

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 74.1.008.01,**  
созданного на базе Акционерного общества «Научно-производственное  
предприятие «Исток» имени А.И. Шокина»,  
Государственная корпорация «Ростех»,  
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от 29.05.2025 г. протокол № 90

О присуждении Коломину Виталию Михайловичу, гражданину РФ, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация **«Высокодобротные резонаторы в системе оксидов Ва-Mg-Ta для твердотельных автогенераторов и фильтров СВЧ»** по специальности 2.2.2. – «Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств» принята к защите 27.03.2025 года (протокол заседания № 89) диссертационным советом 74.1.008.01, созданным на базе Акционерного общества «Научно-производственное предприятие «Исток» имени А.И. Шокина», 141190, Московская область, г. Фрязино, ул. Вокзальная, д. 2а, приказ о создании диссертационного совета № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Коломин Виталий Михайлович, 19.06.1993 года рождения.

В 2015 году Коломин В.М. окончил Ивановский государственный химико-технологический университет по программе специалитета по направлению подготовки 240304 «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов». В 2023 году окончил аспирантуру Акционерного Общества «Научно-производственного предприятия «Исток» имени Шокина» по направлению подготовки 11.06.01 «Электроника, радиотехника и системы связи».

Работает заместителем начальника подразделения по научной работе (по науке) в Акционерном обществе «Научно-производственное предприятие «Исток» имени А.И. Шокина» (АО «НПП «Исток» им. Шокина») Государственной корпорации «Ростех».

Диссертация выполнена в научно-производственном комплексе № 39 (НПК-39) АО «НПП «Исток» им. Шокина» Государственной корпорации «Ростех».

Научный руководитель – доктор физико-математических наук Панас Андрей Иванович, АО «НПП «Исток» им. Шокина» заместитель директора по научной работе.

**Официальные оппоненты:**

1. Лексиков Андрей Александрович, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории электродинамики и СВЧ электроники Института физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук - обособленного подразделения ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск,
2. Обухов Илья Андреевич, доктор физико-математических наук, технический директор Акционерного общества «Научно-производственное предприятие «Радиотехника», г. Москва

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** Акционерное общество «Научно-исследовательский институт «Феррит-Домен», г. Санкт-Петербург, в своем положительном отзыве, подписанном руководителем управления по науке и инновационному развитию Н. Н. Шаровой и утвержденным генеральным директором М. Ю. Каваевым, отметила, что диссертационная работа Коломина В.М. является актуальной и важной для современной СВЧ-электроники, обладает научной новизной, обоснованностью и достоверностью полученных результатов. Диссертация является законченной квалификационной научно-исследовательской работой, а автореферат полностью отражает содержание диссертации.

В качестве недостатков диссертации указано следующее:

1. Отсутствует обоснование заданного интервала усилия давления гидростатического прессования заготовок диэлектрических резонаторов перед термической обработкой.

2. Отсутствуют подробные характеристики твердотельного автогенератора СВЧ, который использован для опробования созданных в результате работы диэлектрических резонаторов.

3. Не указан материал, из которого изготовлены центрующие элементы, используемые в методе группового нагрева диэлектрических резонаторов для последующего измерения ТКЧ.

4. Имеется ряд опечаток в тексте диссертации.

Отмечено, что перечисленные в отзыве замечания не снижают ценности диссертационной работы и её практической значимости, а автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.2.2. – «Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств».

Соискатель имеет 28 опубликованных работ по теме диссертации, из них в рецензируемых научных изданиях из перечня ВАК опубликовано 8 работ, 2 патента РФ на изобретение. Материалы и результаты диссертации прошли апробирование на 3 международных, 8 всероссийских и 7 региональных конференциях.

