

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 9 декабря 2019 г., протокол №102  
О присуждении Вилкову Михаилу Николаевичу, гражданину РФ,  
ученой степени кандидата физико-математических наук

Диссертация «Электронные генераторы мощных ультракоротких микроволновых импульсов с пассивной синхронизацией мод» по специальности 01.04.03 – радиофизика принята к защите 27 июня 2019 г., протокол № 90, диссертационным советом Д 002.069.02 на базе ФГБНУ «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, Вилков Михаил Николаевич, 1989 года рождения, в 2013 году окончил ННГУ им. Н.И. Лобачевского, работает младшим научным сотрудником в ИПФ РАН. Диссертация выполнена в отделе высокочастотной релятивистской электроники ИПФ РАН, научный руководитель – доктор физ.-мат. наук, член-корреспондент РАН Гинзбург Наум Самуилович, заведующий отделом высокочастотной релятивистской электроники ИПФ РАН.

Официальные оппоненты – Аржанников Андрей Васильевич, доктор физ.-мат. наук, главный научный сотрудник, ФГБУН «ИЯФ им. Г.И. Будкера СО РАН»; Рыскин Никита Михайлович, доктор физ.-мат. наук, главный научный сотрудник, Саратовский филиал ФГБУН «Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН» – дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – ФГБУН «Институт электрофизики УрО РАН» – в своем положительном заключении, подписанном Яландиным Михаилом Ивановичем, доктором технических наук, академиком РАН, главным научным сотрудником ИЭФ УрО РАН, и утвержденном директором ИЭФ УрО РАН членом-корр. РАН Чайковским Станиславом Анатольевичем, указала, что диссертация М.Н. Вилкова

выполнена на высоком научном уровне и отвечает требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор, Вилков Михаил Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.03 – радиофизика.

По теме диссертации опубликовано 25 работ, в том числе 9 статей в рецензируемых научных журналах. Наиболее значимыми из публикаций являются:

1. *Гинзбург Н.С., Денисов Г.Г., Вилков М.Н., Зотова И.В., Сергеев А.С.* Генерация периодической последовательности мощных ультракоротких импульсов в лампе бегущей волны с просветляющимся поглотителем в цепи обратной связи // Письма в ЖТФ. 2015. Т. 41, №17. С. 44-52.
2. *Гинзбург Н.С., Денисов Г.Г., Абубакиров Э.Б., Вилков М.Н., Зотова И.В., Сергеев А.С.* Генераторы мощных ультракоротких СВЧ-импульсов с просветляющимися поглотителями в цепи обратной связи // Известия вузов. Радиофизика. 2016. Т.59, №8-9. С.1-19
3. *Ginzburg N. S., Denisov G. G., Vilkov M. N., Zotova I. V., Sergeev A. S.* Generation of "gigantic" ultra-short microwave pulses based on passive mode-locking effect in electron oscillators with saturable absorber in the feedback loop // Phys. Plasmas. 2016. V.23, Art.no.050702.
4. *Ginzburg N.S., Denisov G.G., Vilkov M.N., Zotova I.V., Sergeev A.S., Samsonov S.V. Mishakin S.V.* Generation of train of ultrashort microwave pulses by two coupled helical gyro-TWTs operating in regimes of amplification and nonlinear absorption // Phys. Plasmas. 2017. V.24, Art.no.023103.

На диссертацию и автореферат поступило 9 отзывов. Все отзывы положительные. В них отмечают актуальность диссертации, научная новизна и практическая значимость полученных результатов.

В положительном отзыве ведущей организации сделаны следующие замечания: 1) в разделе 1.1 показано, что пиковая амплитуда растет с увеличением длины. Известно, что при большой длине взаимодействия необходим учет шумовых флуктуаций плотности электронного потока, существенно ограничивающих достижимую амплитуду. Хотелось бы видеть учет указанных факторов при анализе генерации ультракоротких импульсов (УКИ); 2) наряду с развитой теорией, основанной на усредненном описании, было бы полезно видеть сопоставление её выводов с результатами прямого моделирования методом

крупных частиц, особенно в случае, предназначенном для экспериментальной реализации; 3) в списке результатов отмечено, что «разработан макет генератора УКИ 8-ми миллиметрового диапазона на основе винтовой giro-ЛБВ и циклотронно-резонансного насыщающегося поглотителя». Следовало бы уточнить, что разработана теоретическая модель такого прибора, поскольку макет предполагает экспериментальную реализацию.

Положительный отзыв официального оппонента д.ф.-м.н. Аржанникова А.В., наряду с редакционными, содержит следующие замечания: 1) из текста не совсем ясно, чем определяется минимальная длительность ультракоротких импульсов; 2) автором не упоминается возможность генерации УКИ при использовании одного электронного пучка при секционировании пространства взаимодействия; 3) в недостаточной мере объяснено различие экспериментальных и теоретических кривых, описывающих зависимость от частоты коэффициента поглощения для винтовой giro-ЛБВ, работающей в режиме компфнеровского подавления; 4) отсутствует анализ пробойных ограничений.

