

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет Д 212.267.04, созданный на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», извещает о результатах состоявшейся 04 апреля 2019 года публичной защиты диссертации Панченко Юрия Николаевича «Энергетические, временные, пространственные и спектральные характеристики излучения в перестраиваемых ХеСl- и КrF-лазерных источниках» по специальности 01.04.21 – Лазерная физика на соискание ученой степени доктора физико-математических наук.

Присутствовали 23 из 25 членов диссертационного совета, в том числе 8 докторов наук по специальности 01.04.21 – Лазерная физика:

- |   |          |
|---|----------|
| 1. Майер Г. В., доктор физико-математических наук,<br>председатель диссертационного совета,                               | 01.04.05 |
| 2. Войцеховский А. В., доктор физико-математических наук,<br>профессор, заместитель председателя диссертационного совета, | 01.04.05 |
| 3. Пойзнер Б. Н., кандидат физико-математических наук,<br>профессор, учёный секретарь диссертационного совета,            | 01.04.03 |
| 4. Артюхов В. Я., доктор физико-математических наук,<br>старший научный сотрудник,  | 01.04.21 |
| 5. Беличенко В. П., доктор физико-математических наук, доцент,  | 01.04.03 |
| 6. Дмитренко А. Г., доктор физико-математических наук, профессор,   | 01.04.03 |
| 7. Донченко В. А., доктор физико-математических наук, профессор,  | 01.04.21 |
| 8. Дунаевский Г. Е., доктор технических наук, профессор,  | 01.04.03 |
| 9. Кабанов М. В., член-корреспондент РАН,<br>доктор физико-математических наук, профессор,                                | 01.04.05 |
| 10. Козырев А. В., доктор физико-математических наук, профессор,  | 01.04.03 |
| 11. Копылова Т. Н., доктор физико-математических наук, профессор,   | 01.04.21 |
| 12. Лосев В. Ф., доктор физико-математических наук, профессор,  | 01.04.21 |
| 13. Самохвалов И. В., доктор физико-математических наук, профессор,   | 01.04.05 |
| 14. Соколова И. В., доктор физико-математических наук, профессор,   | 01.04.21 |
| 15. Солдатов А. Н., доктор физико-математических наук, профессор,   | 01.04.21 |
| 16. Соснин Э. А., доктор физико-математических наук,  | 01.04.05 |
| 17. Тарасенко В. Ф., доктор физико-математических наук, профессор,  | 01.04.21 |
| 18. Улеников О. Н., доктор физико-математических наук, профессор,   | 01.04.05 |
| 19. Фисанов В. В., доктор физико-математических наук, профессор,  | 01.04.03 |
| 20. Черепанов В. Н., доктор физико-математических наук, доцент,   | 01.04.05 |
| 21. Шандаров С. М. доктор физико-математических наук, профессор,  | 01.04.03 |
| 22. Юдин Н. А., доктор технических наук, старший научный сотрудник,   | 01.04.21 |
| 23. Якубов В. П., доктор физико-математических наук, профессор,   | 01.04.03 |

По результатам защиты диссертации тайным голосованием (результаты голосования: за присуждение учёной степени – 23, против – нет, недействительных бюллетеней – нет) диссертационный совет принял решение присудить Ю. Н. Панченко учёную степень доктора физико-математических наук.

**Заключение диссертационного совета Д 212.267.04,  
созданного на базе Федерального государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»  
Министерства науки и высшего образования Российской Федерации,  
по диссертации на соискание учёной степени доктора наук**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 04.04.2019 № 159

О присуждении **Панченко Юрию Николаевичу**, гражданину Российской Федерации, учёной степени доктора физико-математических наук.

Диссертация **«Энергетические, временные, пространственные и спектральные характеристики излучения в перестраиваемых ХеСl- и КrF-лазерных источниках»** по специальности **01.04.21** – Лазерная физика принята к защите 06.12.2018 (протокол заседания № 155) диссертационным советом **Д 212.267.04**, созданным на базе федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, приказ о создании диссертационного совета № 714/нк от 02.11.2012).