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

#### **Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:**

1. Коломин В.М. Совершенствование установки для измерения температурного коэффициента частоты диэлектрических резонаторов / Коломин В.М., Рыбкин В.Н., Иовдальский В.А., Карасёв Н.С., Смирнова А.А., Фомина Г.В. // Электронная техника, Сер. 1, СВЧ-техника. - 2022. - Вып. 1 (552). - С. 64-70.
2. Коломин В.М. Способ изготовления диэлектрических резонаторов / Коломин В.М., Рыбкин В.Н., Иовдальский В.А., Карасёв Н.С., Смирнова А.А., Фомина Г.В. // Электронная техника, Сер. 1, СВЧ-техника. - 2022. - Вып. 4 (555). - С. 23-30.
3. Коломин В.М. Улучшение характеристик фильтров на основе диэлектрических резонаторов из материала БМТ / Коломин В.М.,

- Филиппов И.В., Карасёв Н.С., Рыбкин В.Н., Смирнова А.А., Иовдальский В.А. // Электронная техника, Сер. 1, СВЧ-техника. - 2023. - Вып. 4 (560). - С. 34-42.
4. Коломин В.М. Некоторые методики измерения свойств керамических материалов / Коломин В.М., Карасёв Н.С., Рыбкин В.Н., Смирнова А.А. // Электронная техника, Сер. 1, СВЧ-техника. - 2023. - Вып. 2 (558). - С. 43-52.
5. Коломин В.М. Улучшение характеристик генераторов на основе диэлектрических резонаторов из материала БМТ / Коломин В.М., Филиппов И.В., Карасёв Н.С., Рыбкин В.Н., Смирнова А.А., Иовдальский В.А., Марин В.П. // Научные технологии, т. 25, № 1, 2024 г., - С. 35–41.
6. Коломин В.М. Диэлектрические резонаторы для техники сверхвысоких частот / Коломин В.М., Рыбкин В.Н., Смирнова А.А., Карасёв Н.С., Сметюхова Т.Н. // Успехи современной радиоэлектроники. 2024. Т. 78. № 10. С. 59–69.
7. Галдецкий А.В. Особенности измерения параметров керамики с высокой диэлектрической проницаемостью в прямоугольном волноводе / Галдецкий А.В., Богомолова Е.А., Алексеенков В.И., Васильев В.И., Немогай И.К., Коломин В.М. // Электронная техника, Сер. 1, СВЧ-техника. - 2022. - Вып. 2. (553). - С. 64-71.
8. Фёдоров Н. А. Новое использование коаксиального диэлектрического резонатора в ГУН СВЧ-диапазона / Н. А. Фёдоров, В. А. Иовдальский, И. В. Горюнов, В. М. Коломин, И. Н. Аюпов // Электронная техника, Сер. 1, СВЧ-техника. -2024. - Вып. 2(562). - С.48-54.
9. Коломин В.М., Рыбкин В.Н., Фомина Г.В. Устройство для измерения температурного коэффициента частоты диэлектрического резонатора, Патент РФ на изобретение № 2785077. Опубликовано 02 декабря 2022 г.
10. Галдецкий А.В., Богомолова Е.А., Алексеенков В.И., Васильев В.И., Коломин В.М., Немогай И.К. Способ измерения комплексных диэлектрической и магнитной проницаемости поглощающих материалов, Патент РФ на изобретение № 2744158. Опубликовано 03.03.2021 г.

В работах 2, 6 предложен способ изготовления ДР, а так же области их применения;

в работах 5, 3 – предложено использовать резонаторы высокой добротностью для улучшения характеристик изделий СВЧ;

в работах 7, 8, 10 - принято участие в постановке задачи, обсуждении результатов;

в работах 1, 4, 9 – предложена идея методики измерения свойств ДРи керамических материалов

В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

**В отзывах официальных оппонентов** Лексикова А.А. и Обухова И.А. отмечается, что диссертационная работа является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научно-техническом уровне. Полученные в ней результаты обладают научной новизной и практической значимостью, а основные выводы и положения, выносимые на защиту, представляются обоснованными и достоверными. Диссертация соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени, а соискатель достоин присуждения учёной степени кандидата технических наук.

В отзыве Лексикова А.А. были сделаны следующие замечания:

1. Оформление текста диссертации находится на очень низком уровне, не проведены редакторские и корректорские работы.

