

Заключение диссертационного совета МГУ.013.4
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Решение диссертационного совета от 18 июня 2025 г. № 6

О присуждении Савицкому Илье Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Формирование однопериодных фазостабильных импульсов ближнего инфракрасного диапазона для сверхбыстрой нелинейной спектроскопии» по специальности 1.3.19. Лазерная физика (физико-математические науки) принята к защите диссертационным советом 12 мая 2025 г., протокол № 4.

Соискатель Савицкий Илья Владимирович, 1997 года рождения, с 2021 года и по настоящее время обучается в очной аспирантуре физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по направлению 03.06.01 Физика и астрономия, направленность — «Лазерная физика».

Диссертация выполнена на кафедре общей физики и волновых процессов физического факультета Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Научный руководитель:

Федотов Андрей Борисович, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», физический факультет, кафедра общей физики и волновых процессов, доцент.

Официальные оппоненты:

- Головань Леонид Анатольевич, доктор физико-математических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», физический факультет, кафедра общей физики и молекулярной электроники, профессор;
- Стрелков Василий Вячеславович, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук, отделение квантовой радиофизики им. Н.Г. Басова, высококвалифицированный ведущий научный сотрудник;
- Дормидонов Александр Евгеньевич, кандидат физико-математических наук, Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова», отдел разработки лазеров, лазерно-оптических систем и изделий микроэлектроники, начальник научно-исследовательского отдела

дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов обосновывался тем, что они являются специалистами в области лазерной физики и нелинейной оптики и имеют публикации по этой тематике. Указанные оппоненты не имеют совместных проектов и публикаций с соискателем.

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, из них 7 работ по теме диссертации, в том числе 7 научных статей общим объемом 3,27 п.л., опубликованных в рецензируемых научных изданиях, удовлетворяющих Положению о присуждении ученых степеней в МГУ имени М.В. Ломоносова и рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.3.19. Лазерная физика (физико-математические науки). Все представленные в работе результаты получены автором лично или при его определяющем участии.

1. **Савицкий И.В.**, Глек П.Б., Алиев Р.М., Степанов Е.А., Воронин А.А., Ланин А.А., Федотов А.Б., Метод измерения дисперсии и группового индекса диэлектриков вблизи края запрещенной зоны сверхкороткими лазерными импульсами // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. – 2024. – Т. 79. – №. 5. – С. 2450403. – IF = 0.459 (РИНЦ, EDN: XEMHNN) / 0.44 п.л. / Вклад соискателя – 25%.
2. **Савицкий И.В.**, Глек П.Б., Алиев Р.М., Степанов Е.А., Воронин А.А., Ланин А.А., Федотов А.Б., Фазочувствительная плазменная нелинейность, управляемая предельно короткими импульсами // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2024. – Т. 120. – №. 1. – С. 5–10. – IF = 0.396 (РИНЦ, EDN: VESKKQ) / 0.32 п.л. / Вклад соискателя – 30%.
3. **Савицкий И.В.**, Воронин А.А., Степанов Е.А., Ланин А.А., Федотов А.Б., Влияние фазы несущей относительно огибающей на генерацию мультиоктавного суперконтинуума и предельно коротких импульсов в полых антирезонансных световодах // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2023. – Т. 118. - №. 7. – С. 493–501. – IF = 0.396 (РИНЦ, EDN: XUKOLE) / 0.5 п.л. / Вклад соискателя – 40%.
4. **Savitsky I.V.**, Voronin A.A., Stepanov E.A., Lanin A.A., Fedotov A.B., Sub-cycle pulse revealed with carrier-envelope phase control of soliton self-compression in anti-resonant hollow-core fiber // Optics Letters. – 2023. – V. 48. -№. 17. – P. 4468-4471. – JIF = 3.1 (WoS, EDN: BIJQHZ) / 0.25 п.л. / Вклад соискателя – 40%.
5. **Савицкий И.В.**, Степанов Е.А., Ланин А.А., Федотов А.Б., Модовый состав излучения суперконтинуума предельно коротких импульсов в полых антирезонансных волноводах // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической физики. – 2023. – Т. 117. - №. 4. – С. 285–291. - IF = 0.396 (РИНЦ, EDN: PIQOAC) / 0.38 п.л. / Вклад соискателя – 30%.
6. **Savitsky I.V.**, Stepanov E.A., Lanin A.A., Fedotov A.B., Zheltikov A.M., Single-Cycle, Multigigawatt Carrier–Envelope-Phase-Tailored Near-to-Mid-Infrared Driver for Strong-Field Nonlinear Optics // ACS Photonics. – 2022. – V. 9. – №. 5. – P. 1679-1690. – JIF = 6.5 (WoS, EDN: QUCGQB) / 1 п.л. / Вклад соискателя – 30%.
7. **Савицкий И.В.**, Степанов Е.А., Ланин А.А., Воронин А.А., Серебрянников Е.Е., Иванов А.А., Ху М., Ли Я., Федотов А.Б., Желтиков А.М., Измерение временной структуры поля и фазы несущей однопериодных импульсов ближнего и среднего инфракрасного диапазона // Письма в Журнал экспериментальной и теоретической

физики, - 2022. – Т. 115. – №. 7. – С. 437–443. – IF = 0.396 (РИНЦ, EDN: FLDRUG) / 0.38 п.л. / Вклад соискателя – 25%.