Соискатель **Панченко Юрий Николаевич**, 1965 года рождения.

Диссертацию на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук «Формирование излучения в ХеСl лазерной системе с использованием процесса ВРМБ» по специальности 01.04.05 – Оптика защитил в 2002 г. в диссертационном совете государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Томский государственный университет».

Работает в должности старшего научного сотрудника лаборатории газовых лазеров в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена в лаборатории газовых лазеров Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – **Лосев Валерий Федорович**, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук, лаборатория газовых лазеров, заведующий лабораторией.

Официальные оппоненты:

**Ионин Андрей Алексеевич**, доктор физико-математических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт имени П. Н. Лебедева Российской академии наук, Отделение квантовой радиофизики им. Н. Г. Басова, руководитель отделения

**Лисицын Виктор Михайлович**, доктор физико-математических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», отделение материаловедения, профессор-консультант

**Осипов Владимир Васильевич**, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук, лаборатория квантовой электроники, заведующий лабораторией

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное бюджетное учреждение науки **Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук**, г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном **Фирсовым Константином Николаевичем** (доктор физико-математических наук, лаборатория физики импульсных газоразрядных лазеров, заведующий лабораторией), указала, что актуальность исследований обусловлена тем, что эксимерные лазеры остаются наиболее мощными источниками излучения в УФ-

диапазоне спектра, что и определяет их востребованность во множестве научных исследований и практических приложений, а также стимулирует поиски путей улучшения их выходных характеристик. В связи с этим тема диссертации Ю. Н. Панченко, посвященной изучению физических процессов, определяющих однородность и устойчивость объемного разряда в газовых средах ХеСl- и КrF-лазеров, и возможности формирования в таких средах мощных лазерных импульсов с высокой временной и пространственной когерентностью, является актуальной. Ю. Н. Панченко предложен метод зажигания квазиоднородного разряда в газовой среде КrF-лазера, позволяющий достичь удельной энергии излучения лазера (10 Дж/л), близкой к теоретически допустимой, при высоком КПД (4 %); обнаружено, что формирующиеся в разряде ХеСl-лазера пространственно распределенные диффузные каналы имеют высокую устойчивость горения и обладают свойствами активной среды; определены условия зажигания однородного объемного разряда в длинноимпульсном ( $\leq 200$  нс) ХеСl-лазере, при которых возможно усиление излучения с расходимостью, близкой к дифракционному пределу ( $\sim 10^{-5}$  рад); впервые продемонстрирована возможность применения ОВФ при ВРМБ для излучения ХеСl-лазера, имеющего расходимость  $5 \times 10^{-6}$  рад и длительность импульса 80 нс; впервые определены условия создания в газоразрядной плазме активной среды на трехатомных молекулах  $\text{Kr}_2\text{F}^*$ ; разработаны эффективные (КПД  $\sim 4$  %) электроразрядные ХеСl- и КrF- лазеры серии EL со средней мощностью излучения до 100 Вт и рекордной удельной энергией импульса генерации 5 и 9,5 Дж/л соответственно; разработаны различные широкоапертурные ХеСl- и КrF-лазерные системы, позволяющие управлять характеристиками формирующегося излучения в следующих диапазонах: энергия пучка 0.01–330 Дж, длительность импульса 0.1–250 нс, расходимость до  $5 \times 10^{-6}$  рад, ширина спектральной линии  $10^{-4}$ –2,4 нм, частота срабатывания – от одиночного импульса до 100 Гц; впервые в лидарной системе, работающей по методу ЛФ / ЛИФ для обнаружения паров и следов высокоэнергетических материалов в атмосфере, использовалось узкополосное излучение электроразрядного КrF-лазерного источника. К началу выполнения

исследования Ю. В. Панченко параметры имеющихся электроразрядных ХеС1- и КгF-лазеров существенно уступали теоретически достижимым характеристикам, что было связано со сложностью зажигания объемного разряда в эксимерных газовых смесях, а именно с развитием ионизационных неустойчивостей, которые не только снижают энергию и длительность импульса излучения, но и не позволяют формировать высококогерентное излучение.

