

## СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет 24.1.115.02 (Д 003.031.01), созданный на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук, извещает о результатах состоявшейся 10 сентября 2024 года публичной защите диссертации Припутневым Павлом Владимировичем «Формирование мощных наносекундных высокочастотных импульсов в частично заполненных ферритом коаксиальных линиях с различными дисперсионными свойствами», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.5. – физическая электроника.

Время начала заседания: 15.00

Время окончания заседания: 17.35.

На заседании диссертационного совета присутствовали 13 человек из 16 членов диссертационного совета, из них 6 докторов наук по специальности 1.3.5. – физическая электроника:

- |   |           |        |
|---|-----------|--------|
| 1. Ратахин Николай Александрович – председатель диссертационного совета   | д.ф.-м.н. | 1.3.5. |
| 2. Романченко Илья Викторович – зам. председателя диссертационного совета | д.ф.-м.н. | 1.3.5. |
| 3. Озур Григорий Евгеньевич – ученый секретарь диссертационного совета    | д.т.н.    | 2.2.1. |
| 4. Воробьёв Максим Сергеевич – член совета                                | д.т.н.    | 2.2.1. |
| 5. Иванов Юрий Фёдорович – член совета                                    | д.ф.-м.н. | 1.3.5. |
| 6. Коваль Николай Николаевич – член совета                                | д.т.н.    | 2.2.1. |
| 7. Козырев Андрей Владимирович – член совета                              | д.ф.-м.н. | 1.3.5. |
| 8. Кошелев Владимир Ильич – член совета                                   | д.ф.-м.н. | 1.3.5. |
| 9. Ломаев Михаил Иванович – член совета                                   | д.ф.-м.н. | 1.3.5. |
| 10. Окс Ефим Михайлович – член совета                                     | д.т.н.    | 2.2.1. |
| 11. Ростов Владислав Владимирович – член совета                           | д.ф.-м.н. | 1.3.5. |
| 12. Соснин Эдуард Анатольевич – член совета                               | д.ф.-м.н. | 1.3.5. |
| 13. Юшков Георгий Юрьевич – член совета                                   | д.т.н.    | 2.2.1. |

**Заседание вел председатель диссертационного совета доктор физико-математических наук, академик РАН Ратахин Николай Александрович.**

По результатам защиты диссертации тайным голосованием (результаты голосования: за присуждение ученой степени – 13, против – нет, недействительных бюллетеней – нет) диссертационный совет принял решение **присудить** Припутневу П. В. учёную степень кандидата физико-математических наук.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**  
**ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 003.031.01, СОЗДАННОГО НА**  
**БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО**  
**УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ "ИНСТИТУТ СИЛЬНОТОЧНОЙ**  
**ЭЛЕКТРОНИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ**  
**АКАДЕМИИ НАУК", ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ**  
**СТЕПЕНИ КАНДИДАТА ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК**

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 10.09.2024 г. № 3

**О присуждении** Припутневу Павлу Владимировичу, гражданину Российской Федерации, **ученой степени кандидата физико-математических наук.**

Диссертация **«Формирование мощных наносекундных высокочастотных импульсов в частично заполненных ферритом коаксиальных линиях с различными дисперсионными свойствами» по специальности 1.3.5. (01.04.04) – физическая электроника принята к защите 04 июля 2024 года, протокол заседания № 2, диссертационным советом 24.1.115.02 (Д 003.031.01), созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки "Институт сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук" (ИСЭ СО РАН), 634055, г. Томск, пр. Академический, 2/3, Приказ № 1555/нк от 21.11.2022 г.**

Соискатель Припутнев Павел Владимирович 24 октября 1990 года рождения в 2015 году закончил НИ Томский государственный университет по направлению подготовки 011200 – физика (диплом магистра с отличием), в 2019 году закончил очную аспирантуру ИСЭ СО РАН по направлению подготовки 03.06.01 – физика и астрономия по направленности 01.04.04 – физическая электроника. Работает научным сотрудником в ИСЭ СО РАН.

Диссертация выполнена в лаборатории нелинейных электродинамических систем ИСЭ СО РАН. Научный руководитель – доктор физико-математических наук, директор ИСЭ СО РАН Романченко Илья Викторович.

**Официальные оппоненты:**

Самсонов Сергей Викторович, доктор физико-математических наук, профессор РАН, заведующий лабораторией широкополосных гироприборов отдела электронных приборов Отделения физики плазмы и электроники больших мощностей Федерального исследовательского центра Института прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук, г. Нижний Новгород;

Малютин Николай Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры конструирования узлов и деталей радиоэлектронной аппаратуры (КУДР) радиоконструкторского факультета федерального автономного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники», г. Томск;

дали положительный отзыв на диссертацию.

