

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.243.01,  
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»,  
МИНОБРНАУКИ РОССИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ  
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета от 25.03.2021 № 120

О присуждении **Титову Алексею Владимировичу**, гражданину Российской Федерации, степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Волновые и колебательные явления в системах с двумя взаимодействующими электронными потоками» по специальности 01.04.03 – Радиофизика принята к защите 25 декабря 2020 года (протокол заседания № 117) диссертационным советом Д 212.243.01, созданным на базе ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского» (ФГБОУ ВО «СГУ имени Н. Г. Чернышевского»), Минобрнауки РФ, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, приказ Минобрнауки России о создании диссертационного совета от 15.02.2013 №75/нк; приказы об изменении состава совета от 15.12.2015 № 1598/нк-9, от 28.09.2016 № 1180/нк-52, от 15.02.2017 № 116/нк-38, от 26.01.2018 № 92/нк-50, от 17.04.2018 № 431/нк-26, от 23.11.2018 № 301/нк-66, от 24.09.2019 №873/нк-26.

Соискатель Титов Алексей Владимирович, 1988 года рождения, в 2010 году окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского». В 2014 году освоил программу подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского» по специальности «Радиофизика». Работает ассистентом кафедры электроники, колебаний и волн в ФГБОУ ВО «СГУ имени Н. Г. Чернышевского».

Диссертация выполнена на кафедре электроники, колебаний и волн ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», Минобрнауки РФ.

Научный руководитель:

доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент РАН, Трубецков Дмитрий Иванович, ФГБОУ ВО «СГУ имени Н.Г. Чернышевского», кафедра электроники, колебаний и волн, заведующий кафедрой.

Официальные оппоненты:

**Куркин Семен Андреевич**, доктор физико-математических наук (05.13.18), доцент, АНО ВО «Университет Иннополис», Центр технологий компонентов робототехники и мехатроники, Лаборатория нейронауки и когнитивных технологий, профессор;

**Галдецкий Анатолий Васильевич**, кандидат физико-математических наук (01.04.03), Акционерное общество «Научно-производственное предприятие «Исток»» им. А. И. Шокина, теоретическое отделение, начальник,

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** – Акционерное общество «Научно-производственное предприятие Алмаз», г. Саратов, в своем положительном отзыве, подписанном Рафаловичем Александром Давидовичем, кандидатом технических наук (05.27.02), заместителем директора по научной работе НПЦ «Электронные системы», указала, что диссертационная работа Титова А.В. представляет собой законченное научное исследование, выполненное на актуальную тему, отличающееся научной новизной и практической значимостью полученных результатов в области радиофизики. Результаты работы носят научно-прикладной характер. Построенная аналитическая теория систем с двумя взаимодействующими электронными потоками рекомендуется к использованию для расчета выходных параметров приборов О-типа с двумя потоками; предлагаемая модель электронно-волнового усилителя открывает новые возможности для продвижения рабочего диапазона электронно-волновых приборов в коротковолновую часть СВЧ диапазона при помощи систем с двумя электронными потоками. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 01.04.03 – «Радиофизика». Автореферат полно и правильно отражает ее содержание. Работа удовлетворяет требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года, № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор, Титов Алексей Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – «Радиофизика».

Соискатель имеет 20 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 15 работ общим объемом 8.1 п.л. (авторский вклад 6.5 п.л.), из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ. В диссертации отсутствуют достоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Титов А.В. Приближенная нелинейная теория двухпучковой неустойчивости // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 2012. Т. 20, №3. С. 132–139.
2. Трубецков Д.И., **Титов А.В.**, Фунтов А.А. Об интерференционном усилении в электронно-волновой лампе (линейная теория) // Письма в ЖТФ. 2013. Т. 39, вып. 21. С. 86–94.
3. Трубецков Д. И., **Титов А.В.** Теория электронно-волновых приборов для коротковолновой части сверхвысокочастотного диапазона // Радиотехника и электроника. 2014. Т. 59, № 8. С. 736–744.
4. Титов А.В. Двухпотоковая неустойчивость – волновые линейные и нелинейные явления на сверхвысоких частотах. Часть I // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 2016. Т. 24, №1. С. 37–74.
5. Титов А.В. Двухпотоковая неустойчивость – волновые линейные и нелинейные явления на сверхвысоких частотах. Часть II // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. 2016. Т. 24, №2. С. 41–63.