Соискатель имеет 140 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 54 работы, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 27 работ (из них 4 статьи в зарубежных научных журналах, входящих в Web of Science или Scopus; 18 статей в российских научных журналах, переводные версии которых входят в Web of Science), монография, изданная за рубежом (в соавторстве), опубликована 1, в сборниках материалов конференций, входящих в Web of Science, опубликовано 18 работ; патентов получено 8. Общий объём публикаций – 40,99 а.л., авторский вклад – 13,76 а.л.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем учёной степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации, опубликованные в журналах, включённых в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук:

1. Bobrovnikov S. M. Dynamics of the laser fragmentation/laser-induced fluorescence process in nitrobenzene vapors / S. M. Bobrovnikov, E. V. Gorlov, V. I. Zharkov, **Yu. N. Panchenko**, A. V. Puchikin // Applied Optics. – 2018. – Vol. 57, № 31. – P. 9381–9387. – DOI: 10.1364/AO.57.009381. – 0,8 / 0,2 а.л. (*Web of Science*).

2. **Panchenko Yu. N.** Formation of a gas-discharge plasma active medium on Kr<sub>2</sub>F\* trimers / Yu. N. Panchenko, M. V. Andreev, V. F. Losev, A. V. Puchikin // Optics Communications. – 2015. – Vol. 356. – P. 551–555. – DOI: 10.1016/j.optcom.2015.08.052. – 0,54 / 0,4 а.л. (*Web of Science*).

3. **Панченко Ю. Н.** Особенности формирования активной среды в короткоимпульсном электроразрядном ХеСl лазере / Ю. Н. Панченко, Н. Г. Иванов, В. Ф. Лосев // Квантовая электроника. – 2005. – Т. 35, № 9. – С. 618–620. – 0,54 / 0,4 а.л.

*в переводной версии журнала, входящей в Web of Science:*

**Panchenko Y. N.** Peculiarities of active medium formation in a short-pulse electric-discharge ХеСl laser / Y. N. Panchenko, N. G. Ivanov, V. F. Losev // Quantum Electronics. – 2005. – Vol. 35, № 9. – P. 816–820. – DOI: 10.1070/QE2005v035n09ABEH010354.

4. **Панченко Ю. Н.** Эффективные импульсно-периодические эксимерные лазеры / Ю. Н. Панченко, В. Ф. Лосев, Н. Г. Иванов, И. Н. Коновалов // Оптика атмосферы и океана. – 2008. – Т. 21, № 8. – С. 674–677. – 0,3 / 0,25 а.л.

5. **Панченко Ю. Н.** Формирование наносекундных и субнаносекундных импульсов излучения ХеСl лазера с дифракционной расходимостью / Ю. Н. Панченко, В. Ф. Лосев, В. В. Дударев // Квантовая электроника. – 2008. – Т. 38, № 4. – С. 369–372. – 0,55 / 0,45 а.л.

*в переводной версии журнала, входящей в Web of Science:*

**Panchenko Yu. N.** Generation of diffraction-limited nanosecond and subnanosecond pulses in a ХеСl laser / Yu. N. Panchenko, V. F. Losev, V. V. Dudarev // Quantum Electronics. – 2006. – Vol. 38, № 4. – P. 369–372. – DOI: 10.1070/QE2008v038n04ABEH013685.

6. Лосев В. Ф. Широкоапертурная эксимерная лазерная система / В. Ф. Лосев, Б. М. Ковальчук, В. Ф. Тарасенко, **Ю. Н. Панченко**, Н. Г. Иванов, И. Н. Коновалов, Э. Н. Абдуллин, А. Н. Панченко, Ж. Лю, В. Б. Зорин, В. С. Скакун, В. П. Губанов, А. С. Степченко, В. С. Толкачев // Квантовая электроника. – 2006. – Т. 36, № 1. – С. 33–38. – 0,83 / 0,16 а.л.

