

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет Д 212.267.06, созданный на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», извещает о результатах состоявшейся 22 декабря 2015 года публичной защиты диссертации Аксеновой Юлии Викторовны «Спектроскопическое изучение физико-химических свойств дифторборатов дипирролилметена в основном и возбужденном состояниях» по специальности 02.00.04 – Физическая химия на соискание учёной степени кандидата химических наук.

Время начала заседания: 15:00

Время окончания заседания: 17:00

На заседании диссертационного совета присутствовали 14 из 21 члена диссертационного совета, из них 13 докторов наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия:

1. Водянкина О.В., председатель диссертационного совета, доктор химических наук, 02.00.04
2. Князев А.С., заместитель председателя диссертационного совета, доктор химических наук, 02.00.04
3. Мальков В.С., ученый секретарь диссертационного совета, кандидат химических наук, 02.00.04
4. Восмеригов А.В., доктор химических наук, 02.00.04
5. Коботаева Н.С., доктор химических наук, 02.00.04
6. Колпакова Н.А., доктор химических наук, 02.00.04
7. Майер Г.В., доктор физико-математических наук, 02.00.04
8. Мамаев А.И., доктор химических наук, 02.00.04
9. Манжай В.Н., доктор химических наук, 02.00.04
10. Отмахов В.И., доктор технических наук, 02.00.04
11. Полещук О.Х., доктор химических наук, 02.00.04
12. Смагин В.П., доктор химических наук, 02.00.04
13. Соколова И.В., доктор физико-математических наук, 02.00.04
14. Чайковская О.Н., доктор физико-математических наук, 02.00.04

**Заседание провела председатель диссертационного совета доктор химических наук, профессор Водянкина Ольга Владимировна.**

По результатам защиты диссертации тайным голосованием (результаты голосования: за присуждение учёной степени – 14, против – нет, недействительных бюллетеней нет) диссертационный совет принял решение присудить Ю.В. Аксеновой учёную степень кандидата химических наук.

**Заключение диссертационного совета Д 212.267.06**  
**на базе федерального государственного автономного образовательного**  
**учреждения высшего образования**  
**«Национальный исследовательский Томский государственный университет»**  
**Министерства образования и науки Российской Федерации**  
**по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук**  
аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 22.12.2015 г., № 38

О присуждении **Аксеновой Юлии Викторовне**, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «**Спектроскопическое изучение физико-химических свойств дифторборатов дипирролилметена в основном и возбужденном состояниях**» по специальности **02.00.04** – Физическая химия, принята к защите 16.10.2015 г., протокол № 32, диссертационным советом Д **212.267.06** на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации (634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, приказ о создании диссертационного совета № 1986-1419 от 14.11.2008 г.).

Соискатель **Аксенова Юлия Викторовна**, 1989 года рождения.

В 2012 году соискатель окончила федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

В 2015 году соискатель очно окончила аспирантуру федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

Работает в должности младшего научного сотрудника в лаборатории фотофизики и фотохимии молекул физического факультета федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре физической и коллоидной химии химического факультета, в лаборатории фотофизики и фотохимии молекул физического факультета и в отделении фотоники молекул Сибирского физико-

технического института имени академика В.Д. Кузнецова федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, профессор **Кузнецова Римма Тимофеевна**, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», лаборатория фотофизики и фотохимии молекул физического факультета, ведущий научный сотрудник; по совместительству – кафедра физической и коллоидной химии химического факультета, профессор.

Официальные оппоненты:

**Слюсарева Евгения Алексеевна**, доктор физико-математических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет», кафедра фотоники и лазерных технологий, профессор

**Сультимова Наталья Борисовна**, кандидат химических наук, федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики имени Н.М. Эмануэля Российской академии наук, лаборатория физико-химических основ регуляции биологических систем, старший научный сотрудник дали положительные отзывы о диссертации.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное учреждение науки **Институт проблем химической физики Российской академии наук**, г. Черноголовка, в своём положительном заключении, подписанном **Будыкой Михаилом Федоровичем** (доктор химических наук, профессор, лаборатория органической и супрамолекулярной фотохимии, заведующий лабораторией), указала, что борфторидные комплексы дипирролилметенов (BODIPY) представляют собой сравнительно новый класс красителей-люминофоров, для успешного целенаправленного применения которых необходимы систематические исследования их фотофизических и фотохимических свойств в зависимости от структуры, растворителей, параметров возбуждающего излучения, что подчеркивает актуальность работы. Соискателем показано, что наиболее чувствительны оптические свойства к мезо- и тетрафенил-замещению, менее – к  $\beta$ -алкилзамещению; установлено, что ряд комплексов,

