

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Дорофеевой Светланы Сергеевны «Исследование акустических волн в пьезоэлектрических материалах для создания термостабильных и термостойких акустоэлектронных устройств», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
2.2.2. – Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств

Устройства на основе поверхностных акустических волн (ПАВ) широко применяются в составе радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), в том числе в составе систем связи и управления существующих и перспективных образцов военной техники, а также телекоммуникационных системах гражданского назначения. Они позволяют решить большой круг задач, основными из которых являются формирование, стабилизация, селекция частоты и обработка сигналов. При этом для сохранения конкурентоспособности необходимо следовать основным тенденциям развития аппаратуры, повышая надежность, стабильность параметров и избирательность. С технологической точки зрения данных целей можно достичь, применяя нетривиальные методы и используя новые перспективные материалы с улучшенными свойствами. Работа Дорофеевой С.С., посвященная исследованию и разработке термостабильных акустоэлектронных устройств на основе различных пьезоэлектрических материалов, в том числе кристаллов катангасита, является актуальной и своевременной, а ее результаты позволят расширить области применения техники ПАВ.

В представленном автореферате описаны методы по улучшению температурной стабильности и термостойкости устройств на основе акустических волн с применением различных пьезоэлектриков. Достоверность приведенных экспериментов подтверждается высокой сходимостью тестовых и расчетных характеристик, а также точностью и современностью физических моделей.

В главе 1 приведены исследования свойств сдвиговых поверхностных волн или STW (Surface Transverse Waves) волн, распространяющихся в $YXls/\psi/90^\circ$ срезах кварца, и рассмотрены результаты исследований высокочастотных пьезоэлектрических фильтров, реализованных на их основе. Заявлена интересная особенность STW, а именно эффект естественной направленности волны.

Хочется отметить практическую значимость полученного результата при реализации термостабильных узкополосных STW фильтров, а именно грамотный выбор среза пьезоэлектрической подложки кварца и толщины металлизации для улучшения температурной стабильности частоты узкополосного фильтра в температурном диапазоне от минус 60°C до $+85^\circ\text{C}$.

Глава 2 описывает проведенные на основе резонаторных структур эксперименты по уточнению электрофизических свойств кристалла семейства галогерманатов – катангасита выбранных ориентаций. Предложено оригинальное конструктивное решение сенсора на ПАВ на основе монокристаллического корпуса из катангасита ориентации $(0^\circ, 90^\circ, 0^\circ)$, в котором основание является мембраной, и пленки иридия для формирования электродных структур резонаторов обеспечивают работоспособность устройства в диапазоне рабочих температур от минус 60°C до $+500^\circ\text{C}$ и в диапазоне изменения давления до 50 атм.

Научную и практическую ценность имеют результаты исследований слоистых пластин танталата лития на кремнии, представленные в главе 3. Описанный подход

позволил улучшить температурный коэффициент частоты устройств (ТКЧ) до трех раз, сохранив при этом достаточный уровень внеполосной избирательности (-40 дБ). Также достоинством предложенного метода является возможность использования стандартного технологического оборудования для производства ПАВ устройств.

Достоинствами работы являются практическая направленность полученных результатов, позволившая решить ряд важных народно-хозяйственных задач и расширить области применения акустоэлектронных устройств в РЭА различного функционального назначения.

К автореферату имеются следующие замечания:

- из автореферата не ясно, какая конструкция или топология устройств (а именно – тип встречно-штыревых преобразователей (ВШП), число электродов ВШП, тип поверхности (свободная, металлизированная или решетка электродов) между входным и выходным ВШП) использовалась для исследования естественной направленности;

- автором заявлено, что минимальный ТКЧ STW устройств обеспечивается при использовании $YXl/36^\circ/90^\circ$ среза кварца и пленки Al с относительной толщиной в диапазоне 1,95%...2,23%, но не указано, для какого коэффициента металлизации справедливы эти данные;

- в автореферате не описан способ изготовления термокомпенсированных слоистых пластин $42^\circ YX-LT/Si$.

Сделанные замечания не снижают в целом положительной оценки работы и практического значения полученных результатов.

Актуальность решаемых проблем, научная и практическая значимость полученных результатов позволяет заключить, что рецензируемая работа «Исследование акустических волн в пьезоэлектрических материалах для создания термостабильных и термостойких акустоэлектронных устройств» отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор С.С. Дорофеева заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.2. «Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств».

Старший научный сотрудник ООО «АЭК Дизайн»
Санкт-Петербург, 198216, Ленинский пр.140 литер Б
Тел. 8(812)-377-04-26

e-mail: a.koigero@rambler.ru

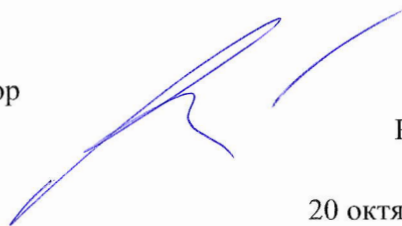
Койгеров Алексей Сергеевич, канд. техн. наук
по специальности 05.13.01 «Системный анализ,
управление и обработка информации (в технике и
технологиях)»



Койгеров А.С.



Подпись Койгера А.С. заверяю
Генеральный директор – генеральный конструктор
ООО «АЭК Дизайн»



Реут В.Р.

20 октября 2025 г.