*в переводной версии журнала, входящей в Web of Science:*

Losev V. F. Wide-aperture excimer laser system / V. F. Losev, B. M. Kovalchuk, V. F. Tarasenko, **Yu. N. Panchenko**, N. G. Ivanov, I. N. Kononov, E. N. Abdullin, A. N. Panchenko, J. Liu, V. B. Zorin. V. S. Skakun, V. P. Gubanov, A. S. Stepchenko,

V. S. Tolkachev // Quantum Electronics. – 2006. – Vol. 36, № 1. – P. 33–38. – DOI: 10.1070/QE2006v036n01ABEH012795.

*Монография:*

7. High Power Laser Systems / N. Ivanov [et al.]. – London: InTechOpen, 2018. – 212 p. – DOI: 10.5772/65192. – 13,25 / 0,25 а.л.

*Авторская часть Ю. Н. Панченко:*

Ch. 1: Ivanov N. High-Power Laser Systems of UV and Visible Spectral Ranges / N. Ivanov, V. Losev, **Yu. Panchenko**, V. Tarasenko. – P. 21–27. DOI: 10.5772/intechopen.71455.

На автореферат поступило 8 положительных отзывов. Отзывы представили:

1. **В. В. Ямщиков**, чл.-кор. РАН, д-р техн. наук, директор филиала Института электрофизики и электроэнергетики РАН, г. Москва, *с замечаниями*: из параграфов 3.1–3.4 неясно, как появление множества диффузных макроканалов в разряде может сказываться на ресурсе работы импульсно-периодического лазера; в параграфе 5.5 недостаточно полно раскрыта причина снижения энергии излучения в оконечном усилителе ХеСІ лазерной системы при использовании двухпроходовой схемы усиления в отличие от однопроходового усиления, что затрудняет понимание сделанных автором выводов.
2. **В. М. Борисов**, д-р физ.-мат. наук, проф., начальник лаборатории импульсных лазерных систем АО «Государственный научный центр Российской Федерации Троицкий институт инновационных и термоядерных исследований», г. Москва, г. Троицк, *с замечанием* о некоторой небрежности в оформлении текста и рисунков.
3. **М. Ю. Якимов**, д-р физ.-мат. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории лазерных разрядов Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, г. Москва, *с замечаниями*: имеются некоторые терминологические неточности, как то «параметр качества лазерного пучка  $M^2$ », тогда как по ГОСТ Р ИСО 11146-1-2008 это параметр распространения лазерного пучка  $M^2$ ; «стоксового» вместо «стоксова» (стр. 8–9), и т. п.; трехатомную эксимерную молекулу  $Kr_2F^*$  вряд ли правильно называть «тримером», поскольку в строгом смысле тример – это соединение трех одинаковых атомов; неясно, почему физический смысл критерия оптической однородности активной среды