2. В работе рассматривается материал в системе оксидов Ва-Mg-Ta как основа для получения диэлектрических резонаторов с добротностью 20000, однако в аналитическом обзоре не представлены другие системы материалов, на основе которых возможно достигнуть высоких значений добротности.

3. В обзорной части работы нет ссылок на других отечественных разработчиков материалов в системе оксидов Ва-Mg-Ta.

4. Из текста диссертации не понятны причины выбора оксида никеля (III) в качестве модификатора. Нет ни теоретических, ни экспериментальных основ для выбора материала.

5. Исходя из уравнения (4.7) ТКЧ итогового образца не зависит от величины  $F_1$ .

6. Возникает сомнение обоснованности сравнения характеристик устройств, основанных на применении ДР из керамик ЦТО и БМТ в силу того, что керамика ЦТО имеет более высокую относительную диэлектрическую проницаемости и соответственно, устройства на ее основе более чувствительны к значению тангенса угла диэлектрических потерь в материале.

В отзыве Обухова И.А. указаны следующие замечания:

1. В тексте диссертации указано, что в качестве центрующих элементов для реализации оригинального метода группового нагрева ДР и измерения их ТКЧ используется кварцевый материал, но не указана ни марка, ни ГОСТ кварцевого материала.

2. В тексте диссертации не указан материал мелющих тел, которые используются для достижения необходимого гранулометрического состава материала в системе оксидов Ва-Мг-Ta.

3. В тексте диссертации в качестве основного способа помола используется валковая мельница, но не приведена информация за счет чего в данной мельнице реализуется необходимый гранулометрический состав.

На автореферат диссертации получено 6 отзывов. Все отзывы положительные. Отзывы получены из следующих организаций:

1. ФГБУН Институт физики твердого тела имени Ю.А. Осипьяна Российской академии наук (ИФТТ РАН), г. Черноголовка. Отзыв составил В.М. Муравьев, ведущий научный сотрудник Лаборатории неравновесных электронных процессов, доктор физико-математических наук.

2. ФГБУН Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения Российской академии наук (ИСМАН), г. Черноголовка. Отзыв составил В.В. Закоржевский, главный научный сотрудник Лаборатории СВС ИСМАН, доктор технических наук.

3. ООО «ЭЛМА-ПАСТЫ», г. Зеленоград. Отзыв составил М.К. Кутузов, заместитель генерального директора, кандидат физико-математических наук.

4. АО «НПП «Радиосвязь», г. Красноярск. Отзыв составил А.В. Павлов, начальник лаборатории керамических изделий, кандидат технических наук.

5. ОАО «Завод Магнетон», г. Санкт-Петербург. Отзыв составил А.Б. Гуськов, заместитель генерального директора по научной работе, кандидат физико-математических наук.

6. Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)». Отзыв составил Иванов А.А., заведующий кафедрой «Микрорадиоэлектроники и технологии радиоаппаратуры», доктор технических наук.

В отзывах отмечается, что диссертация посвящена исследованию и созданию диэлектрических резонаторов с добротностью 20000 для использования в твердотельных автогенераторах и фильтрах СВЧ диапазона для радиоэлектронной аппаратуры. Результаты работы достигаются за счет использования модификатора  $Ni_2O_3$ , а также оригинального технологического процесса двухстадийного прессования.

Полученные автором результаты свидетельствуют о новизне и практической значимости работы. Положения и основные выводы, сформулированные в диссертации, достаточно обоснованы. Достоверность данных, полученных диссертантом, не вызывает сомнений, поскольку они подтверждены применением поверенного и аттестованного современного технологического и аналитического оборудования. В ходе работы использовались общепринятые эмпирические методы исследования диэлектрических резонаторов. Большая часть экспериментальных данных обсуждалась автором на тематических научных конференциях российского и международного уровней. Результаты работы опубликованы в научных изданиях, рецензируемых ВАК.

В отзывах имеются следующие замечания и вопросы.

