

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 002.069.02 НА БАЗЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ЦЕНТР ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
НАУК» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 14.12.2020 № 119

О присуждении Ефименко Евгению Сергеевичу, гражданину РФ,

учёной степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Самосогласованные нелинейные эффекты при ионизации вещества и вакуума сильнофокусированными фемтосекундными лазерными импульсами» по специальности 01.04.21 – Лазерная физика принята к защите 05 октября 2020 г., протокол № 113, диссертационным советом Д 002.069.02 на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук» (ИПФ РАН), 603950, Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46, приказ ФАНО №334 от 30.06.2015.

Соискатель, Ефименко Евгений Сергеевич, 1984 года рождения, в 2007 году окончил ННГУ им. Н.И. Лобачевского, в 2010 году окончил аспирантуру ИПФ РАН, работает младшим научным сотрудником в ИПФ РАН.

Диссертация выполнена в отделе 330 ИПФ РАН.

Научный руководитель: кандидат физ.-мат. наук Ким Аркадий Валентинович, заведующий лабораторией 332 ИПФ РАН.

Официальные оппоненты, Быченков Валерий Юрьевич, доктор физ.-мат. наук, главный научный сотрудник ФГБУН Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН и Кулагин Виктор Владимирович, кандидат физ.-мат. наук, старший научный сотрудник Государственного астрономического института им. П.К.

Штернбернга МГУ им. М.В.Ломоносова, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, ФГБУН Объединенный институт высоких температур РАН (г. Москва), в своём положительном заключении, подписанном заведующим лабораторией теории лазерной плазмы, доктором физ.-мат.наук, профессором Андреевым Николаем Евгеньевичем, и утверждённом директором ОИВТ РАН, академиком РАН Петровым Олегом Федоровичем, указала, что диссертация Е.С. Ефименко удовлетворяет всем требованиям ВАК, а её автор Е.С.Ефименко заслуживает присуждения степени кандидата физ.-мат. наук по специальности 01.04.21 – Лазерная физика.

Соискатель имеет по теме диссертации 25 опубликованных работ, в том числе: 7 статей в рецензируемых журналах, 18 работ в сборниках тезисов и трудов всероссийских и международных конференций. Наиболее значимыми работами являются:

1. Efimenko E. S., Kim A. V., Quiroga-Teixeiro M. Ionization-induced small-scaled plasma structures in tightly focused ultrashort laser pulses // *Phys. Rev. Lett.* – 2009. – Vol. 102. – P. 015002.
2. Efimenko E. S., Kim A. V. Strongly coupled regime of ionization-induced scattering in ultrashort laser-matter interactions // *Phys. Rev. E.* – 2011. – Vol. 84. – P. 036408.
3. Femtosecond laser pulse-induced breakdown of a single water microdroplet / E.S. Efimenko, Yu.A. Malkov, A.A. Murzanev, A.N. Stepanov // *J. Opt. Soc. Am. B.* – 2014. – Vol. 31, no. 3. – P. 534–541.
4. Extreme plasma states in laser-governed vacuum breakdown / E.S. Efimenko, A.V. Bashinov, S.I. Bastrakov et al. // *Sci. Rep.* – 2018. – Vol. 8. – P. 2329.
5. Laser-driven plasma pinching in e^-e^+ cascade / E. S. Efimenko, A. V. Bashinov, A. A. Gonoskov et al. // *Phys. Rev. E.* – 2019. – Vol. 99. – P. 031201.

На диссертацию и автореферат поступило 5 отзывов. Все отзывы положительные, в них отмечаются актуальность диссертации, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

Штернбернга МГУ им. М.В.Ломоносова, дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация, ФГБУН Объединенный институт высоких температур РАН (г. Москва), в своём положительном заключении, подписанном заведующим лабораторией теории лазерной плазмы, доктором физ.-мат.наук, профессором Андреевым Николаем Евгеньевичем, и утверждённом директором ОИВТ РАН, академиком РАН Петровым Олегом Федоровичем, указала, что диссертация Е.С. Ефименко удовлетворяет всем требованиям ВАК, а её автор Е.С.Ефименко заслуживает присуждения степени кандидата физ.-мат. наук по специальности 01.04.21 – Лазерная физика.

Соискатель имеет по теме диссертации 25 опубликованных работ, в том числе: 7 статей в рецензируемых журналах, 18 работ в сборниках тезисов и трудов всероссийских и международных конференций. Наиболее значимыми работами являются:

1. Efimenko E. S., Kim A. V., Quiroga-Teixeiro M. Ionization-induced small-scaled plasma structures in tightly focused ultrashort laser pulses // Phys. Rev. Lett. – 2009.– Vol. 102. – P. 015002.
2. Efimenko E. S., Kim A. V. Strongly coupled regime of ionization-induced scattering in ultrashort laser-matter interactions // Phys. Rev. E. – 2011. –Vol. 84. – P. 036408.
3. Femtosecond laser pulse-induced breakdown of a single water microdroplet / E.S. Efimenko, Yu.A. Malkov, A.A. Murzanev, A.N. Stepanov // J. Opt. Soc. Am. B. – 2014. – Vol. 31, no. 3. – P. 534–541.
4. Extreme plasma states in laser-governed vacuum breakdown / E.S. Efimenko, A.V. Bashinov, S.I. Bastrakov et al. // Sci. Rep. – 2018. – Vol. 8. – P. 2329.
5. Laser-driven plasma pinching in e^-e^+ cascade / E. S. Efimenko, A. V. Bashinov, A. A. Gonoskov et al. // Phys. Rev. E. – 2019. – Vol. 99. – P. 031201.