$P_{уд} \times t_{имп} \leq 5 \cdot 10^{-2}$  Дж/см<sup>3</sup>, сформулированного автором в терминах плотность мощности  $\times$  длительность импульса (научное положение 3, стр. 8), не раскрыт как максимальная плотность энергии накачки при данных условиях. 4. **М. А. Казарян**, д-р физ.-мат. наук, проф., иностранный член НАН РА, высококвалифицированный ведущий научный сотрудник отдела люминесценции им. С.И. Вавилова Физического института им. П.Н. Лебедева РАН, г. Москва, *без замечаний*. 5. **А. М. Оришич**, д-р физ.-мат. наук, проф., главный научный сотрудник лаборатории лазерных технологий Института теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича СО РАН, г. Новосибирск, *с вопросами*: возможно ли дальнейшее повышение достигнутой удельной энергии излучения в электроразрядном KrF-лазере? есть ли возможность использования ОВФ при ВРМБ для компенсации искажений волнового фронта пучка с начальной расходимостью  $10^{-6}$  рад? возможно ли создание электроразрядного Kr<sub>2</sub>F-лазера? *и с замечанием*: в автореферате не обсуждаются проблемы самовозбуждения многокаскадной системы «Фотон». 6. **Е. Ф. Мартынович**, д-р физ.-мат. наук, проф., заведующий Иркутским филиалом Института лазерной физики СО РАН, г. Иркутск, *с замечаниями*: в главе 7 не указано, как выбиралось оптимальное соотношение компонентов газовой смеси для эффективного образования трехатомных молекул Kr<sub>2</sub>F\*; не указано, как измерялся коэффициент усиления активной среды на трехатомных молекулах Kr<sub>2</sub>F\*, и *с вопросом*: возможно ли усиление ультракороткого лазерного импульса в такой активной среде? 7. **Б. А. Козлов**, д-р физ.-мат. наук, проф., профессор кафедры «Электронные приборы» Рязанского государственного радиотехнического университета, *с замечаниями*: неясно, являются приведенные на рисунках 1, 2 и 3 автореферата зависимости, полученные применительно к давлениям 3.8, 3.6 и 3.5 атм, какими-то «особыми» значениями давления; на рисунках 7 давление HCl в Торрах, тогда как по тексту везде давление отражено в мбар. 8. **С. С. Ануфрик**, д-р физ.-мат. наук, проф., профессор кафедры теоретической физики и теплотехники Гродненского государственного университета имени Янки Купалы, г. Минск, Республика Беларусь, *без замечаний*.

В отзывах указывается, что актуальность темы исследования диссертационной работы обусловлена растущим интересом к применению излучения средне-

и коротковолнового УФ-диапазонов в различных областях науки, техники и медицины. Несмотря на конкуренцию со стороны твердотельных лазеров с преобразованием частоты излучения, эксимерные лазеры по сегодняшний день остаются наиболее эффективными источниками УФ-излучения с длинами волн короче 315 нм. Ю. Н. Панченко разработаны новые методы формирования излучения высокой направленности и спектральной чистоты с плавной перестройкой в широком диапазоне с использованием в том числе, и нелинейно-оптических технологий, таких как обращение волнового фронта и ВРМБ; созданы импульсно-периодические (частота 100 Гц) электроразрядные ХеСl- и КrF-лазеры с высокими удельной энергией излучения и КПД, которые были внедрены более чем в 8 институтах России и КНР; разработаны оригинальные оптические схемы лазеров, обеспечивающие формирование узкополосное излучение; создана широкоапертурная (~ 40 см) пятикаскадная ХеСl-лазерная система, позволяющая получить узкополосное излучение с малой расходимостью, рекордно большой длительностью импульса 220 нс и энергией пучка 330 Дж. Совокупность выносимых на защиту положений представляет собой крупное достижение в области физики мощных эксимерных лазеров, формирующее основу для дальнейшего развития науки, техники и методов научного исследования в этом направлении.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что **А. А. Ионин** – известный специалист в области оптики и лазерной физики, включая разработки различных типов лазеров и лазерных систем; **В. М. Лисицын** является известным квалифицированным специалистом в области физики конденсированного состояния, в частности в области изучении воздействия индуцированного и спонтанного излучения на вещество; **В. В. Осипов** является известным высококвалифицированный специалистом в области физики низкотемпературной неравновесной плазмы и газоразрядных лазеров; **Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН** является одним из известных и передовых институтов как в России, так и за рубежом по исследованиям и разработке различных типов лазеров и лазерных систем.