1. ФГБУН Институт физики твердого тела имени Ю.А. Осипьяна Российской академии наук (ИФТТ РАН):

- подписи некоторых рисунков не позволяют полностью понять, что изображено на рисунке. Например, на рисунке 3 не указано что изображено. Показан график

интенсивности чего-то от угла. Однако, не совсем понятно каким методом измеряется интенсивность и интенсивность чего имеется в виду?

- в тексте автореферата отсутствуют расшифровки некоторых аббревиатур, например, СЭМ.

2. ФГБУН Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения Российской академии наук (ИСМАН):

- в автореферате отсутствуют полные электрические характеристики твердотельного СВЧ автогенератора, который использован для опробования исследуемых диэлектрических резонаторов;

- в автореферате отсутствует режим проведения съемки структуры диэлектрических резонаторов при помощи сканирующего электронного микроскопа.

3. ООО «ЭЛМА-ПАСТЫ»:

- полученные результаты разработки технологического процесса формования заготовки ДР в форме цилиндрического стержня и его последующей механической обработки не защищены патентом.

4. АО «НПП «Радиосвязь»:

- в четвертой главе приведено описание уникальной методики механической обработки заготовок ДР, обеспечивающей проведение операции бесцентрового шлифования в пределах от 1,1 до 3,0 мм. Однако в тексте автореферата не приведен сравнительный анализ существующих технологий, указывающий на уникальность предложенного процесса механической обработки, либо описание методики формования заготовок в виде стержня, отличающейся уникальностью этого процесса.

5. ОАО «Завод Магнетон»:

- недостаточное количество представленных в автореферате данных о диэлектрических резонаторах, которые ранее использовались в исследуемом твердотельном СВЧ фильтре;

- из текста автореферата не ясно проводились ли измерения температурного коэффициента частоты ДР при отрицательных температурах;

- недостаточно ясно и четко читаются графики, представленные в автореферате.

6. Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)»:

- из текста автореферата не ясно как оценивалась повышение процента выхода годных по критерию качества добротность не менее 20000 при использовании оригинального метода двухстадийного формования заготовок ДР;

- в тексте диссертации не приведена перспектива использования созданных ДР с добротностью не менее 20000 в радиоэлектронной аппаратуре.

В отзывах отмечается, что указанные недостатки не являются принципиальными и не ставят под сомнение основные научные результаты и положения, сформулированные в диссертации. Автор работы Виталий Михайлович Коломин обладает высокой научной квалификацией и заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.2. – «Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетентностью в области исследования и создания элементной компонентной базы (ЭКБ), а также применения ЭКБ в изделиях радиоэлектронной аппаратуры СВЧ. Лексиков А.А. является ведущим учёным и научным организатором в области создания новых систем радиоэлектроники, в том числе устройств полезной нагрузки космических аппаратов. Обухов И.А. является признанным учёным и научным организатором в области разработки и применения ЭКБ СВЧ.

Выбор АО «НИИ «Феррит-Домен» в качестве ведущей организации обоснован тем, что данный институт является профильным научным центром по направлению создания диэлектрических резонаторов, ферритовых устройств, осуществляющий проведение фундаментальных, прикладных и поисковых научных исследований, выполнение опытно-конструкторских и технологических работ, изучение и реализацию достижений науки и передового опыта, направленных на получение и применение новых знаний в области ЭКБ СВЧ.

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

- экспериментально установлено, что введение в систему оксидов Ва-Mg-Ta модификатора  $Ni_2O_3$  сверх стехиометрии в концентрации 0,5...1% обеспечивает добротность ДР не менее 20000 (на частоте 10 ГГц) после спекания за счет образования основной фазы  $Ba(Mg_{1/3}Ta_{2/3})O_3$  и исключения образования промежуточных фаз;

- предложен и реализован оригинальный технологический процесс двухстадийного формования диэлектрических резонаторов на основе материала в системе оксидов Ва-Mg-Ta со средним гранулометрическим составом  $3,2 \pm 0,3$  мкм, который заключается в одноосном прессовании с удельным давлением 30...40 МПа и последующем гидростатическом прессовании с удельным давлением 150...180 МПа, что обеспечивает сокращение времени спекания с 80 ч до 30 ч при температуре 1600 °С и двукратно повышает выход годных ДР с добротностью не менее 20000;