На диссертацию и автореферат поступило 5 отзывов. Все отзывы положительные, в них отмечаются актуальность диссертации, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

Положительный отзыв ведущей организации содержит следующие замечания: использованную модель нельзя считать самосогласованной, т.к. не учитывается поглощение энергии поля при полевой ионизации; влияние поглощения при полевой ионизации на полученные результаты не исследовано; для частоты соударений используется эмпирическая формула, неприменимая для плотностей, характерных для конденсированной фазы; при значительной ионизации в случае ТМ поляризации необходимо учитывать поглощение в результате соударений; отличие экспериментальных и численных спектров в главе 3 указывает на недостатки численной модели; не рассмотрено влияние лавинной ионизации на процесс взаимодействия с одиночной каплей и аэрозолем; один из результатов и соответствующее положение не опубликованы в рецензируемом издании.

Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. В.Ю. Быченкова содержит, наряду с редакционными, следующие замечания: следует обсудить используемые приближения и сформулировать условия применимости результатов; необходимо объяснить, к каким схемам фокусировки относится рассмотренная в 1 и 2 главах двумерная задача; важно ли каким образом и на каком уровне ограничивается поле в плазменном резонансе; как при моделировании квантово-электродинамических (КЭД) каскадов используемая модель полубесконечной волны соотносится с короткими импульсами в реальных экспериментальных системах и как влияет на рассматриваемые сценарии взаимодействия. Положительный отзыв официального оппонента к.ф.-м.н. В.В.Кулагина содержит, кроме редакционных, замечание о необходимости рассмотреть более детально возможные механизмы ограничения максимальной плотности электрон-позитронной плазмы при пинчевании. Положительный отзыв на автореферат к.ф.-м.н. А.М. Федотова (МИФИ, г. Москва) содержит, кроме редакционных и стилистических, следующее замечание: отсутствует аналитическая теория, описывающая наблюдаемые режимы структурирования электрон-позитронной плазмы. Положительный отзыв на автореферат д.ф.-м.н. М.И. Бакунова (ННГУ им. Н.И.Лобачевского) замечаний не содержит.

На все вопросы и замечания, содержащиеся в отзывах, Е.С.Ефименко были даны ответы и комментарии.

Диссертационный совет отмечает следующие результаты исследований:

- показано, что при резкой фокусировке фемтосекундных лазерных импульсов в плотном газе возможно формирование регулярных мелкомасштабных плазменных структур, связанное с волновой динамикой в прифокальной области;
- показано, что развитие быстрой ионизационной неустойчивости при распространении сфокусированных фемтосекундных лазерных импульсов в плотном газе может приводить к рассеянию заметной доли энергии лазерных импульсов, на основании чего предложен метод усиления ультракоротких лазерных импульсов;

- на основе предложенной самосогласованной модели пробоя капли воды показано формирование внутри объема капли областей с экстремальными значениями поглощенной энергии до 100 кДж/см^3 ;

- продемонстрировано существование режимов азимутального токового расслоения и токовой контракции (пинчевания) плотной электрон-позитронной плазмы, формирующейся в результате КЭД каскада, в поле сходящейся волны дипольной конфигурации лазерного излучения мультипетаваттного уровня мощности;

- на основе численного моделирования показано, что в процессе пинчевания плотность электрон-позитронной плазмы может превысить 10^{28} см^{-3} , а формируемое магнитное поле превысит магнитное поле падающей волны в 7 раз.

Теоретическая значимость работы подтверждается тем, что предложенные самосогласованные модели могут быть использованы для исследования взаимодействия сверхсильного лазерного излучения с веществом в широком диапазоне интенсивностей.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что эффект вынужденного ионизационного рассеяния может использоваться для усиления ультракоротких лазерных импульсов, диагностики плазмы и микроструктурирования вещества. Формируемая при

пробое капли воды сильно поглощающая область может использоваться для исследования вещества в экстремальных состояниях. Представлены рекомендации по выбору структуры многопучковых систем и параметров мишеней на планируемых мультитераваттных лазерных установках, на основе которых могут быть созданы источники заряженных частиц и фотонов с энергиями несколько ГэВ.

Достоверность результатов исследования подтверждается тем, что теоретическая часть исследований основана на известных аналитических и численных подходах и хорошо согласуется с известными экспериментальными результатами.

Личный вклад соискателя состоит в активном участии в постановке задач, представленных в диссертации, выборе способов их решения, выполнении аналитических оценок, создании численных схем и проведении численных экспериментов, анализе и интерпретации полученных результатов, сопоставлении полученных данных с независимыми результатами, опубликованными в ведущих научных изданиях, представлении докладов по исследуемой тематике на международных и всероссийских научных конференциях и написании статей.

На заседании от 14.12.2020 г. диссертационный совет принял решение присудить Ефименко Е.С. учёную степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 23 человек, из них 9 докторов наук по специальности 01.04.21 рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за – 23, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Председатель диссертационного совета
академик РАН

Ученый секретарь диссертационного совета
доктор физ.-мат. наук

«14» декабря 2020 г.



А.Г. Литвак

Э.Б. Абубакиров