На диссертацию и автореферат поступило 12 положительных отзывов: из ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» от Соминского Г.Г., д.ф.-м.н. (01.04.04), от Лукши О.И., д.ф.-м.н. (01.04.04); из ФИЦ Институт прикладной физики РАН от Братмана В.Л., д.ф.-м.н. (01.04.03), от Запевалова В.Е., д.ф.-м.н. (01.04.04); из ФГБОУ ВО «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова» от Кащенко С.А., д.ф.-м.н. (01.01.02); из НИЦ «Курчатовский институт» от Балякина А.А., к.ф.-м.н. (01.04.03); из Московского института электроники и математики им. А.Н. Тихонова НИУ ВШЭ от Кравченко Н.П., к.т.н. (05.12.10); из Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики» от Хриткина С.А., к.т.н. (05.12.07); из ФГБУН Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН от Корниенко В.Н., к.ф.-м.н. (01.04.01); из ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет» от Пойзнера Б.Н., к.ф.-м.н. (01.04.03), и Измайлова И.В., к.ф.-м.н. (01.04.05); из ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им. Гага-

рина Ю.А.» от Станкевич Н.В., к.ф.-м.н. (01.04.03); из Саратовского филиала Института радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН от Селезнёва Е.П., д.ф.-м.н. (01.04.03).

В отзывах сделаны замечания: а) об отсутствии в автореферате: количественного значения коэффициента усиления двухпучковой ЛБВ для интерференционно-крестатронного режима; указания границ применимости разработанной методики анализа и расчета и примеров ее применения к конкретным физическим системам; данных об изменении полученных результатов и выявленных закономерностей для потоков с параметрами, типичными для реального эксперимента; пояснений качественных отличий результатов линейной теории для более высокочастотного варианта; указания параметров потоков и основных характеристик ЛБВ с двумя электронными потоками; результатов сравнения исследуемых систем с классической ЛБВ; объяснений выбора формы записи системы связанных нелинейных дифференциальных уравнений (5) – (6); разъяснений по поводу применимости полученных результатов не только в коротковолновой области СВЧ диапазона; определения термина «ионно-скомпенсированные пучки»; б) высказаны рекомендации о подготовке обзора по освоению терагерцового диапазона с применением современных методов и технологий; в) сделаны некоторые редакционные замечания.

Выбор официальных оппонентов обоснован их высокой квалификацией в области радиофизики и сверхвысокочастотной электроники, что подтверждено высокой публикационной активностью оппонентов в высокорейтинговых журналах по этой тематике. Выбор ведущей организации обосновывается её высоким авторитетом среди научно-исследовательских организаций, эффективно работающих над решением актуальных задач радиофизики и электроники СВЧ. Выбор официальных оппонентов и ведущей организации удовлетворяет критериям, сформулированным в пп. 22 и 24 действующего «Положения о присуждении ученых степеней» от 24 сентября 2013 г. № 842.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

**Предложена** модель взаимодействия двух попутных электронных потоков, обеспечивающего вне границ области двухпотоковой неустойчивости усиление входного сигнала за счет интерференции парциальных волн постоянной амплитуды;

**выявлены** возможные режимы взаимодействия в модели двух попутных электронных потоков с бегущей электромагнитной волной;

**решена** самосогласованная задача для линейной одномерной модели системы «два попутных электронных потока – бегущая волна» в приближении пяти волн;