**Ведущая организация:** Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук (ИЭФ УрО РАН), г. Екатеринбург, в своем положительном отзыве, подписанном Рукиным Сергеем Николаевичем, заведующим лабораторией импульсной техники, доктором технических наук, членом-корреспондентом РАН и Ульмаскуловым Маратом Рахметовичем, кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником лаборатории электронных ускорителей, и утвержденном директором ИЭФ УрО РАН Чайковским Станиславом Анатольевичем, доктором физико-математических наук, членом-корреспондентом РАН указала, что диссертационная работа Припутнева Павла Владимировича «Формирование мощных наносекундных высокочастотных импульсов в частично заполненных ферритом

коаксиальных линиях с различными дисперсионными свойствами» является законченной научно-квалификационной работой, которая вносит существенный вклад в развитие твердотельной электроники и мощной высокочастотной импульсной электроники. Диссертация отвечает требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней» ВАК РФ, утвержденного постановлением правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842 (в современной редакции), а ее автор Припутнев Павел Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.5 – физическая электроника.

Содержание диссертации в полной мере отражено в 11 научных работах, из которых 5 опубликовано в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ, получен 1 патент РФ на изобретение; результаты были апробированы на 6-ти отечественных и международных конференциях и симпозиумах.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных работах.

**Наиболее значимые работы соискателя:**

1. Priputnev, P. 2-D And 3-D Numerical Simulation of Ferrite Loaded Coaxial Transmission Lines / P. Priputnev, I. Romanchenko, V. Tarakanov, I. Pegel // 2020 7th International Congress on Energy Fluxes and Radiation Effects (EFRE), Tomsk, Russia. – 2020. DOI: 10.1109/EFRE47760.2020.9241904.
2. Priputnev, P.V. RF Pulse Generation in a Gyromagnetic Nonlinear Transmission Line With Periodically Placed Ferrites and Permanent Magnets / P.V. Priputnev [et al.] // IEEE Microwave and Wireless Components Letters. – 2022. – Vol. 32, No. 5. – P. 471-474. DOI: 10.1109/LMWC.2021.3138964.
3. Припутнев, П.В. Системы и технологии на основе нелинейных передающих линий с ферритом / П.В. Припутнев, И.В. Романченко, В.В. Ростов // ЖТФ. – 2023. – Т. 93, № 5. – С. 595-570. DOI: 10.21883/JTF.2023.05.55453.230-22.
4. Priputnev, P. High efficiency radio frequency pulse generation in a nonlinear corrugated coaxial transmission line with ferrite saturated by permanent magnets /

- P. Priputnev [et al.] // Rev. Sci. Instrum. – 2023. – Vol. 94, no. 5. DOI: 10.1063/5.0144386.
5. Priputnev, P.V. High Power Nanosecond RF Pulse Generation in Nonlinear Transmission Lines with Spatial Dispersion / P.V. Priputnev [et al.] // 2023 IEEE 24th International Conference of Young Professionals in Electron Devices and Materials (EDM), Altai, Russia. – 2023. DOI: 10.1109/EDM58354.2023.10225026.
6. Priputnev, P.V. Generation of Sub-Gigawatt Nanosecond Pulses of Microwave Radiation Based on a Coaxial Corrugated Transmission Line with Ferrite / P.V. Priputnev, I.V. Romanchenko, R.K. Sobyenin, V.Y. Konev // Russ. Phys. Jour. – 2023. – Vol. 66, no. 6. DOI: 10.1007/s11182-023-03019-7.
7. Способ генерации мощных импульсов СВЧ-излучения наносекундной длительности / И.В. Романченко, В.Ю. Конев, П.В. Припутнев. // Патент РФ на изобретение № 2753420 от 16.08.2021 г.

**На автореферат диссертации поступили отзывы:**

- 1) отзыв от главного научного сотрудника научно-исследовательской лаборатории «Безопасность и электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств» Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники, д.т.н., профессора Газизова Тальгата Рашитовича, отзыв положительный, имеются замечания:
- «В общей характеристике работы нет подраздела «Степень разработанности темы» с указанием отечественных и зарубежных исследований»;
  - «Нет информации об использовании результатов и актах внедрения»;
  - «Публикации не ранжированы и о них не указано в общей характеристике работы»;
  - «Не рассмотрено влияние относительной магнитной проницаемости феррита, и даже не упоминается её значение»;
  - «Нет сопоставления результатов моделирования и эксперимента»;
  - «Нет заключения ГОСТ Р 7.0.11»;

2) отзыв от старшего научного сотрудника Лаборатории 10 Института ядерной физики имени Г.И. Будкера СО РАН, к.ф.-м.н. Сандалова Евгения Сергеевича, отзыв положительный, есть замечание: «В диссертационной работе автор сделал упор на исследование различных конфигураций НПЛ с разным наполнением, однако, на мой взгляд, было бы интересным и важным обсудить некоторые вопросы, связанные с определением частотных зависимостей диэлектрической и магнитной проницаемостей ферритовых наполнителей в исследуемых диапазонах частот, и, в частности, это было бы актуальным для отечественных производителей ферритосодержащих материалов и изделий на их основе»;

3) отзыв от научного сотрудника отдела высокочастотной релятивистской электроники Института прикладной физики РАН, к.ф.-м.н. Юровского Льва Александровича, отзыв положительный, есть замечания:

- «Как на получаемые результаты влияет форма переднего и заднего фронта импульса напряжения?»

