

АО «Концерн ВКО «Алмаз – Антей»



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«Центральный научно-исследовательский  
радиотехнический институт имени академика А.И. Берга»

Новая Басманная ул., д. 20, стр.9, Москва, 107078

Тел. (499) 267-43-93 Факс (499) 267-21-43 Телеграф: ПАЛЬМА E-mail: post@cnirti.ru  
ОКПО 11487465, ОГРН 1167746458648, ИНН/КПП 9701039940/770101001

11.02.2019 № 112-21/10604

Ученому секретарю  
Диссертационного совета Д 212.268.01  
при ФГБОУ ВО «Томский  
государственный университет систем  
управления и радиозлектроники»

Манделю А.Е.

пр. Ленина, д. 40, г. Томск, 634050

Уважаемый Аркадий Евсеевич!

Направляю в Ваш адрес отзыв на автореферат диссертационной работы Кулинич Ивана Владимировича «Микроэлектромеханический переключатель для сверхвысокочастотных широкополосных интегральных схем», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

Приложение: отзыв на автореферат - в 2 экз. на 3 л. каждый.

*С уважением,*

Генеральный директор,  
Председатель Ученого совета,  
доктор технических наук, профессор

Г.И. Андреев

АО «Концерн ВКО «Алмаз – Антей»



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
**«Центральный научно-исследовательский  
радиотехнический институт имени академика А.И. Берга»**  
Новая Басманная ул., д. 20, стр.9, Москва, 107078  
Тел. (499) 267-43-93 Факс (499) 267-21-43 Телеграф: ПАЛЪМА E-mail: post@cnirti.ru  
ОКПО 11487465, ОГРН 1167746458648, ИНН/КПП 9701039940/770101001

11.12.2019 № МС-21/10607

**УТВЕРЖДАЮ**

Генеральный директор,

Председатель Ученого совета,

доктор технических наук, профессор

Г.И. Андреев

12 2019 г.



**ОТЗЫВ**

на автореферат диссертационной работы Кулинича Ивана Владимировича «Микроэлектромеханический переключатель для сверхвысокочастотных широкополосных интегральных схем», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

Актуальность темы диссертации Кулинича И.В. не вызывает сомнений. В настоящее время компонентная база СВЧ устройств основана на полупроводниковых приборах. Однако, имеющиеся недостатки полупроводниковых приборов создают ограничения при разработке и создании СВЧ систем с прогрессивными тактико-техническими характеристиками. В свою очередь, СВЧ устройства, созданные на основе электрических и механических явлений, лишены ряда недостатков полупроводниковых приборов. В диссертации Кулинича И.В. разработан СВЧ микроэлектромеханический (МЭМ) ключ и переключатель на его основе, позволяющий разрабатывать СВЧ монолитные интегральные схемы (МИС) в одном технологическом цикле, на единой подложке.

Наиболее значимыми научными результатами, полученными в диссертации, являются:

- разработка конструкции СВЧ МЭМ ключа на основе медной металлизации;
- разработка технологического процесса формирования СВЧ МЭМ ключа на основе технологического процесса формирования GaAs СВЧ МИС;
- создание оригинальной технологии корпусирования МЭМ ключа и СВЧ МИС на уровне пластины.

С точки зрения практической ценности надо отметить, что:

1. Применение технологии СВЧ МЭМ ключа позволило создать серийное производство GaAs СВЧ МИС, включающее СВЧ МЭМ ключи, в едином технологическом цикле.

2. Применение конструкции СВЧ МЭМ ключа позволило увеличить частотный диапазон GaAs СВЧ МИС, а также снизить себестоимость производства за счёт замены Au на Cu.

Результаты работы отражены в 14 научных трудах, в том числе в 3 статьях в периодических изданиях, входящих в перечень ВАК. Основные результаты диссертации докладывались на 5 международных и всероссийских научно-технических конференциях.

Судя по содержанию автореферата, диссертация соответствует паспорту специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

Направленность диссертации Кулинича И.В. связана с разработкой новых технологических решений и новой элементной базы для устройств СВЧ, заслуживает положительной оценки. Тем не менее, автореферат имеет некоторые недостатки, которые заключаются в том, что:

1. Отсутствует оценка температурного влияния на электрические и механические параметры МЭМ ключа.

2. В автореферате не приводится верификационная оценка механической модели с изготовленными образцами МЭМ ключей.

3. Отсутствуют измерения электрических параметров аттенюатора произведённого на основе СВЧ МЭМ ключей.

Указанные недостатки не снижают практической и теоретической значимости диссертационных исследований.

Судя по автореферату, диссертация Кулинича И. В. является самостоятельной завершённой научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научно-технической задачи.