**выполнен** последовательный анализ процессов, протекающих при взаимодействии двух разноскоростных попутных электронных потоков;

**развита** приближенная нелинейная теория двухпоточковой ЛБВ.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

**предложена** классификация волновых взаимодействий в системе двух попутных взаимодействующих потоков, что позволило для различных моделей выделить такие виды индуцированного излучения как аномальный эффект Доплера и эффект Вавилова-Черенкова;

**проведен** анализ возможных режимов усиления в системе «два попутных электронных потока – электромагнитная волна», в том числе в отсутствие неустойчивости;

**построена** приближенная нелинейная полуаналитическая теория взаимодействия двух попутных электронных потоков;

**доказана** аналогия между системой двух взаимодействующих электронных потоков и системой двух связанных нелинейных осцилляторов.

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

**определены** перспективы использования систем с двумя взаимодействующими электронными потоками для расширения рабочего диапазона электронно-волновых приборов в коротковолновую часть СВЧ диапазона;

**создана** аналитическая теория систем с двумя взаимодействующими электронными потоками, движущимися в попутном направлении, позволяющая рассчитывать выходные параметры приборов О-типа с двумя потоками при их конструировании;

**результаты исследований** использовались при выполнении грантов РФФИ (№№13-02-01209, № 16-02-00238, 16-32-00468, 18-02-00666).

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

Для получения результатов использованы традиционные методы радиофизики и электроники СВЧ, такие как метод дисперсионного уравнения, метод связанных волн и волновой метод, хорошо зарекомендовавшие себя при исследовании процессов взаимодействия электронных потоков и электромагнитной волны. Результаты теории взаимодействия двух потоков в терминах взаимодействия связанных волн

пространственного заряда согласуются с уже известными результатами линейной теории двухпоточковой неустойчивости в областях применимости обеих теорий. Результаты построенной полуаналитической нелинейной теории взаимодействия двух электронных потоков согласуются с уже известными результатами более ранних работ исследователей в этой области.

**Личный вклад соискателя** состоит в самостоятельной разработке аналитических моделей двух-, трех- и четырехволнового взаимодействия попутных электронных потоков, модели интерференционного взаимодействия двух потоков, в разработке нелинейных моделей взаимодействия двух электронных потоков между собой и с полем бегущей электромагнитной волны, подготовке всех публикаций.

Результаты работы рекомендуются к использованию в научно-исследовательских учреждениях и производственных организациях, осуществляющих деятельность в области СВЧ приборостроения, СВЧ электроники и радиофизики: АО «НПП «Алмаз», г. Саратов; АО «НПП «Торий», г. Москва; АО «НПП «Исток» им. А. И. Шокина», г. Москва. Результаты диссертации рекомендуются для использования в учебном процессе в высших учебных заведениях, ведущих подготовку в области радиофизики: ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского», ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А.», ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», в Московском институте электроники и математики им. А.Н. Тихонова НИУ «Высшая школа экономики», ФГБОУ ВО «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова», ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет».

В диссертации решена актуальная задача радиофизики, заключающаяся в создании аналитической теории волновых и колебательных процессов, протекающих в предварительно модулированных взаимодействующих потоках, движущихся в попутном направлении. Содержание диссертации удовлетворяет пп. 9–11, 13, 14 действующего «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

На заседании 25 марта 2021 года диссертационный совет принял решение присудить Титову А.В. ученую степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – Радиофизика.

При проведении открытого голосования диссертационный совет в количестве 21 человека (17 человек находились в месте проведения заседания, 4 человека участвовали в заседании совета в удаленном интерактивном режиме), из них 5 докторов по специальности 01.04.03 – Радиофизика, участвовавших в заседании, из 28 человек, входящих в состав совета: проголосовал: за – 21, против – нет, воздержавшихся – нет.

Председатель  
диссертационного совета



Аликин Валерий Михайлович

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Слепченков Михаил Михайлович

25 марта 2021 г.