

ОТЗЫВ
официального оппонента на диссертацию
Толстоноговой Юлии Сергеевны

«Методы фемтосекундной лазерной эмиссионной спектроскопии для задач мониторинга элементного состава морской воды и аэрозоля», представленную на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 – Лазерная физика

Диссертационная работа Толстоноговой Ю.С. посвящена эмиссионной спектроскопии плазмы, генерируемой на поверхности водных растворов и в объеме водного аэрозоля фемтосекундными лазерными импульсами. Метод фемтосекундной лазерной эмиссионной спектроскопии использовался для исследования влияния частоты повторения возбуждающих лазерных импульсов на величину пределов обнаружения химических элементов на поверхности водных растворов, а также для изучения особенностей эмиссионных спектров элементов, входящих в состав водных и водно-пылевых аэрозолей, а также исследовать зависимость интенсивности эмиссионных линий элементов Na I (588.9, 589.5), Ca I-II (393.3, 396.6, 422.7), Mg I (383.8 нм) в составе водного аэрозоля от длительности возбуждающего лазерного импульса.

В работе показано, что использование оптимальной частоты повторений для ряда химических элементов позволяет улучшить чувствительность метода фемтосекундной лазерной искровой спектроскопии. Установлено изменение интенсивности эмиссионных линий Na I (588.9, 589.5), Ca I-II (393.3, 396.6, 422.7), Mg I (383.8 нм) и сплошного спектра лазерной плазмы, генерируемой в водном аэрозоле, при изменении длительности лазерных импульсов от 70 до 900 фс.

Автором представлено сравнение пределов обнаружения Sr I (460.7), Ca II (393.3 нм), Mg I (285.2 нм), Al I (396.1), Pb I (283.3), Mn I (403.3), В I (249.7 нм), полученными при частоте повторения 166 Гц, с результатами, представленными в литературе, либо полученными ранее, при различных частотах посылки лазерных импульсов. Достоверность результатов работы обусловлена использованием апробированных методик измерений; высокой степенью повторяемости результатов; согласием полученных экспериментальных результатов с результатами, полученными ранее; использованием в качестве приемников оптических сигналов сертифицированных датчиков и регистрирующего оборудования.

Новизна исследований подтверждается публикациями по данной тематике. В диссертационной работе впервые получены результаты для плазмы, генерируемой импульсами длительностью от 60 до 900 фс на центральной длине волн 800 нм с энергией одиночного импульса от 1 до 4.4 мДж.

Работа состоит из введения, четырех глав, заключения и списка цитируемой литературы. Общий объем диссертации составляет 111 страниц. Работа содержит 29 рисунков и 3 таблицы, 162 библиографических ссылки.

Во введении сформулирована тема исследования, обоснована актуальность работы, определены цель и задачи исследования. Также сформулированы научная новизна, практическая значимость, отмечен личный вклад автора.

В первой главе представлена история развития метода, литературный обзор по теме исследования и возможные перспективы развития.

Во второй главе описаны основные особенности спектрохимического анализа жидкости и аэрозоля, описан процесс формирования лазерного пробоя, рассмотрены основные механизмы, принципы и метрологические характеристики метода лазерной искровой эмиссионной спектроскопии.

В третьей главе описано экспериментальное оборудование, параметры лазерных систем и характеристики регистрирующей аппаратуры. Приведены схемы и параметры разработанных экспериментальных комплексов для исследования спектрально-временных характеристик лазерной плазмы, генерируемой на поверхности водных растворов, а также в жидкокапельном аэрозоле.

В четвертой главе представлены результаты экспериментальных исследований динамики интенсивности спектральных линий Fe, Ca, Mg, Al, Pb, Mn и пределов обнаружения химических элементов Sr (460.7 нм), Ca (393.3 нм), Mg (285.2 нм), Al (396.1 нм), Pb (283.3 нм), Mn (403.3 нм), В (249.6 нм) в водных растворах. Проводится определение оптимальных значений задержек регистрации эмиссионных спектров относительно лазерного импульса. Проведена оценка влияния временных параметров лазерного излучения и регистрирующей аппаратуры на пределы обнаружения химических элементов в водных растворах. Исследована временная динамика интенсивности эмиссионных линий натрия при филаментации лазерных импульсов в водном аэрозоле. Проведена оценка возможности использования метода фемтосекундной лазерной искровой спектроскопии в задачах определения типа аэрозоля. Исследована зависимость интенсивности линий Ca (393.3, 396.6, 422.7 нм), Mg (383.8 нм), Na (589.5 нм) от длительности лазерного импульса в методе филаментно-индцированной эмиссионной спектроскопии.