имеющих высокие выходы флуоресценции и низкие выходы фотопревращений пригодны для создания эффективных, фотостабильных жидких и твердотельных лазерных сред, используемых в области 470-620 нм; показано, что галоген-замещение в дипирролилметеновом ядре уменьшает эффективность флуоресценции на порядки из-за увеличения интеркомбинационной конверсии и приводит к появлению фосфоресценции, интенсивность которой зависит от наличия кислорода в среде, продемонстрирована возможность создания твердотельных сенсоров на кислород; установлено, что электронодонорные заместители уменьшают устойчивость комплексов в кислой среде, а электроноакцепторные – увеличивают. Выводы диссертации полностью соответствуют поставленным целям исследования, а диссертационная работа в целом вносит вклад в развитие спектроскопии борфторидных комплексов дипирролилметенов. Полученные в работе результаты могут быть использованы в организациях и научных учреждениях, занимающихся синтезом координационных комплексов  $\text{BF}_2$  с дипирролилметенами и твердотельных высокопористых полимерных матриц, созданием лазерно-активных сред, флуоресцентных зондов и оптических сенсоров, а также на химических биологических, медицинских и физических факультетах университетов.

Соискатель имеет 22 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации – 22 работы, опубликованные в рецензируемых научных изданиях – 12 (из них 3 статьи в журналах, входящих в библиографическую базу Web of Science, 5 статей в российских журналах, переводные версии которых индексируются в Web of Science и Scopus), публикаций в материалах всероссийских и международных конференций и симпозиума – 10. Общий объем работ – 5.98 п.л., авторский вклад – 2.35 п.л.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации, опубликованные в журналах, включенных в Перечень российских рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук:

1. **Аксенова Ю. В.** Фотопроцессы в лазерных красителях на основе дипирролилметенов / **Ю. В. Аксенова**, Р. Т. Кузнецова, Л. Г. Самсонова, Т. Н. Копылова, Г. В. Майер, Е. Н. Тельминов, С. Л. Ютанова, Е. В. Антина, Н. А. Зулина, Т. А. Павич, С. М. Арабей, К. Н. Соловьев // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2010. – Т. 53, № 9/3. – С. 183–184. – 0.13 / 0.06 п.л.

2. Кузнецова Р. Т. Спектрально-люминесцентные, фотохимические и лазерные свойства ряда борфторидных комплексов дипирролилметенов в растворах / Р. Т. Кузнецова, **Ю. В. Аксенова**, Е. Н. Тельминов, Л. Г. Самсонова, Г. В. Майер, Т. Н. Копылова, С. Л. Ютанова, Е. В. Антипа, М. Б. Березин, Г. Б. Гусева // Оптика и спектроскопия. – 2012. – Т. 112, № 5. – С. 811-819. – 0.56 / 0.1 п.л.

*в переводной версии журнала:*

Kuznetsova R. T. Spectral, luminescent, photochemical, and laser properties of a series of boron fluoride complexes of dipyrrolylmethenes in solutions / R. T. Kuznetsova, **Yu. V. Aksenova**, E. N. Tel'minov, L. G. Samsonova, G. V. Maier, T. N. Kopylova, S. L. Yutanova, E. V. Antina, M. B. Berezin, G. B. Guseva // Optics and Spectroscopy. – 2012. – V. 112, Is. 5. – P. 746–754. – DOI: 10.1134/S0030400X12050104

3. Кузнецова Р. Т. Изучение фотопроцессов в координационных соединениях цинка(II) и бора(III) с открытоцепными олигопирролами для использования в оптических устройствах / Р. Т. Кузнецова, **Ю. В. Аксенова**, О. О. Орловская, Т. Н. Копылова, Е. Н. Тельминов, Г. В. Майер, Е. В. Антипа, С. Л. Ютанова, М. Б. Березин, Г. Б. Гусева, Л. А. Антипа, А. С. Семейкин // Химия высоких энергий. – 2012. – Т. 46, № 6. – С. 464–475. – 0.75 / 0.2 п.л.