- «В автореферате не обсуждается выделение высокочастотной компоненты видеоимпульса и ее вывод из пространства взаимодействия. Возможно ли применением известных способов вывода радиоимпульсов к сигналам с полученными параметрами (мощность и частота)?»

- «В линии с насыщенным ферритом генерируются более высокие моды. Возможно ли их использование для генерации излучения с большей частотой?»

- «Описание к ряду рисунков недостаточно полно. Например, в описании к рис. 14 не определено значение точек на графике»;

4) отзыв от заведующего отделом релятивистской электроники Института прикладной физики РАН чл.-корр. РАН, д.ф.-м.н. Гинзбурга Наума Самуиловича, отзыв положительный, замечаний нет.

**Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью, известностью их достижений в исследовании проблем физической электроники, радиофизики и СВЧ-**

электроники, генерации мощного СВЧ-излучения, нелинейных электромагнитных волн, наличием публикаций в данной области науки и способностью определить научную и практическую ценность диссертации, а также дать рекомендации по использованию полученных в ней результатов.

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

**разработана** научная концепция формирования мощных наносекундных импульсов СВЧ-диапазона в гофрированных линиях с частичным ферритовым заполнением в результате его импульсного перемагничивания;

**предложена** оригинальная научная гипотеза о влиянии дисперсионных свойств основной моды поверхностной волны на процесс возбуждения мощных электромагнитных колебаний в линиях, частично заполненных насыщенным ферритом;

**доказана** возможность создания генераторов мощных наносекундных импульсов СВЧ-диапазона субгигаваттной мощности на основе гофрированных линий с периодическим расположением колец из ферритов и постоянных магнитов;

**введено** новое понятие «гофрированная нелинейная передающая линия».

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

**доказаны** положения, обосновывающие физические механизмы, определяющие частоту возбуждаемых колебаний в линиях, частично заполненных ферритом и обладающих дисперсией;

**показана** возможность численного моделирования генераторов наносекундных импульсов СВЧ-диапазона методом конечных разностей во временной области с высокой степенью верификации результатов;

**исследованы** основные физические механизмы, влияющие на эффективность возбуждаемых колебаний в нелинейных передающих линиях с ферритом.

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

**разработаны** макеты генераторов мощных наносекундных импульсов СВЧ-диапазона с пиковой мощностью сотни мегаватт в дециметровом диапазоне длин волн на основе гофрированных линий с периодическим расположением колец из ферритов и постоянных магнитов;

**определены** основные параметры нелинейных передающих линий с однородным ферритовым заполнением, позволяющие увеличивать энергетическую эффективность мощных генераторов СВЧ-диапазона на их основе;

**продемонстрировано** влияние поперечных размеров линий и магнитных полей на частоту возбуждаемых колебаний в линиях с частичным заполнением насыщенным ферритом.

**Оценка достоверности результатов выявила:**

**для экспериментальной части работы** показана воспроизводимость результатов, не противоречащих результатам, полученных другими научными группами. В экспериментах использовались современное сертифицированное измерительное оборудование и современные проверенные методы измерений;

**моделирование** проводилось с использованием метода конечных разностей во временной области, реализованного в коде KARAT, который эффективно используется для разработки генераторов мощных импульсов СВЧ-излучения несколько десятков лет, а результаты моделирования согласуются с результатами экспериментов;

**идея базируется** на анализе и обобщении опыта исследований нелинейных передающих линий с насыщенным ферритом.

**Личный вклад автора** заключается в том, что он принимал непосредственное участие в постановке цели и определении задач исследования, автором лично получены и систематизированы все результаты численного моделирования. Автор участвовал в подготовке

экспериментальных исследований, им лично получены все результаты экспериментов, проведена их систематизация и обработка, совместно с соавторами проведено обсуждение результатов и подготовка публикаций по теме диссертации, лично автором сформулированы защищаемые научные положения.

В ходе защиты диссертации не было высказано критических замечаний в дополнение к тем, что содержатся в отзывах на диссертацию и автореферат.

Соискатель Припутнев П.В. ответил на все задаваемые ему в ходе заседания вопросы, согласился с рядом обоснованных замечаний.

На заседании 10 сентября 2024 года диссертационный совет принял решение: работа Припутнева П. В. вносит существенный вклад в физику и технику генерирования мощных наносекундных импульсов СВЧ-излучения с использованием линий с насыщенным ферритом, что имеет большое значение для развития физической электроники, а ее автору **присудить** ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 13 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 16 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 13 человек, против – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель

диссертационного совета,

д.ф.-м.н., академик РАН

Ученый секретарь

диссертационного совета,

д.т.н.



Ратахин Николай Александрович

Озур Григорий Евгеньевич

10 сентября 2024 года.