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

*предложен* способ зажигания устойчивого квазиоднородного диффузного разряда в эксимерных плотных газах, при высоких удельных мощностях накачки, обеспечивающий возможность увеличения удельной энергии излучения и КПД электроразрядных ХеСl- и КrF-лазеров до значений, близких к теоретически допустимым;

*получено* эмпирическое соотношение, связывающее величину удельной мощности накачки с длительностью импульса накачки, позволяющее обеспечить сохранение оптической однородности активной среды электроразрядных ХеСl-усилителях с длительностью импульса накачки более 200 нс;

*разработаны* оптические схемы генератор – усилитель в электроразрядных ХеСl- и КrF-модулях, позволяющие формировать высокоэнергетичное когерентное излучение в нано- и субнаносекундном диапазоне длительностей;

*показано*, что метод ОВФ при ВРМБ позволяет восстановить в ХеСl-лазерной системе волновой фронт пучка с расходимостью до  $5 \cdot 10^{-6}$  рад и длительностью импульса излучения до 100 нс;

*определены* условия создания активной среды на трехатомных молекулах Кr<sub>2</sub>F\* в электроразрядной плазме.

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

*доказаны* положения, вносящие вклад в расширение представлений о влиянии пространственной структуры разряда и длительности его горения, спектрального профиля контура усиления активной среды и оптической схемы лазера на управление его временными, пространственными и спектральными характеристиками излучения;

*применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс базовых методов исследования, с использованием различных экспериментальных методик измерения сигналов электрической цепи накачки лазера, временных, пространственных и спектральных характеристик лазерного и рассеянного излучения. При разработке лазеров и оптических лазерных систем применялось программное обеспечение «Pro/ENGINEER», «Zemax» и «Fresnel»;*

на основе разработанной численной модели электроразрядных ХеСl- и КгF-лазеров *изложено* теоретическое обоснование экспериментального ограничения роста энергии генерации и эффективности работы лазера при повышении удельной мощности накачки;

*раскрыты* причины достижения или превышения экспериментальных значений удельной энергии излучения эксимерных лазеров относительно теоретических величин, связанные с созданием устойчивого диффузного разряда при концентрации электронов  $n_e \approx (6-8) \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$ , за счет зажигания квазиоднородной плазмы, состоящей из множественных диффузных макроканалов;

*изучены* факторы, обеспечивающие формирование излучения с расходимостью, близкой к дифракционному пределу, в электроразрядных длинноимпульсных (более 200 нс) ХеСl-усилителях, и возможность компенсации фазовых искажений волнового фронта с расходимостью менее  $10^{-5}$  рад, полученных в оптическом тракте ХеСl-лазерной системе с помощью ОВФ при ВРМБ;

*продемонстрирована* применимость газоразрядной плазмы для создания активной среды на трехатомных молекулах  $\text{Kr}_2\text{F}^*$ .

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

*созданы* эффективные и компактные электроразрядные ХеСl- и КгF-лазеры серии EL с устойчивым горением объемного разряда в течение всей длительности импульса накачки с энергией излучения до 1 Дж, имеющие рекордную максимальную удельную энергию импульса излучения 12 и 9,5 Дж/л соответственно, при максимальном КПД 3–4 %;

*разработана и внедрена* оптическая система для широкоапертурной (~ 40 см) пятикаскадной ХеСl-лазерной системы, позволяющая получать качественное излучение с рекордно большой длительностью импульса ~ 230 нс и энергией 330 Дж;

*разработан и внедрен* узкополосный КгF-лазерный источник для лидарной системы, предназначенной для поиска паров и следов взрывчатых веществ в атмосфере и на поверхности объектов;

*определены условия применения ОВФ при ВРМБ для восстановления волнового фронта ультрафиолетового лазерного пучка с минимальной расходимостью  $5 \cdot 10^{-6}$  рад и длительностью импульса излучения 100 нс;*

*продемонстрирована применимость газоразрядной плазмы для создания активной среды на трехатомных молекулах  $Kr_2F^*$ .*

**Рекомендации об использовании результатов диссертационного исследования.**

Результаты полученных исследований могут быть использованы при создании эффективных электроразрядных эксимерных лазеров и лазерных систем на их основе в Институте сильноточной электроники СО РАН (г. Томск), а также в Институте электрофизики УрО РАН (г. Екатеринбург), Институте оптики атмосферы имени В.Е. Зуева СО РАН (г. Томск), Институте физики им. Л.В. Киренского СО РАН (г. Красноярск), Национальном исследовательском Томском политехническом университете, Институте проблем химико-энергетических технологий СО РАН (г. Бийск), Институте лазерной физики СО РАН (г. Новосибирск), в том числе его Иркутском филиале.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