На диссертацию и автореферат поступило два дополнительных отзыва, все положительные.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований содержится решение задач, имеющих значение для развития лазерной физики и нелинейной оптики. Диссертационная работа направлена на развитие методов генерации однопериодных фазостабильных инфракрасных лазерных импульсов и на применение такого излучения в задачах сверхбыстрой фазочувствительной нелинейной спектроскопии и интерферометрии. В работе показано формирование предельно короткого фазостабильного импульса за счёт солитонной самокомпрессии излучения в полном заполненном аргоном антирезонансном волноводе. В работе также был развит метод характеристики импульсов, позволивший впервые экспериментально продемонстрировать генерацию субпериодного излучения в антирезонансных волноводах. Важным результатом работы также является экспериментальное и численное описание фазочувствительных процессов, возникающих как при распространении излучения в волноводе, так и при использовании однопериодного излучения в качестве накачки, вызывающей фотоионизацию полупроводника. Развитие методов формирования и применения однопериодных импульсов востребовано благодаря высоким перспективам задач сверхбыстрого когерентного контроля электронными токами в газах и твердых телах.

Результаты диссертации могут быть использованы в МГУ имени М.В. Ломоносова и других высших учебных заведениях в основных образовательных программах при создании новых и обновлении имеющихся материалов учебных курсов.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. Положения, выносимые на защиту, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку:

1. Ширина и положение полос пропускания полого антирезонансного волновода, определяемые толщиной стенок внутренних полых капилляров револьверной структуры (≈ 590 нм), обеспечивают возможность генерации многооктавного суперконтинуума в области 200 - 3200 нм от фемтосекундных инфракрасных импульсов микроджоулевого уровня энергии, преимущественно в основной волноводной моде. Наличие резонансов волноводной структуры приводит к перетеканию части излучения в высшие волоконные моды в видимой области спектра.
2. Широкополосная аномальная дисперсия групповых скоростей в инфракрасном диапазоне (>1250 нм) полых антирезонансных волноводов, заполненных инертным газом (аргоном) при давлении в несколько атмосфер, обеспечивает условия для солитонной самокомпрессии фемтосекундных импульсов с длиной волны около 2 мкм и энергией 20 мкДж до длительности порядка одного периода поля, что

позволяет формировать гигаваттные однопериодные импульсы со стабильной (≈ 150 мрад) и управляемой фазой поля относительно огибающей.

3. Чувствительная к фазе входного фемтосекундного излучения широкополосная f - $3f$ интерференция в видимой области суперконтинуума, является следствием образования субпериодного импульса в ходе солитонной самокомпрессии излучения в волноводе. Характер зависимости спектра от фазы позволяет восстановить спектральную фазу солитона в октавном диапазоне интерференции, тем самым демонстрируя генерацию субпериодного импульса с длительностью около половины периода поля на центральной длине волны около 1.8 мкм и пиковую мощностью более 2 ГВт.
4. Управление значением фазы однопериодного инфракрасного импульса, позволяет варьировать его мгновенную интенсивность от ≈ 1.5 ТВт/см² до ≈ 4 ТВт/см², что дает возможность влиять на сверхбыструю электронную динамику фотоионизации полупроводника. Фазочувствительная зависимость ионизации проявляется в схеме «накачка-зондирование» в виде генерации новых компонент в спектре зондирующего импульса, обусловленной наведенной импульсом накачки плазменной нелинейностью.

На заседании 18 июня 2025 г. диссертационный совет принял решение присудить Савицкому Илье Владимировичу ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве **18** человек, участвовавших в заседании (из них **8** докторов наук по специальности 1.3.19. Лазерная физика, физико-математические науки), из **24** человек, входящих в состав совета, проголосовали: «за» – **18**, «против» – **0**, недействительных бюллетеней – **0**.

Председатель

диссертационного совета МГУ.013.4,
доктор физико-математических наук,
профессор

Андреев Анатолий Васильевич

Учёный секретарь

диссертационного совета МГУ.013.4,
кандидат физико-математических наук

Коновко Андрей Андреевич

Дата оформления заключения: 18 июня 2025 г.