

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации И.В. Кулинича «Микроэлектромеханический переключатель для сверхвысокочастотных широкополосных интегральных схем», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

Диссертация посвящена актуальному современному направлению это развитие микроэлектромеханических систем. Использование МЭМС в электронике позволяет снизить энергопотребление, повысить устойчивость к радиации, а также расширить функциональные возможности приборов. Созданные Кулиничем И.В. конструкторские и технологические решения, позволяют формировать на кристалле арсенида галлия микроэлектромеханические (МЭМС) устройства и традиционные СВЧ интегральные структуры в едином технологическом процессе.

Автором получены новые и полезные научные и практические результаты, состоящие в следующем.

- разработана СВЧ конструкция микроэлектромеханического ключа, и технология его изготовления на основе многослойных металлических и диэлектрических пленок, которая позволяет увеличить надежность и ресурс ключа по сравнению с конструкцией на основе однослойной металлизации;

- предложена и разработана технология корпусирования СВЧ МЭМ ключа на уровне пластины, полностью совместимая с GaAs технологией, не требующая специальных материалов и оборудования.

- разработан и исследован образец МЭМ ключа с металлизацией на основе пленок меди, изготовленный на GaAs подложке, электрические параметры которого превосходят параметры МЭМ ключей с традиционной металлизацией на основе пленок золота, изготавливаемые в промышленности.

Разработанные устройства были экспериментально исследованы с подтверждением соответствия расчётных и экспериментальных данных.

Представленная работа соответствует научной специальности 05.12.07 «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

К недостаткам работы можно отнести следующее:

- в автореферате не приводятся параметры коммутируемого тока и напряжения, разработанного ключа с металлизацией на основе пленок меди;

- на странице 20 автореферата указано, что время включения составляет 80 мксек. Возникает вопрос, можно ли использовать такой ключ в СВЧ диапазоне?;

- в качестве основной металлизации применяется медь, однако в автореферате не описаны способы защиты от окисления.

- разработанная технология не позволяет получать 100% выход годных приборов.

Указанные выше недостатки работы несколько снижают ее качество, однако, не затрагивают принципиальные научные результаты, полученные автором. Диссертационная работа И.В.Кулинича выполнена на высоком научном уровне.

Диссертационная работа Кулинича Ивана Владимировича на тему «Микроэлектромеханический переключатель для сверхвысокочастотных широкополосных интегральных схем», удовлетворяет требованиям пунктов 9 и 10 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, в части предъявления к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ – устройства и их технологии»

Отзыв составил:

Профессор отделения электронной инженерии Инженерной школы неразрушающего контроля и безопасности Национального исследовательского Томского политехнического университета, доктор технических наук, профессор г. Томск, пр. Ленина, 30, учебный корпус №5, офис 202, тел. +7(3822)606297, e-mail: [asoldatof@tpu.ru](mailto:asoldatof@tpu.ru)

Солдатов А.И.

«13» декабря 2019 г.

Подпись А.И.Солдатова удостоверяю,  
Ученый секретарь НИ ТПУ



Ананьева О.А.