4. **Аксенова Ю. В.** Фотофизика и фотохимия моно- и биядерных борфторидных комплексов дипирролилметенов / **Ю. В. Аксенова**, Р. Т. Кузнецова, С. Л. Ютанова, М. Б. Березин // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2012. – Т. 55, № 8/3. – С. 90–91. – 0.13 / 0.08 п.л.

5. Ютанова С. Л. Оптические характеристики новых люминофоров на основе борфторидных комплексов замещенных дипирролилметенов / С. Л. Ютанова, Р. Т. Кузнецова, **Ю. В. Аксенова**, Е. Н. Тельминов, М. Б. Березин // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – Т. 56, № 3. – С. 23–27. – 0.31 / 0.06 п.л.

*в переводной версии журнала:*

Yutanova S. L. Optical characteristics of new luminophores based on boron-fluoride complexes of substituted dipyrromethenes / S. L. Yutanova, R. T. Kuznetsova, **Yu. V. Aksenova**, E. N. Tel'minov, M. B. Berezin // Russian Physics Journal. – 2013. – V. 56, Is. 3. – P. 264–268. – DOI: 10.1007/s11182-013-0025-5.

6. Pozdnyakov I. P. Photophysics of diiodine-substituted fluorinated boron-dipyrromethene: a time resolved study / I. P. Pozdnyakov, **Yu. V. Aksenova**, E. G. Ermolina, A. A. Melnikov, R. T. Kuznetsova, V. P. Grivin, V. F. Plyusnin, M. B. Berezin, A. S. Semeikin, S. V. Chekalin // Chemical Physics Letters. – 2013. – V. 585. – P. 49–52. – DOI: 10.1016/j.cplett.2013.08.032. – 0.25 / 0.03 п.л.

7. Кузнецова Р. Т. Спектроскопические и лазерные характеристики новых эффективных люминофоров для широкой области спектра на основе комплексов производных дипирролилметена с дифторборатом / Р. Т. Кузнецова, **Ю. В. Аксенова**, Т. А. Солодова, Д. Е. Башкирцев, Т. Н. Копылова, Е. Н. Тельминов, Г. В. Майер, М. Б. Березин, А. С. Семейкин, С. Л. Ютанова, Е. В. Антина, С. М. Арабей, Т. А. Павич, К. Н. Соловьев // Оптика и спектроскопия. – 2013. – Т. 115, № 5. – С. 797–806. – DOI: 10.7868/S0030403413110111. – 0.63 / 0.33 п.л.

*в переводной версии журнала:*

Kuznetsova R. T. Spectroscopic and laser characteristics of new efficient luminophores for a wide spectral range based on complexes of dipyrrolylmethene derivatives with difluorine borate / R. T. Kuznetsova, **Yu. V. Aksenova**, T. A. Solodova, D. E. Bashkirtsev, T. N. Kopylova, E. N. Tel'minov, G. V. Mayer, M. B. Berezin, A. S. Semeikin, S. L. Yutanova, E. V. Antina, S. M. Arabe, T. A. Pavich, K. N. Solovyov // Optics and Spectroscopy. – 2013. – V. 115, Is. 5. – P. 708–716. – DOI: 10.1134/S0030400X13110118

8. Кузнецова Р. Т. Генерационные характеристики дифторборатов производных 2,2'-дипирролилметена в твердотельных матрицах / Р. Т. Кузнецова, **Ю. В. Аксенова**, Т. А. Солодова, Т. Н. Копылова, Е. Н. Тельминов, Г. В. Майер, М. Б. Березин, Е. В. Антина, С. Л. Буркова, А. С. Семейкин // Квантовая электроника. – 2014. – Т. 44, № 3. – С. 206–212. – 0.44 / 0.1 п.л.

*в переводной версии журнала:*

Kuznetsova R. T. Lasing characteristics of difluoroborates of 2,2'-dipyrromethene derivatives in solid matrices / R. T. Kuznetsova, **Yu. V. Aksenova**, T. A. Solodova, T. N. Kopylova, E. N. Tel'minov, G. V. Mayer, M. B. Berezin, E. V. Antina, S. L. Burkova, A. S. Semeikin // Quantum Electronics. – 2014. – V. 44, Is. 3. – P. 206–212. – DOI: 10.1070/QE2014v044n03ABEH015252

9. Ermolina E. G. Novel quenchometric oxygen sensing material based on diiodine-substituted boron dipyrromethene dye / E. G. Ermolina, R. T. Kuznetsova,

