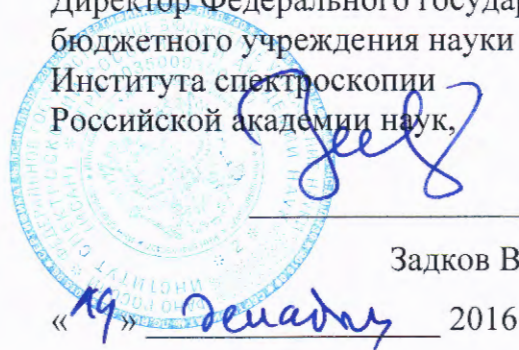


«УТВЕРЖДАЮ»

Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Института спектроскопии
Российской академии наук,



Задков В.Н.

«19» декабря 2016 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института спектроскопии Российской академии наук (ИСАН)

Диссертация Пойдашева Д.Г. «Фотоиндуцированные процессы, протекающие в молекулярных кластерах под действием наносекундного и фемтосекундного лазерного излучения» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук выполнена в отделе лазерной спектроскопии ИСАН.

В период подготовки диссертации в 2011-2016 гг. соискатель Пойдашев Денис Георгиевич работал в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте спектроскопии Российской академии наук, занимая должности инженера и младшего научного сотрудника.

В 2009 году Пойдашев Д.Г. окончил бакалавриат, а в 2011 году – магистратуру Московского физико-технического института (МФТИ) по направлению «прикладные математика и физика». В 2014 году окончил аспирантуру МФТИ по специальности «оптика».

Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2016 году Московским физико-техническим институтом.

Научный руководитель – Рябов Евгений Артурович, доктор физ.-мат. наук, профессор, главный научный сотрудник, и.о. заведующего отделом лазерной спектроскопии Института спектроскопии РАН.

По итогам обсуждения диссертации на семинаре отдела лазерной спектроскопии ИСАН 14 декабря 2016 года принято следующее заключение:

1. Оценка выполненной соискателем работы

Диссертация Пойдашева Дениса Георгиевича посвящена экспериментальным исследованиям механизмов и динамики фотоиндуцированных процессов, протекающих в молекулярных кластерах под действием лазерного излучения наносекундной и фемтосекундной длительности.

Актуальность исследований взаимодействия лазерного излучения с молекулярными кластерами определяется обнаружением специфических свойств кластеров по сравнению с мономерами, проявляющихся в наличии новых каналов внутрикластерных реакций и обусловленных, в том числе, межмолекулярным взаимодействием в кластере.

Цели диссертационной работы заключаются в:

1. Исследовании механизмов и динамики внутрикластерных реакций, протекающих в молекулярных кластерах $(CF_3I)_n$ при воздействии УФ лазерного излучения на электронные переходы в молекулах.
2. Исследовании динамики перераспределения колебательной энергии, запасенной молекулами в кластерах $(IF_2CCOF)_n$ и $[Fe(CO)_5]_n$ и их распада при резонансном воздействии ИК излучения на колебания CO связи в этих молекулах.

В процессе выполнения диссертационной работы были решены следующие задачи:

1. Изучены условия формирования импульсных кластерных и молекулярных пучков исследуемых молекул, а также развиты методики детектирования кластеров на фоне мономеров и мономеров на фоне кластеров на основе фотоионизационной времяпролётной масс-спектрометрии.
2. Исследована внутрикластерная реакция образования I_2^+ при многофотонной УФ ионизации кластеров $(CF_3I)_n$ лазерным излучением наносекундной длительности.
3. Используя фемтосекундное УФ излучение, измерена динамика образования I_2^+ .

4. Исследован процесс распада кластеров $(\text{IF}_2\text{CCOF})_n$ при резонансном воздействии ИК излучения наносекундной длительности на колебания CO и CF связей в этой молекуле.
5. Используя фемтосекундное ИК излучение, в кластерах $[\text{Fe}(\text{CO})_5]_n$ исследована динамика перераспределения поглощенной молекулой энергии и последующий распад кластера.
6. Построены модели исследуемых фотоиндуцированных реакций, описывающие экспериментальные результаты.

2. Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации

Большинство экспериментальных результатов, представленных в диссертации, получены автором лично. Автор принимал непосредственное участие в проведении экспериментальных исследований, обработке, анализе и интерпретации полученных экспериментальных данных, представленных в диссертации, а также в подготовке публикаций по результатам исследований.

Основные научные результаты работы заключаются в следующем:

1. Возможны различные механизмы образования специфического продукта внутрикластерной фотохимической реакции – молекулярного йода (в виде иона I_2^+) в процесс УФ МФИ кластеров $(\text{CF}_3\text{I})_n$ наносекундным лазерным излучением. Их конкретная реализация зависит от длины волны лазерного излучения.
2. При ионизации кластеров $(\text{CF}_3\text{I})_n$ фемтосекундным УФ излучением имеется два канала образования иона молекулярного йода I_2^+ с характерными временами ~ 1 пс и ~ 7 пс, при этом, важную роль для образования I_2^+ играют специфически ориентированные пары молекул CF_3I , в которых соседние атомы йода находятся на наименьшем расстоянии.
3. При диссоциации кластеров $(\text{IF}_2\text{CCOF})_n$ резонансным ИК излучением CO_2 -лазера и его второй гармоники и использовании двух различных каналов ввода энергии – колебания C–F и C=O связей в хромофорных молекулах соответственно, имеет место экспоненциальный характер уменьшения числа

кластеризованных молекул при увеличении плотности ИК излучения Φ_{IR} . Выход диссоциации не зависит от канала возбуждения и определяется величиной поглощенной энергии, а сам распад кластеров может рассматриваться как квазистационарный процесс последовательного испарения молекул по мере нагрева кластера резонансным ИК излучением.