По уровню актуальности, научной новизны и практической значимости диссертационная работа Кулинича И. В. на тему «Микроэлектромеханический переключатель для сверхвысокочастотных широкополосных интегральных схем»

удовлетворяет требованиям п. 9 постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842 «Положение о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Кулинич Иван Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

Заместитель начальника НИЦ

космических и авиационных систем РЭН,

кандидат технических наук

Максим Владимирович Фесенко

Место работы: АО "ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга"

Адрес: ул. Новая Басманная, д. 20, стр. 9, г. Москва, 107078.

Тел.: 499-267-43-93, e-mail: post@cnirti.ru

Подпись заместителя начальника НИЦ космических и авиационных систем РЭН, кандидата технических наук, Максима Владимировича Фесенко, заверяю:

Ученый секретарь Ученого совета,

кандидат технических наук



Е.В. Калябин

АО «Концерн ВКО «Алмаз – Антей»



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
**«Центральный научно-исследовательский  
радиотехнический институт имени академика А.И. Берга»**  
Новая Басманная ул., д. 20, стр.9, Москва, 107078  
Тел. (499) 267-43-93 Факс (499) 267-21-43 Телеграф: ПАЛЬМА E-mail: post@cnirti.ru  
ОКПО 11487465, ОГРН 1167746458648, ИНН/КПП 9701039940/770101001

11.12.2019 № 110-21/10604

## УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор,

Председатель Ученого совета,

доктор технических наук, профессор

Г.И. Андреев

2019 г.



## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Кулинича Ивана Владимировича «Микроэлектромеханический переключатель для сверхвысокочастотных широкополосных интегральных схем», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

Актуальность темы диссертации Кулинича И.В. не вызывает сомнений. В настоящее время компонентная база СВЧ устройств основана на полупроводниковых приборах. Однако, имеющиеся недостатки полупроводниковых приборов создают ограничения при разработке и создании СВЧ систем с прогрессивными тактико-техническими характеристиками. В свою очередь, СВЧ устройства, созданные на основе электрических и механических явлений, лишены ряда недостатков полупроводниковых приборов. В диссертации Кулинича И.В. разработан СВЧ микроэлектромеханический (МЭМ) ключ и переключатель на его основе, позволяющий разрабатывать СВЧ монолитные интегральные схемы (МИС) в одном технологическом цикле, на единой подложке.

Наиболее значимыми научными результатами, полученными в диссертации, являются:

- разработка конструкции СВЧ МЭМ ключа на основе медной металлизации;
- разработка технологического процесса формирования СВЧ МЭМ ключа на основе технологического процесса формирования GaAs СВЧ МИС;
- создание оригинальной технологии корпусирования МЭМ ключа и СВЧ МИС на уровне пластины.

С точки зрения практической ценности надо отметить, что:

1. Применение технологии СВЧ МЭМ ключа позволило создать серийное производство GaAs СВЧ МИС, включающее СВЧ МЭМ ключи, в едином технологическом цикле.

2. Применение конструкции СВЧ МЭМ ключа позволило увеличить частотный диапазон GaAs СВЧ МИС, а также снизить себестоимость производства за счёт замены Au на Cu.

Результаты работы отражены в 14 научных трудах, в том числе в 3 статьях в периодических изданиях, входящих в перечень ВАК. Основные результаты диссертации докладывались на 5 международных и всероссийских научно-технических конференциях.

Судя по содержанию автореферата, диссертация соответствует паспорту специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ устройства и их технологии.

Направленность диссертации Кулинича И.В. связана с разработкой новых технологических решений и новой элементной базы для устройств СВЧ, заслуживает положительной оценки. Тем не менее, автореферат имеет некоторые недостатки, которые заключаются в том, что:

1. Отсутствует оценка температурного влияния на электрические и механические параметры МЭМ ключа.

2. В автореферате не приводится верификационная оценка механической модели с изготовленными образцами МЭМ ключей.

3. Отсутствуют измерения электрических параметров аттенюатора произведённого на основе СВЧ МЭМ ключей.

Указанные недостатки не снижают практической и теоретической значимости диссертационных исследований.

Судя по автореферату, диссертация Кулинича И. В. является самостоятельной завершённой научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научно-технической задачи.

По уровню актуальности, научной новизны и практической значимости диссертационная работа Кулинича И. В. на тему «Микроэлектромеханический переключатель для сверхвысокочастотных широкополосных интегральных схем»

удовлетворяет требованиям п. 9 постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842 «Положение о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Кулинич Иван Владимирович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.

Заместитель начальника НИЦ  
космических и авиационных систем РЭН,  
кандидат технических наук

Максим Владимирович Фесенко

Место работы: АО "ЦНИРТИ им. академика А.И. Берга"

Адрес: ул. Новая Басманная, д. 20, стр. 9, г. Москва, 107078.

Тел.: 499-267-43-93, e-mail: post@cnirti.ru

Подпись заместителя начальника НИЦ космических и авиационных систем РЭН,  
кандидата технических наук, Максима Владимировича Фесенко, заверяю:

Ученый секретарь Ученого совета  
кандидат технических наук



Е.В. Калябин