**Yu. V. Aksenova**, R. M. Gadirov, T. N. Kopylova, E. V. Antina, M. B. Berezin, A. S. Semeikin // Sensors and Actuators B. – 2014. – V. 197. – P. 206–210.– 0.31 / 0.16 п.л. – DOI: 10.1016/j.snb.2014.02.085

10. Valiev R. R. The computational and experimental investigations of photophysical and spectroscopic properties of BF<sub>2</sub> dipyrromethene complexes / R. R. Valiev, A. N. Sinelnikov, **Y. V. Aksenova**, R. T. Kuznetsova, M. B. Berezin, A. S. Semeikin, V. N. Cherepanov // Spectrochimica Acta A. – 2014. – V. 117. – P. 323–329. – 0.44 / 0.1 п.л. – DOI: 10.1016/j.saa.2013.08.042

11. Кузнецова Р. Т. Фотоника метил- и фенилзамещенных дипирринов и аза-дипирринов цинка(II) и бора(III) / Р. Т. Кузнецова, **Ю. В. Аксенова**, Д. Е. Башкирцев, А. А. Прокопенко, Е. Н. Тельминов, Г. В. Майер, Н. А. Дудина, Е. В. Антина, А. Ю. Никонова, М. Б. Березин, А. С. Семейкин // Химия высоких энергий. – 2015. – Т. 49, № 1. – С. 18–25.– 0.5 / 0.3 п.л. – DOI: 10.7868/S002311971501007X

*в переводной версии журнала:*

Kuznetsova R. T. Photonics of zinc(II) and boron(III) chelates with methyl- and phenyl-substituted dipyrromethenes and azadipyrromethenes / R. T. Kuznetsova, **Yu. V. Aksenova**, D. E. Bashkirtsev, A. A. Prokopenko, E. N. Tel'minov, G. V. Mayer, N. A. Dudina, E. V. Antina, A. Yu. Nikonova, M. B. Berezin, A. S. Semeikin // High Energy Chemistry. – 2015. – V. 49, Is. 1. – P. 16–23. – DOI: 10.1134/S0018143915010075

12. **Аксенова Ю. В.** Фотоника и применение новых люминофоров на основе комплексов дипирролилметенов / **Ю. В. Аксенова**, Р. Т. Кузнецова, М. Б. Березин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2015. – Т. 17, № 2-1. – С. 56–59. – 0.25 / 0.2 п.л.

На автореферат поступили 9 положительных отзывов. Отзывы представили:  
1. **А.В. Морев**, д-р физ.-мат. наук, профессор кафедры физики Тюменского государственного архитектурно-строительного университета, г. Тюмень, *без замечаний*.  
2. **В.Л. Ермолаев**, д-р физ.-мат. наук, профессор, ведущий инженер Научно-исследовательского центра нанофотоники и оптоинформатики при Университете ИТМО, г. Санкт-Петербург *без замечаний*.  
3. **А.А. Ищенко**, д-р хим. наук, профессор, чл.-корр. НАН Украины, заведующий отделом цвета и строения органических соединений Института органической химии НАН Украины, г. Киев *с вопросами*: показано, что кислород является тушителем фосфоресценции

галоген-BODIPY, однако не установлено, какой именно (синглетный или триплетный?); квантово-химические методы исследования практически не упоминаются в автореферате (только в списке публикаций автора); наличие двух полос поглощения в видимой области спектра у соединения BODIPY12 обусловлено поглощением каждого хромофора в отдельности или их взаимодействием (Давыдовским расщеплением)?

4. **Е.В. Румянцев**, канд. хим. наук, доцент кафедры неорганической химии Ивановского государственного химико-технологического университета, г. Иваново *с замечаниями*: следует отметить, что при анализе устойчивости Bodipy в кислых средах автор выявляет, что Bodipy10 и Bodipy11 вообще не разрушаются под действием кислоты, что является очень важным. Эти структуры изначально «предорганизованы» для экранирования координационных центров молекулы - доступ протонирующих частиц спирта ( $\text{EtOH}_2^+$ ) стерически затруднен к атомам фтора. Это один из примеров экранирования, которое может представлять теоретический и практический интерес. На с. 18 подробно обсуждена стабильность Bodipy8, при этом не рассмотрено новое кислотно-основное взаимодействие NH-группы в мезо-заместителе с протонирующими частицами.