4. Диссоциация молекулярных кластеров $[\text{Fe}(\text{CO})_5]_n$ в результате резонансного возбуждения СО-колебаний входящих в них молекул фемтосекундным ИК излучением происходит в результате релаксации запасённой молекулами кластера колебательной энергии сначала в низкочастотные колебания молекула, а затем – в межмолекулярные колебания кластера, что приводит к росту температуры кластера и последующему испарению молекул.

3. Степень достоверности результатов проведённых исследований

Достоверность полученных экспериментальных результатов обеспечивается:

- современным уровнем используемого оборудования
- высокой точностью масс-спектрометрических и спектральных измерений
- внутренней согласованностью получаемых результатов на всех этапах проводимых исследований
- согласием результатов ряда экспериментов с результатами, полученными другими авторами

4. Новизна и практическая значимость

Результаты, определяющие **научную новизну** работы:

1. Экспериментально обнаружены различия в механизмах образования молекулярного иона I_2^+ при ионизации кластеров $(\text{CF}_3\text{I})_n$ наносекундным УФ лазерным излучением на длинах волн $\lambda = 308$ нм и $\lambda = 232$ нм.
2. Используя технику «накачка – зондирование», впервые исследована динамика внутрикластерной реакции образования молекулярного иона I_2^+ , индуцированная фемтосекундным УФ излучением в кластерах $(\text{CF}_3\text{I})_n$.
3. Исследован процесс распада кластеров $(\text{IF}_2\text{CCOF})_n$ при резонансном воздействии ИК излучения наносекундной длительности на различные колебания этой молекулы.

4. Используя технику «накачка – зондирование», впервые исследована динамика перераспределения колебательной энергии и распада кластеров $[\text{Fe}(\text{CO})_5]_n$ в результате резонансного ИК возбуждения колебаний молекул, составляющих кластер.

Практическая значимость результатов определяется возможностью применения молекулярных кластеров для развития методов лазерного разделения изотопов, а также в качестве локализованных источников рентгеновского и терагерцового излучения.

5. Ценность научных работ соискателя

Ценность научных работ соискателя заключается в целостности и завершённости представленного исследования, результаты которого содержат новую информацию о механизмах и динамике внутрикластерных реакций, индуцированных УФ и ИК лазерным излучением наносекундной и фемтосекундной длительности.

6. Специальность, которой соответствует диссертация

Содержание диссертации соответствует специальности 01.04.05 – оптика (физико-математические науки).

7. Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных соискателем

Основные результаты диссертации изложены в 5 статьях, опубликованных в журналах, входящих в перечень ВАК Минобрнауки РФ, и 10 тезисах докладов российских и международных конференций.

Статьи в журналах из перечня ВАК:

1. В.М. Апатин, В.Н. Лохман, Д.Д. Огурок, Д.Г. Пойдашев, Е.А. Рябов, Многофотонная ионизация кластеров CF_3I лазерным УФ-излучением. ЖЭТФ. – 2011. – Т. 139. вып. 1 – С. 5-14.
2. В.М. Апатин, В.О. Компанец, В.Н. Лохман, Д.Д. Огурок, Д.Г. Пойдашев, Е.А. Рябов, С.В. Чекалин, Прямое наблюдение внутрикластерных реакций, индуцированных в кластерах $(\text{CF}_3\text{I})_n$ фемтосекундным УФ-излучением. Письма в ЖЭТФ. – 2011. – Т. 94. – Вып. 7 – С. 610-613.

3. В.М. Апатин, В.О. Компанец, В.Н. Лохман, Д.Д. Огурок, Д.Г. Пойдашев, Е.А. Рябов, С.В. Чекалин, Внутрикластерные реакции, индуцированные в кластерах $(CF_3I)_n$ фемтосекундным УФ-излучением. ЖЭТФ. – 2012. – Т. 142. – Вып. 4(10) – С. 644-657.
4. Apatin, V.M.; Lokhman, V.N.; Ogurok, D.D.; Poydashev, D.G.; Ryabov, E.A.; Photodissociation of IF_2CCOF clusters by resonant IR radiation, Eur. Phys. J. D. – 2013. – V. 67. – I. 3. – Art.№ 66.
5. Poydashev, D.G.; Lokhman, V.N.; Kompanets, V.O.; Chekalin, S.V.; Ryabov, E.A.; Ultrafast Dissociation Dynamics of $[Fe(CO)_5]_n$ Clusters Induced by Femtosecond IR Radiation. J. Phys. Chem. A. – 2014. – V. 118. – I. 47. – P. 11177-11184.

Все вышеперечисленные опубликованные работы полностью соответствуют теме диссертационной работы и отражают её содержание.

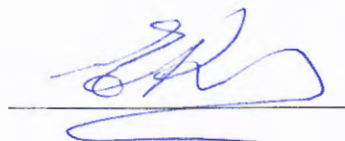
Диссертация Пойдашева Д.Г. «Фотоиндуцированные процессы, протекающие в молекулярных кластерах под действием наносекундного и фемтосекундного лазерного излучения» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.05 - оптика.

Заключение принято на заседании семинара отдела лазерной спектроскопии Института спектроскопии РАН.

Присутствовало на заседании 23 чел., в том числе 9 докторов наук, 8 кандидатов наук. Результаты голосования: «за» - 23 чел., «против»- 0 чел., «воздержалось» - 0 чел.

Протокол № 1057 от 14 декабря 2016 года.

Председатель семинара
отдела лазерной спектроскопии,
гл.н.с., и.о. зав. отделом,
доктор физ.-мат. наук, профессор



Рябов Е.А.