

Ученому секретарю
диссертационного совета 24.2.392.01
при ФГБОУ ВО «Саратовский
национальный исследовательский государственный
университет имени Н.Г. Чернышевского»
(410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83,
10 корпус, аудитория 511)

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Навроцкого Игоря Александровича «Формирование ленточных электронных пучков с высокой плотностью тока для приборов вакуумной электроники субтерагерцевого диапазона», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.5 – физическая электроника.

Одной из актуальных решаемых в последние годы задач вакуумной СВЧ электроники является разработка СВЧ усилителей и генераторов субтерагерцевого диапазона. С практической точки зрения особый интерес представляют широкополосные устройства типа ЛБВ и ЛОВ. Они могли бы найти очень важные применения. Однако, к сожалению, до сих пор не было найдено приемлемых конструктивных решений по созданию электронных потоков высокого качества, необходимых для обеспечения эффективной работы таких устройств. Успешному решению указанной проблемы препятствует недостаток сведений о физических процессах в пространственном заряде этих миниатюрных, но высоковольтных приборов, а также отсутствие достаточно отработанных и надежных технологий, необходимых для практической реализации электронно-оптических, магнитных и электродинамических систем в них. Диссертационная работа И.А. Навроцкого посвящена решению комплекса задач по формированию электронных потоков для субтерагерцевых ЛБВ и ЛОВ. В связи с этим **актуальность этой работы не вызывает сомнения.**

Для успешного решения поставленных в диссертации задач был выполнен большой объем теоретических и экспериментальных исследований, разработаны и испытаны разные конструкторские решения, нацеленные на формирование ленточных электронных пучков, приемлемых для использования в субтерагерцевых ЛБВ и ЛОВ. Выполнение такой комплексной работы позволило автору диссертации получить **ряд новых и чрезвычайно важных результатов.**

Среди наиболее существенных и новых заслуживают внимания следующие результаты диссертации:

1. Разработано несколько вариантов перспективных электронно-оптических систем нового типа, позволяющих формировать и транспортировать на большие расстояния ленточные электронные потоки высокой плотности для субтерагерцевых электронно-пучковых СВЧ приборов.
2. В расчетах с использованием современных программ определена структура формируемых пучков и найдены условия, в которых может быть обеспечено высокое токопрохождение электронных потоков в микроразмерных каналах транспортировки.

3. Разработаны представляющие большой практический интерес методы компрессии ленточных пучков, в том числе, в системах с реверсным магнитным полем.
4. Разработана и защищена патентом электронная пушка с компрессией трехлучевого эллиптического пучка. Разработан технологический метод изготовления такой электронной пушки, позволяющий обеспечить высокую точность сопряжения ее деталей.
5. Изготовлены опытные макеты разработанных электронных пушек и экспериментально определены характеристики формируемых ими электронных потоков. Полученные данные позволяют подтвердить надежность и достоверность результатов выполненных расчетов.

Уже перечисленные результаты свидетельствуют о высоком качестве выполненной диссертантом работы. **Защищаемые положения и основные выводы, сформулированные в диссертации, достаточно обоснованы. Их достоверность и новизна не вызывают сомнения.**

В диссертации И.А. Навроцкого получены представляющие большой научный, интерес данные о закономерностях формирования и о достижимых характеристиках ленточных электронных потоков для субтерагерцовых СВЧ приборов. **Проведенные исследования и выработанные в диссертации рекомендации представляют практический интерес**, так как могут быть использованы при создании эффективных субтерагерцовых ЛБВ и ЛОВ. Уже в настоящее время полученные И.А. Навроцким данные использованы при выполнении опытно-конструкторских разработок в АО "НПП Алмаз" (г. Саратов).

Диссертационная работа И.А. Навроцкого, как и всякое большое по объему научное исследование, не лишена, с моей точки зрения, недостатков. По диссертации можно сделать следующие **замечания**:

1. В диссертации предлагается несколько вариантов систем формирования электронных потоков в субтерагерцовых приборах О-типа. Однако автором, к сожалению, не сформулированы условия, в которых может быть рекомендовано использование той или другой из этих систем.
2. Приблизительно такое же замечание можно высказать по поводу разработанных И.А. Навроцким миниатюрных замедляющих систем на основе планарных одиночных и сдвоенных гребенок, а также многоэтажных меандровых структур. Было бы полезно понять точку зрения автора о том, чем нужно руководствоваться при выборе той или иной структуры.
3. В главе 4, в которой приведены результаты экспериментальных исследований, достаточно подробно описаны конструктивные особенности электронно-оптических систем, а также методы их создания и контроля их характеристик, а также характеристик формируемых ими электронных потоков. Однако, к сожалению, отсутствуют оценки влияния некоторых факторов, которые могли бы препятствовать долговечной работе этих систем. Было бы полезно, например, оценить возможность разрушения использованных катодов под действием бомбардирующей их поверхность ионов. Ионная бомбардировка в исследуемых высоковольтных приборах может, в принципе, ограничивать долговечность катодов.

Отмеченные недостатки касаются, в основном, огрехов в описании некоторых данных, не затрагивают основных выводов и защищаемых положений и **не меняют в целом очень высокую и положительную оценку диссертации.**

Основные результаты диссертации опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах и **неоднократно обсуждались на представительных конференциях и симпозиумах.** Автореферат **правильно и достаточно полно отражает основное содержание диссертации.** Содержание диссертации полностью соответствует специальности 1.3.5 – физическая электроника.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Диссертация И.А. Навроцкого является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным на высоком научном уровне. В ней заложены основы создания электронно-оптических и магнитных систем, необходимых для формирования и транспортировки низкоперевансных ленточных электронных потоков в субтерагерцовых СВЧ приборах типа ЛБВ и ЛОВ.

Диссертация полностью отвечает требованиям пп. 9–11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г.), а ее автор, Игорь Александрович Навроцкий, обладает достаточно высокой научной квалификацией и несомненно заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.5 – физическая электроника.

Официальный оппонент:

Доктор физико-математических наук (специальность 01.04.04),

профессор Высшей инженерно-физической школы
ФГАОУ ВО Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого

195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д. 29.

Тел. +7 (812) 552-61-27

e-mail: sominski@rphf.spbstu.ru

Геннадий Гиршевич Соминский