5. **В.Г. Плотников**, д-р физ.-мат. наук, профессор, ведущий научный сотрудник Центра фотохимии РАН, г. Москва, *без замечаний*.

6. **Н.А. Кузнецова**, д-р хим. наук, заведующая отделом материалов для электроники и спецтехники Государственного научного центра «НИОПИК», г. Москва *с замечаниями*: вместо «величины  $-\lg[\text{HCl}]$ , при которой процесс протонирования лиганда осуществляется на 50%» общепринято использовать  $pK_a$ ; научное положение 4, выносимое на защиту, сформулировано недостаточно удачно (стр. 6). Фосфоресценция не только галогенпроизводных BODIPY, но и других соединений тушится кислородом, поэтому этот факт является слабым основанием для создания оптических сенсоров на кислород.

7. **Т.Г. Черкасова**, д-р хим. наук, директор Института химических и нефтегазовых технологий Кузбасского государственного технического университета им. Т.Ф. Горбачева, и **Т.В. Буланова**, канд. хим. наук, доцент кафедры химии, технологии неорганических веществ и наноматериалов Института химических и нефтегазовых технологий Кузбасского государственного технического университета им. Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, *без замечаний*.

8. **Е.М. Глебов**, канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник лаборатории фотохимии Института проблем химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН, г. Новосибирск *с*

*замечаниями:* недостатком автореферата является его неполная логическая замкнутость, возникшая вследствие некоторого злоупотребления перенесением данных из текста диссертации посредством процедуры COPY-PASTE. Так, смысл пятого столбца и звездочек в таблице 3 заведомо не может быть понят в рамках автореферата; непонятно, почему в выводе 1 автор оперирует квантовыми выходами люминесценции (из чего можно заключить, что таковые измерены), но в выводах 2, 3 переходит к понятию квантовой эффективности, которое используется в случаях, когда невозможно корректно измерить квантовый выход.

9. **М.И. Базанов**, д-р хим. наук, профессор, заведующий кафедрой аналитической химии Ивановского государственного химико-технологического университета, и **Н.М. Березина**, канд. хим. наук, старший научный сотрудник кафедры аналитической химии Ивановского государственного химико-технологического университета, г. Иваново, *без замечаний*.

Авторы отзывов отмечают высокую актуальность работы и большой объем систематических экспериментальных фотофизических и фотохимических исследований, проводимых на современном оптическом оборудовании с лазерным возбуждением изучаемых соединений. Отмечается новизна и достоверность полученных результатов, что свидетельствует о высокой квалификации диссертанта, существенном вкладе ее работы в фотофизику и фотохимию  $VF_2$ -дипоррометенов и открывает перспективы практического использования фундаментальных знаний.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что Е.А. Слюсарева является признанным специалистом в области исследования фотохимических и фотофизических процессов в композитных материалах на основе органических красителей, выявления связи между структурой органической молекулы и ее люминесцентными свойствами для создания лазерных и оптических сред и функциональных материалов; Н.Б. Сульимова является известным специалистом в области исследования кинетических закономерностей флуоресценции и фосфоресценции иммобилизованных красителей органической природы, кинетики и механизма фотохимических процессов; федеральное государственное бюджетное учреждение науки **Институт проблем химической физики Российской академии наук** известен своими фундаментальными работами и достижениями в области синтеза и исследования физико-химических свойств широкого класса органических

соединений, а также механизмов фотохимических и фотофизических процессов при варьировании состояния молекул красителя, влияния растворителя, рН и др. свойств системы.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:**

*установлено*, что низкая эффективность флуоресценции биядерного комплекса (BODIPY12) в этаноле по сравнению с растворами в неполярном циклогексане связана с безызлучательными процессами в подвижной сольватной оболочке специфического растворителя с интенсивным и направленным в отличие от циклогексана взаимодействием вследствие изменения геометрии и распределения электронной плотности неплоского биядерного комплекса при возбуждении;

*показано*, что выходы флуоресценции мезо-фенил (BODIPY9), тетрафенил- (BODIPY10) и мезо-аза-тетрафенил-производного (BODIPY11) уменьшаются при возбуждении в УФ-области по сравнению с возбуждением в  $S_0-S_1$  полосе из-за включения каналов интеркомбинационной  $S_n-T_m$  конверсии между высоковозбужденными состояниями разной природы и мультиплетности, локализованными на мезо-азоте и фенильных циклах;