*достоверность* подтверждается воспроизводимостью результатов измерений (не хуже 85 %) для разных моделей электроразрядных  $KrF$ - и  $XeCl$ -лазеров в различных сериях экспериментов при заданных условиях и систематическом характере исследований;

*приведено* согласие полученных результатов экспериментальных исследований и численных расчетов;

*использованы* общепринятые методики, стандартные поверенные измерительные приборы для измерения электрических параметров электроразрядных лазеров, энергетических, временных, спектральных характеристик лазерного и рассеянного излучения;

*выявлено* согласие полученных экспериментальных и численных результатов с имеющимися в литературе аналогичными результатами других авторов в случаях, когда было возможно сравнение.

**Научная новизна исследования заключается в том, что:**

впервые показано, что в квазиоднородной разрядной плазме при концентрации электронов  $n_e \approx (6-8) \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$  возможно устойчивое горение объёмного разряда, при приведённой напряженности поля в момент пробоя разрядного промежутка не менее  $E/P \sim 3 \text{ кВ/см} \cdot \text{атм}$  и скорости роста плотности тока  $dj/dt$  более  $6 \cdot 10^{10} \text{ А/см}^2 \cdot \text{с}$ , что позволяет увеличить удельную энергию излучения и КПД электроразрядных ХеСl- и КгF-лазеров до значений, близких к теоретически возможным;

*сформулировано* эмпирическое соотношение, связывающее величину удельной мощности накачки с длительностью импульса накачки, обеспечивающее оптическую однородность активной среды;

*предложено* создать оптическую схему ХеСl- и КгF-модулей в виде задающего генератора и двухпроходного усилителя для достижения высокой когерентности излучения и расширения области перестройки его характеристик;

*обнаружен* механизм дополнительной спектральной селекции излучения в ХеСl-задающем генераторе. Предложен способ формирования в ХеСl-лазере излучения с дифракционной расходимостью в нано- и субнаносекундном диапазонах длительности;

*определены* необходимые условия и оценены границы применимости использования метода ОВФ при ВРМБ в оптическом тракте широкоапертурной ХеСl-лазерной системы;

впервые в газоразрядной плазме *реализованы* условия, обеспечивающие образование активной среды на молекулах  $\text{Kr}_2\text{F}^*$ .

**Личный вклад соискателя состоит в:** постановке задач исследования, планировании экспериментов, разработке лазеров и лазерных систем, обработке и анализе полученных экспериментальных и численных результатов. Результаты, представленные в диссертации, получены либо лично автором, либо совместно с коллегами при непосредственном участии автора в ходе многолетних исследований по разработке эксимерных электроразрядных лазеров и мощных лазерных систем с высоким качеством.

Диссертация отвечает критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней для диссертации на соискание ученой степени доктора наук, и, в соответствии с пунктом 9 Положения, является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, позволяющие разрабатывать эффективные электроразрядные ХеСl- и КrF-лазеры с высокой удельной энергией импульса излучения и объясняющие физические механизмы формирования в широкоапертурных ХеСl- и КrF-лазерных системах качественного излучения с высокой энергией в импульсе и возможностью управления его временными, пространственными и спектральными характеристиками, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение в области физики газового разряда, электрофизики, оптики и лазерной физики.

На заседании 04.04.2019 диссертационный совет принял решение присудить **Панченко Ю. Н.** учёную степень доктора физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 23 человек, из них 8 докторов наук по специальности 01.04.21 – Лазерная физика, участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав совета, проголосовал: за – 23, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель  
диссертационного совета



Учёный секретарь  
диссертационного совета

Майер  
Георгий Владимирович

Пойзнер  
Борис Николаевич

04.04.2019