

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Кочергиной Ольги Викторовны**

на тему

**«Оптоэлектронные устройства на основе кремниевых фотоэлектронных умножителей для спектрального диапазона 380 – 940 нм»,**

представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.27.01 – «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и нанoeлектроника, приборы на квантовых эффектах»

Диссертационная работа Кочергиной О.И., краткий обзор которой представлен в автореферате, посвящена исследованию характеристик оптоэлектронных устройств на основе кремниевых фотоэлектронных умножителей. Актуальность темы диссертационной работы и практическая значимость полученных Кочергиной О.И. результатов не вызывает сомнений. Оптоэлектронные устройства на основе SiФЭУ, представляют значительный интерес для телекоммуникационных приложений и систем лазерного дистанционного зондирования.

Диссертация посвящена разработке эффективных методов исследования SiФЭУ, установлению закономерностей поведения характеристик серийных моделей КЕТЕК РМ 3325, ON Semi FC 30035 и опытного прибора производства ОАО «ИНТЕГРАЛ» – управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ» при изменении внешних факторов, таких как температура, внешняя освещенность, и напряжение питания SiФЭУ, а также новых оптоэлектронных устройств и приборов на квантовых эффектах на их основе. SiФЭУ, которые представляют собой элементы твердотельной электроники (фотоприемники) на основе упорядоченного набора (матрицы) р-п-переходов, выполненного на общей кремниевой подложке являются наиболее подходящими фотоприемниками для регистрации оптического излучения источников одиночных фотонов в режиме одноквантовой регистрации, поскольку они обладают большим усилением до  $10^6$ , что позволяет выделить сформированные однофотонные импульсы на фоне шумов. Они, компактны, обладают низким напряжением питания (до 30 В), хорошей механической прочностью, высокой чувствительностью (до  $10^6$  А/Вт) в видимой и ближней ИК области спектра, низкую стоимость и большие площади (до 36 мм<sup>2</sup>) фоточувствительной поверхности. Матричная многоэлементная структура SiФЭУ обеспечивает регистрацию фотонов в импульсе независимо от быстродействия фотоприемника и позволяет создавать приборы на квантовых эффектах.

Среди наиболее значимых результатов проведенного исследования можно выделить экспериментально полученные зависимости критической и пороговой интенсивности оптического излучения от приложенного напряжения от  $-1,0$  до  $1,0$  В, а также зависимости динамического диапазона и чувствительности от температуры окружающей среды  $233 - 313$  К, длины волны  $380 - 940$  нм и интенсивности оптического излучения для SiФЭУ  $10^{-9} - 10^{-5}$  Вт/см<sup>2</sup>. На основании полученных результатов разработан уникальный прибор, который обладает высокой чувствительностью, при температуре  $233$  К и длине волны оптического излучения светодиода  $470$  нм, что позволяет регистрировать единичные фотоны.

В диссертационной работе Кочергиной О.И. показано, что фоновое оптическое излучение приводит к снижению отношения сигнал/шум исследованных SiФЭУ и, в результате, снижает пропускную способность оптического канала связи при реализации технологии *Li-Fi*. Получено, что передача данных прекращается при уровне фонового оптического излучения фотоприемника при  $40 - 100$  лк и выше, в зависимости от марки SiФЭУ. Показана возможность восстановления пропускной способности до  $30 - 40$  Мбит/с при уровне фонового оптического излучения  $100 - 400$  лк при использовании светофильтра с длиной волны, соответствующей максимуму спектральной чувствительности кремниевых фотоэлектронных умножителей.

Предложено устройство комбинированного датчика на основе кремниевых фотоэлектронных умножителей, позволяющего регистрировать температуру окружающей среды в интервале от  $233$  до  $313$  К и контролировать освещенность помещений или улиц от  $1$  лк и более.

Автореферат свидетельствует о высоком научном уровне диссертации, полученные результаты имеют, как научную, так и практическую ценность. В нем ясно отражены основные цели, задачи и методы исследования, полученные результаты и выводы, их новизна и значимость. Научные положения, представленные в диссертационной работе, прошли апробацию на международных конференциях и симпозиумах, опубликованы в ведущих научных журналах, индексируемых в международных наукометрических базах, а на оригинальные технические разработки автора получено 2 патента РФ, что подтверждает высокий научный уровень исследований, оригинальность и достоверность, полученных результатов.

Считаю, что заявленные в работе задачи успешно решены, а цель исследования достигнута. Результаты, полученные автором, имеют научную новизну. Положения, выносимые на защиту, соответствуют названию, целям, задачам и основному содержанию автореферата.

На основании автореферата **нельзя сделать замечаний**, которые могли бы снизить общую положительную оценку работы.

Автореферат написан грамотно, хорошо иллюстрирован, изложен последовательно и оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемым к кандидатским диссертациям. На основании вышеизложенного считаю, что диссертационная работа Кочергиной О.В. полностью соответствует критериям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявленным к кандидатским диссертациям, а ее автор Кочергина Ольга Викторовна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.27.01 – «Твердотельная электроника, радиоэлектронные компоненты, микро- и наноэлектроника, приборы на квантовых эффектах».

Отзыв составил:

Профессор кафедры «Направляющие телекоммуникационные среды» факультета Сети и Системы Связи МТУСИ,

доктор физико-математических наук





Казанцев С. Ю.

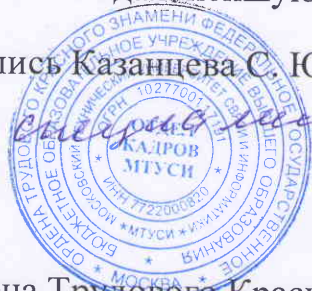
29 марта 2023 г.

E-mail: [s.i.kazantsev@mtuci.ru](mailto:s.i.kazantsev@mtuci.ru)

Я, Казанцев Сергей Юрьевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Подпись Казанцева С. Ю. удостоверяю



Ордена Трудового Красного Знамени федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский технический университет связи и информатики» (МТУСИ)

111024, г. Москва, улица Авиамоторная, 8а;

Тел.: (495)957-79-17, E-mail: [mtuci@mtuci.ru](mailto:mtuci@mtuci.ru)

<http://www.mtuci.ru/sveden/common/>