- предложен и реализован технологический процесс двухстадийного формования заготовок ДР в форме цилиндрического стержня из материала в системе оксидов Ва-Mg-Ta и спеканием при температуре 1600 °С, что позволяет обрабатывать бесцентровым шлифованием заготовку ДР до диаметра величиной от 1,1 до 3 мм с резкой алмазным диском на миниатюрные резонаторы высотой от 0,5 до 2 мм, обеспечивая рабочие резонансные частоты ДР в диапазоне от 30 до 40 ГГц;

- предложен и реализован оригинальный метод группового нагрева ДР для последующего измерения ТКЧ, который обеспечивает увеличение производительности в 6,5 раз с сохранением точности за счет центрующих элементов в измерительной камере.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики** подтверждается тем, что результаты диссертационного исследования использованы в научно-исследовательской работе «Фундамент» по созданию технологии изготовления диэлектрических резонаторов с высокой добротностью, проводимой в АО «НПП «Исток» им. Шокина». Диэлектрические

резонаторы с высокой добротностью использовались в опытно-конструкторской работе «Луна» и в опытно-конструкторской работе «Заря» по разработке твердотельных СВЧ автогенератора и фильтра. Технологические процессы изготовления диэлектрических резонаторов успешно внедрены в производство АО «НПП «Исток» им. Шокина», что подтверждается соответствующим актом внедрения.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила:**

- научные выводы, полученные в диссертации, подтверждены экспериментально;
- научные положения диссертации аргументированы и основаны на общепринятых эмпирических методах исследования;
- для проведения измерений параметров использовалось сертифицированное оборудование с использованием установленных калибровок, результаты измерений воспроизводимы, методики измерений прошли метрологическую экспертизу;
- проведенные исследования позволили практически реализовать основные положения и результаты, полученные автором и выносимые на защиту.

**Личный вклад соискателя состоит в следующем:**

- предложено использовать модификатор оксида никеля (III) для образования основной фазы  $\text{Ba}(\text{Mg}_{1/3}\text{Ta}_{2/3})\text{O}_3$  и исключения образования промежуточных фаз с целью достижения добротности 20000;
- предложен оригинальный технологический процесс двухстадийного формования диэлектрических резонаторов на основе материала в системе оксидов Ba-Mg-Ta, который обеспечивает сокращение времени спекания с 80 ч до 30 ч при температуре 1600 °С и двукратно повышает выход годных ДР с добротностью не менее 20000;
- предложен оригинальный технологический процесс двухстадийного формования заготовок ДР в форме цилиндрического стержня из материала в системе оксидов Ba-Mg-Ta, что позволяет создавать бесцентровым

шлифованием миниатюрные ДР тем самым обеспечивая рабочие резонансные частоты в диапазоне от 30 до 40 ГГц;

- предложен и реализован оригинальный метод группового нагрева ДР для последующего измерения ТКЧ, который обеспечивает увеличение производительности в 6,5 раз с сохранением точности за счет центрующих элементов в измерительной камере.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается проведённым комплексом исследований, взаимосвязью полученных результатов и выводов.

На заседании 29 мая 2025 года диссертационный совет принял следующее **решение**: за новые научно обоснованные технические и технологические решения, имеющие существенное значение для развития отечественной ЭКБ СВЧ, присудить Коломину В.М. учёную степень кандидата технических наук по научной специальности 2.2.2. «Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств».

При проведении тайного голосования, присутствующие члены диссертационного совета в количестве 15 человек (из 20 человек списочного состава), включая 9 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, проголосовали: за – 15, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя  
диссертационного совета  
д.ф.-м.н.

Ученый секретарь  
диссертационного совета  
к.т.н.

29.05.2025 г.



Пашковский Андрей Борисович

Куликова Ирина Владимировна