучение способно селективно разрывать связи в веществе и создавать электронные и ионные сгустки. Высокочувствительная регистрация фотоионов с помощью хорошо-развитой техники обеспечивает детектирование редких химических элементов с беспрецедентно низким уровнем обнаружения. Фотоэлектронная мода, формируемая в вакууме на поверхности конденсированных сред под действием интенсивной электромагнитной волны, является важным источником информации о пространственно-структурном составе вещества. Короткая длительность импульсов фемтосекундных лазеров позволяет концентрировать энергию во времени и пространстве, достигая высоких пиковых значений напряжённостей поля, что прокладывает путь в

область всё более коротких временных масштабов. Фотоэмиссионные процессы в веществе обеспечивают переносимость кратковременного воздействия импульсов света на фотоэлектронные ступки, испускаемые в результате фотоэффекта, и приводят к качественно новым возможностям для электронной микроскопии.

Актуальность выполненных исследований проявляется в широком спектре их приложений, включающем в себя детектирование редких изотопов, микроскопию органических структур на поверхности, фотоэлектронную спектроскопию со сверхвысоким временным разрешением. Полученные результаты оказали влияние на развитие коллинеарной лазерной фотоионизации быстрых атомов и отрицательных ионов, лазерной фотоэмиссионной проекционной микроскопии, аттосекундной фотоэлектронной спектроскопии с угловым разрешением. Накопленный багаж знаний представляет интерес для развития сверхбыстрой электронной микроскопии и дифракции в нашей стране.

### **Новизна, достоверность и обоснованность результатов работы**

Диссертационная работа Асеева С.А. состоит из введения, пяти глав и заключения. Диссертация содержит 274 страницы, 63 рисунка и 2 таблицы. В списке цитируемой литературы - 285 наименований.

Работа содержит следующие основные новые результаты:

1. Впервые наблюдалась магнитная ионизация быстрых ридберговских атомов, предварительно приготовленных лазерным излучением. Показано, что такой процесс может быть использован в коллинеарной лазерной резонансной ионизационной спектроскопии.

Впервые методом коллинеарной лазерной фотоионизации исследованы двойные ридберговские состояния отрицательных ионов гелия.

2. Впервые реализована импульсная оптическая центрифуга для молекул, позволившая осуществить их диссоциацию.

3. Разработана концепция вакуумной лазерной микроскопии с использованием пустотелого острья. С помощью пучка заряженных частиц визуализирована 0.1-мкм апертура на кончике кварцевого капилляра. Впервые с помощью лазерной фотоэлектронной проекционной микроскопии проведено исследование проводящего полимера. Впервые реализована импульсная рентгеновская десорбция органического