В заключении диссертации представлены следующие результаты:

1. Исследована временная эволюция сплошного и линейчатого спектров плазмы филамента, генерируемого импульсами длительностью 60 фс, в водном аэрозоле, полученном из морской воды, а также зависимости интенсивностей линий Na I (588.9), Mg I (383.8), Ca I (422.7 нм) от

времени задержки относительно начала регистрации в водном аэрозоле.

2. Определены значения оптимальной задержки регистрации спектров для перечисленных элементов, при которой максимальен контраст исследованных спектральных линий.
3. Исследована зависимость пределов обнаружения химических элементов от частоты повторения лазерных импульсов длительностью 60 фс на поверхности водных растворов Mg, Mn, В, Ca, Sr, Pb, Al. Показано, что при определенных условиях эксперимента существует оптимальная частота повторений лазерных импульсов, при которой предел обнаружения минимален. Полученные на поверхности водных растворов пределы обнаружения для Mg, Mn, Sr на оптимальной частоте существенно ниже ранее определенных значений.
4. Получены широкополосные спектры для разных типов аэрозоля — дистиллированная вода, морская вода, водный раствор NaCl, водный колloid наночастиц SiO₂ и водный колloid атмосферной пыли. Показана возможность идентификации морского аэрозоля методом филаментно-индукционной эмиссионной спектроскопии.
5. Экспериментально установлено значительное увеличение интенсивности линейчатого спектра резонансных линий до 5 раз и уменьшение для нерезонансных линий в плазме филаментов, генерируемых в водном аэрозоле при изменении длительности возбуждающих лазерных импульсов от 70 до 900 фс.

Большинство полученных автором результатов удовлетворяют критериям новизны.

Научная и практическая значимость обусловлена возможностью применения полученных диссертантом результатов в области дистанционного мониторинга окружающей среды, а именно:

- улучшение чувствительности и развитие метода фемтосекундной лазерной эмиссионной спектроскопии;
- модернизация лазерных методов мониторинга окружающей среды и экологического мониторинга водных систем;

Содержание диссертационной работы полностью отражено в 13 публикациях, из которых 4 работы опубликованы в изданиях, входящих в список ВАК, и 9 работ в изданиях, входящих в международные базы Scopus и Web of Science.

К недостаткам работы следует отнести следующее:

1. Представленное описание экспериментальной установки и проведения эксперимента является недостаточно развернутым.
2. Из текста диссертации остается неясным чем обусловлен выбор химических элементов, исследованных в работе.

3. Приведенный выбор частот повторения импульсов не обсуждается автором в работе.

Указанные недостатки не влияют на общую положительную оценку выполненной соискателем Толстоноговой Ю.С. диссертационной работы.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Диссертация Толстоноговой Юлии Сергеевны «Методы фемтосекундной лазерной эмиссионной спектроскопии для задач мониторинга элементного состава морской воды и аэрозоля» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Правительством Российской Федерации №842 от 24.09.2013г., а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.19 – Лазерная физика.

Отзыв составил:

Криштоп Виктор Владимирович – доктор физико-математических наук по специальности 01.04.05 Оптика, профессор кафедры Общая физика федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Пермский национальный исследовательский политехнический университет.

Тел. 8924 200 87 24

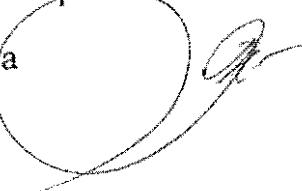
e-mail: krishtop@list.ru

« 15 » / / 2022 г

 / В.В.Криштоп

Подпись официального оппонента Криштопа В.В. заверяю

Ученый секретарь Ученого совета

 В.И. Макаревич

