

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Сиделева Алексея Владимировича «Разработка детекторов поглощенной дозы ионизирующего излучения с чувствительными элементами на основе р-канальных МНОП-транзисторов» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.2. Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств

Измерение поглощенной дозы ионизирующего излучения является необходимой и важной задачей в современной науке и технике: при проведении испытаний на радиационную стойкость электронной компонентной базы микро- и нанoeлектроники, в медицине и на объектах использования атомной энергии. Диссертация Сиделева А.В. посвящена разработке детекторов поглощенной дозы ионизирующего излучения с чувствительными элементами на основе р-канальных МНОП-транзисторов для применения в областях, указанных выше, и направлена на решение важной **научно-технической** задачи: разработка в рамках единой конструктивно-технологической концепции детекторов поглощенной дозы ионизирующего излучения с чувствительными элементами на основе МДП-транзисторов для широкого спектра условий применения, и поэтому является **актуальной**.

Научная новизна диссертации в первую очередь заключается в том, что была разработана физическая модель накопления радиационно-индуцированного заряда в подзатворных диэлектриках р-канального МНОП-транзистора, позволяющая прогнозировать радиационную чувствительность и диапазон измеряемых доз детекторов при использовании данного транзистора в качестве чувствительного элемента, учитывающая динамику изменения напряженности электрических полей в подзатворных диэлектриках при воздействии ионизирующего излучения и специфику выхода заряда при различных напряженностях электрических полей в диоксиде кремния, в том числе при слабых электрических полях с напряженностью менее  $10^3$  В/см.

Также необходимо отметить и другие элементы новизны диссертации:

- установлен и интерпретирован нелинейный характер дозовой зависимости напряжения затвор-исток р-канального МНОП-транзистора при постоянном токе;
- установлено, что детектор поглощенной дозы ионизирующего излучения на основе р-канального МНОП-транзистора может характеризоваться близкими значениями радиационной чувствительности как при отрицательном, так и при положительном напряжении на затворе, приложенном во время облучения;
- показано, что радиационная чувствительность детектора поглощенной дозы ионизирующего излучения на основе р-канального МНОП-транзистора при увеличении отрицательного напряжения на затворе вначале растет вследствие увеличения выхода заряда, связанного с ростом напряженности электрического поля в  $\text{SiO}_2$ , а затем снижается вследствие достижения предельно допустимой напряженности электрического поля в  $\text{SiO}_2$  и(или) в  $\text{Si}_3\text{N}_4$ .

Обоснованность и корректность полученных в диссертации результатов подтверждается последовательность разработки: разработка модели, валидация модели, расчет характеристик детекторов, изготовление детекторов и исследование радиационных характеристик детекторов.

Практическая ценность результатов диссертации заключается в их внедрении в промышленность, а также использовании в учебном процессе высших учебных заведений (акты внедрения).

К автореферату есть несколько замечаний:

1. В автореферате не приведены требования к детекторам поглощенной дозы ионизирующего излучения на основе МДП-транзисторов для применения в *in vivo* дозиметрии, в составе радиоэлектронной аппаратуры космических аппаратов (РЭА КА) и на объектах использования атомной энергии (ОИАЭ), в том числе для радиационных испытаний, а также для регистрации «аварийных» доз персонала на ОИАЭ.

2. Во введении, как преимущество детекторов поглощенной дозы ИИ с ЧЭ на основе р-МНОПТ перед детекторами с ЧЭ на основе МОПТ указано, что детекторы обладают линейной калибровочной кривой. Рисунок 2 показывает, что характеристика нелинейна. Необходимо было указать в каком режиме работы детектор имеет линейную калибровочную кривую.

Указанные выше замечания несколько не снижают научную значимость диссертации и не влияют на ее практическую значимость и высокую оценку.

Диссертация Сиделева А.В. является законченной научной работой, выполненной на высоком научном уровне. Работа соответствует квалификационным признакам диссертации, определяющим характер результатов кандидатской диссертационной работы. Диссертация полностью соответствует всем требованиям Положения «О присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842 в его действующей редакции, а её автор, Сиделев Алексей Владимирович, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.2.2. Электронная компонентная база микро- и нанoeлектроники, квантовых устройств.

Отзыв подготовил  
Д.т.н., доцент

Лагов Петр Борисович  
«18» 12 2025 года

Сведения:

Ученая степень: доктор технических наук по специальности 05.27.01. Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах.

Должность: начальник отдела радиационной стойкости

Организация: Акционерное общество «Российские космические системы»

Адрес организации: 111250, Россия, г. Москва, ул. Авиамоторная, д. 53

Телефон: +7 (495) 673-94-30

Адрес электронной почты: lagov.pb@spacecorp.ru

Сайт организации: <https://russianspacesystems.ru/>

**Подпись Лагова Петра Борисовича удостоверяю:**

а кадров

/ Софронов И.М.