*выявлено*, что стабильность изученного ряда BODIPY-комплексов в возбужденном состоянии увеличивается из-за уменьшения эффективности протонирования комплексообразующего центра при возбуждении, что обуславливает их повышенную фотостабильность в протонодонорных средах;

*показано*, что фосфоресценция галогенпроизводных BODIPY тушится кислородом, что перспективно для создания оптических сенсоров на кислород.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:**

*обнаружено* многократное уменьшение эффективности флуоресценции биядерного комплекса (BODIPY12) в этанольном растворе по сравнению с раствором в циклогексане и ее увеличение до 1,0 при замораживании;

*показано*, что галогензамещение в лиганде уменьшает эффективность флуоресценции на порядки из-за увеличения интеркомбинационной конверсии, что приводит к появлению фосфоресценции, интенсивность которой зависит от наличия кислорода в среде;

*проведена* сравнительная оценка устойчивости изученных комплексов в протонодонорных средах в основном и возбужденных состояниях в зависимости от заместителей.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:**

*показана* возможность создания активных сред перестраиваемых лазеров в области 470-620 нм с высоким КПД генерации и ресурсом работы;

*представлен* способ улучшения излучательных характеристик и фотостабильности для некоторых комплексов дипирролилметенов путем добавления в раствор диазобициклооктана (DABCO), что уменьшает квантовый выход фотопревращений и увеличивает фотостабильность соединений при лазерном возбуждении;

*получены* зависимости пропускания этанольным раствором биядерного комплекса (BODIPY12) лазерного излучения (355 нм) от его плотности мощности, что может быть использовано в нелинейной оптике для создания ограничителей мощного импульсного излучения;

*отмечена* перспективность создания оптического сенсора на кислород на основе галогензамещенных борфторидных комплексов дипирролилметенов, что может с успехом применяться в химии, биологии, экологии и медицине.

**Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования.** Полученные результаты могут быть рекомендованы для использования в федеральных государственных бюджетных образовательных учреждениях высшего образования: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева; Национальный исследовательский Томский государственный университет, Ивановский государственный химико-технологический университет, Федеральных государственных бюджетных учреждениях науки: Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук, Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова Российской академии наук, Центр фотохимии Российской академии наук, Институт химии растворов им. Г.А. Крестова Российской академии наук, Институте Физики им. Б.И. Степанова Национальной академии наук Беларуси.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

Результаты получены с использованием современного высокоточного оборудования и аппаратуры для регистрации спектроскопических, лазерных и сенсорных характеристик, многократной воспроизводимостью полученных результатов в пределах погрешности, их качественным согласием с данными других авторов для близких по строению дипиррометеновых комплексов, приведенных в литературе; научные положения и выводы теоретически обоснованы, базируются на полученном экспериментальном материале, находятся в согласии между собой и не противоречат известным физико-химическим закономерностям.

**Научная новизна работы** заключается во впервые проведенном систематическом изучении физико-химических свойств ряда BODIPY; в установлении корреляции выходов люминесценции и времен жизни возбужденных состояний галоген-тетрафенил- и аза-производных BODIPY-комплексов; в выявлении зависимости эффективности флуоресценции неплюского биядерного комплекса (BODIPY12) в этаноле от температуры; выявлении роли заместителей в изменении устойчивости комплексов; в применении твердотельных матриц, окрашенных галогенпроизводными BODIPY, в качестве сенсорных систем для оптического определения кислорода в газовых смесях при комнатной температуре.

**Личный вклад соискателя состоит** в том, что основные результаты диссертации получены лично автором, либо при непосредственном его участии. Совместно с научным руководителем была поставлена научная задача, проведено обсуждение и подготовка публикаций полученных результатов работы.

Диссертация соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, направленной на изучение связи структуры дипиррометеновых соединений и среды, в которую они помещены, с физико-химическими свойствами и стабильностью в основном и электронно-возбужденных состояниях с последующей рекомендацией полученных результатов для практического использования, что имеет важное значение для развития спектроскопии и физической химии.

На заседании 22.12.2015 г. диссертационный совет принял решение присудить **Аксеновой Ю.В.** учёную степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 14 человек, из них 13 докторов наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета



Водянкина Ольга Владимировна

Ученый секретарь

диссертационного совета

Мальков Виктор Сергеевич

22.12.2015 г.