В положительном отзыве официального оппонента д.ф.-м.н. Рыскина Н.М., наряду с редакционными, содержатся замечания: 1) в диссертации рассмотрен достаточно широкий круг кольцевых генераторов, отличающиеся как активным элементом, так и насыщающимся поглотителем. Желательно было бы сделать какие-либо обобщающие выводы, в каких условиях можно отдать предпочтение той или иной конструкции; 2) в диссертации сформулирован качественный критерий реализации мягкого и жёсткого режима возбуждения импульсно-периодической генерации. Однако было бы правильно получить количественный критерий самовозбуждения на основе линейной теории электронного генератора с внешней обратной связью; 3) приведенные в диссертации зависимости формы и параметров импульса от длины усилителя (рис. 1.10) демонстрируют аналогию с автотомельными решениями, желательно было бы привести результаты количественного сопоставления; 4) в разделе 2.2 автор не объясняет, каким образом были получены значения параметров, при которых выполняется условие компфнеровского подавления в ЛБВ О-типа; 5) отсутствуют ссылки на предшествующие работы по рассматриваемой в разделе 3.3 клистронной модели.

Положительный отзыв на автореферат к.ф.-м.н. Гришина С.В. и д.ф.-м.н. Шараевского Ю.П. (СГУ им. Чернышевского, г. Саратов) содержит замечание о необходимости уточнения, о каком типе насыщающихся

поглотителей (быстрых или медленных) идёт речь. Положительный отзыв на автореферат к.ф.-м.н. Рожнева А.Г. (СГУ им. Чернышевского, г. Саратов) содержит замечание о необходимости различать характеристики поглотителя, связанные с контрастностью и безынерционностью. Кроме того, содержится замечание, совпадающее с замечанием №3 ведущей организации. Положительный отзыв на автореферат д.т.н. Калинина Ю.А. и к.ф.-м.н. Стародуба А.В. (СГУ им. Чернышевского, г. Саратов) замечаний не содержит. В положительном отзыве на автореферат д.ф.-м.н. Куркина С.А. (Университет Иннополис, г. Иннополис) содержатся следующие замечания: 1) на рисунке 1 перепутана нумерация двух узлов; 2) в автореферате было бы полезно сопоставить характеристики генерируемых импульсов для случаев однородного и неоднородного уширения линии. Положительный отзыв на автореферат к.ф.-м.н. Кулешова А.Н. (ИРЭ им. А.Я. Усикова НАН Украины, г. Харьков) содержит замечание, аналогичное сделанному в отзыве ведущей организации (№2). Положительный отзыв на автореферат д.ф.-м.н., чл.-корр. РАН Черепенина В.А. (ИРЭ им. В.А. Котельникова, г. Москва) замечаний не содержит.

На все замечания, содержащиеся в отзывах, Вилковым М.Н. были даны удовлетворительные ответы и комментарии.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован тем, что оппоненты являются признанными высококвалифицированными специалистами в области радиофизики и вакуумной электроники, а одним из основных направлений научной деятельности ведущей организации является разработка мощных импульсных источников излучения.

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

– сформулированы оптимальные условия для генерации УКИ в схеме с электронным усилителем и насыщающимся нелинейным поглотителем в цепи обратной связи. Показано, что в таких условиях пиковая мощность импульсов может превосходить мощность излучения при стационарной генерации, а в ряде случаев и мощность запитывающего электронного потока;

– показана возможность реализации насыщающихся поглотителей: а) на основе циклотронного резонансного взаимодействия излучения с первоначально прямолинейным замагниченным пучком, при котором насыщение поглощения обусловлено релятивистской зависимостью гирочастоты от энергии частиц и б) на

основе черенковских ЛБВ и гиро-ЛБВ, работающих в режиме компфнеровского подавления входного сигнала.

– проведено моделирование генератора УКИ 8-ми миллиметрового диапазона на основе винтовой гиро-ЛБВ и циклотронно-резонансного поглотителя с учетом реальной дисперсии электродинамических систем, конечности полос усиления и поглощения. Расчетная пиковая мощность импульсов достигает 400 кВт при длительности по полувысоте 200 пс и частоте повторения до 1 ГГц.

**Практическая значимость работы** обусловлена её направленностью на разработку на основе эффекта пассивной синхронизации мод генераторов УКИ микроволнового диапазона с высокой частотой повторения. Подобные источники могут найти применение в радиолокации высокого разрешения, спектроскопии, а также в диагностике плазмы.

**Достоверность результатов исследования** обоснована тем, что в процессе теоретических исследований и разработки численных кодов были использованы известные, проверенные ранее подходы и методы. Результаты диссертации опубликованы в ведущих рецензируемых российских и зарубежных научных журналах, докладывались на международных и всероссийских конференциях.

**Личный вклад соискателя** состоит в аналитическом исследовании, моделировании, оценке и оптимизации параметров генераторов ультракоротких импульсов, физической интерпретации результатов. Все приведенные в диссертации результаты получены либо лично соискателем, либо при его непосредственном участии.

На заседании от 9 декабря 2019 г. диссертационный совет принял решение присудить Вилкову М. Н. ученую степень кандидата физико-математических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 23 человек, из них 10 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 31 человека, входящего в состав совета, проголосовали: за – 22, против – 0, недействительных бюллетеней – 1.

Заместитель председателя диссертационного совета  
чл.-корр. РАН

Ученый секретарь диссертационного совета  
доктор физ.-мат. наук

9 декабря 2019 г

