

«УТВЕРЖДАЮ»

Зам генерального директора по НИОКР

АО «Научно-производственная фирма

«Микран»



А.А. Меньшиков

«10 октября» 2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Акционерного общества «Научно-производственная фирма "Микран»
по диссертации Коноваленко Максима Олеговича
«Гибридная система питания антенных решёток для малогабаритных
радиолокационных станций»

Диссертация по теме «Гибридная система питания антенных решёток для малогабаритных радиолокационных станций» выполнена в ТУСУР и АО «Научно-производственная фирма «Микран». Соискатель Коноваленко Максим Олегович является инженером 1 категории отдела пассивных устройств департамента СВЧ электроники АО "НПФ "Микран".

Научный руководитель – Буянов Юрий Иннокентьевич, кандидат физико-математических наук, доцент НИ ТГУ.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

Оценка выполненной соискателем работы

Диссертация Коноваленко М.О. является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задач, имеющих важное значение для технических наук, а именно:

Осуществлены разработка и исследование гибридной системы питания планарных широкополосных антенных решёток с повышенным уровнем КПД и значением первого бокового лепестка не более -25 дБ, пригодных для использования в малогабаритных РЛС вплоть до К-диапазона частот. При этом решены задачи:

1. Определение и выбор амплитудного распределения, обеспечивающего практически ожидаемый уровень боковых лепестков по заданному критерию.

2. Расчёт геометрических размеров антенной решётки, обеспечивающих заданные направленные свойства в каждой плоскости с допуском на возможную неточность получения итогового результата

3. Разработка антенного элемента решётки, пригодного для печатного исполнения.

4. Разработка печатной платы антенной решётки и расчёт её топологии.

5. Разработка волноводной неравновесной системы деления в Н-плоскости с переходом на печатную топологию антенной решётки.

6. Расчёт и моделирование антенной системы, состоящей из передающей и приемной антенных решёток с уровнем развязки не менее -50 дБ, расположенных в общей плоскости.

7. Практическая реализация планарной антенной системы с последующим измерением её S-параметров, диапазонных и направленных характеристик.

Личное участие автора в получении результатов

Диссертация является итогом исследований автора, проводившихся совместно с сотрудниками АО «НПФ «Микран» и ТУСУР. Основные результаты диссертации, представленные в защищаемых научных положениях, получены лично автором. Проведены все необходимые теоретические, численные расчёты и эксперименты для получения соответствующих эмпирических данных. Обработка и анализ результатов обсуждались с научным руководителем.

При прямом участии автора пройдены все этапы составления конструкторской документации (КД) для производства необходимых деталей, сборочных единиц и завершения реализации законченной антенной системы малогабаритной РЛС серийного выпуска.

Степень достоверности результатов работы

Достоверность первого научного положения доказана результатами расчётов, численного моделирования и экспериментальных исследований.

Второе научное положение подтверждено совпадением заданной реализации амплитудного распределения и рассчитанной путём численного моделирования. Измеренная ДН повторяет форму и свои числовые параметры во всей рабочей полосе частот, обусловленной диапазонными свойствами исследуемой гибридной системы питания решёток.

Третье научное положение подтверждено результатами измерений диапазонных и направленных свойств разработанной антенной системы малогабаритной РЛС X-диапазона.

Все результаты, полученные в ходе работы, объединены рядом теоретических оценок и более строгих расчётов, полученных аналитическими и чис-

ленными методами соответственно, а также измеренными параметрами в ходе экспериментальных исследований в ближней и дальней зоне.

Научная новизна диссертации

1) Переход от линейной микрополосковой излучающей структуры к коллинеарной щелевой излучающей структуре позволяет дополнительно увеличить коэффициент усиления такой системы до 3 дБ.

2) Использование в распределительной системе волноводного направленного ответвителя с инвертированными прямым и побочным каналами позволяет добиться частотной неравномерности амплитудного взвешивания не более 0,3 дБ и стабильности разности фаз коэффициентов передачи не хуже $\pm 3,0^\circ$ во всей выделенной полосе 300 МГц, занимаемой радаром.

3) Гибридная система питания позволяет обеспечить полосу пропускания антенной решётки с КПД не менее 0,7 для малогабаритных радаров, использующих широкополосные зондирующие сигналы.

Практическая значимость

Наиболее важное практическое значение имеет разработка для малогабаритной РЛС серийного выпуска планарной антенной системы X-диапазона, которая обеспечивает уровень первого бокового лепестка не более -25 дБ в E-плоскости, коэффициент усиления не менее 28,5 дБ при ширине луча $(4,0 \times 7,5)^\circ$.

Предложенная гибридная система питания с совмещением печатной и волноводной реализации позволяет существенно снизить общие энергетические потери, особенно для микрополосковых антенных решёток размером более десяти длин волн, где основной вклад в уменьшение КПД вносит система деления, расположенная на диэлектрической подложке.

Ряд полученных частных результатов также важны при создании гибридных систем питания антенных решёток для малогабаритных радиолокационных станций:

1) Применение коллинеарной щелевой топологии для реализации печатной двухмерной антенной решётки позволяет использовать прямолинейную возбуждающую структуру без использования разветвлений.

2) Применение коллинеарной щелевой топологии упрощает реализацию её возбуждения относительно эквивалентной микрополосковой структуры ввиду отсутствия необходимости введения симметрирующего устройства.

3) Использование технологии печатных плат и волноводной системы деления позволяет с высокой повторяемостью получать заданные характеристики антенной решётки без необходимости проведения электрических измерений, что в свою очередь снижает себестоимость серийного продукта при условии высокого качества сборки.

Ценность научных работ соискателя

Научные работы соискателя имеют высокую ценность. Она подтверждается публикациями и использованием их результатов в ОКР и НИР.

1) Разработанная планарная антенная решётка X-диапазона с гибридной системой питания входит в состав антенной системы мобильного радара контроля и охраны периметра «Hunter» производства АО «НПФ «Микран».

2) При проведении прикладных исследований и экспериментальной разработке «Создание на основе собственной СВЧ элементной базы системы мониторинга верхней полусферы охраняемых объектов для предотвращения несанкционированного проникновения сверхмалоразмерных летательных аппаратов типа "дрон" (соглашение № 14.577.21.0188 от 27.10.2014, ID RFMEFI57715X0188) проведен численный расчет ЭПР реального беспилотного летательного аппарата. Эти результаты позволяют оценить возможности мобильного радара контроля и охраны периметра «Hunter» производства АО «НПФ «Микран» в решении задачи обнаружении малоразмерных целей.

3) В процессе выполнения прикладных исследований и экспериментальной разработки по теме «Прикладные исследования и экспериментальная разработка многочастотных радиолокационных станций дистанционного зондирования Земли на платформах легкомоторной и беспилотной авиации для решения задач мониторинга и противодействия техногенным и биогенным угрозам» (соглашение 14.577.21.0279 от 26.09.2017, идентификатор RFMEFI57717X0279) разработаны методики измерений антенных решёток для малогабаритных радиолокационных станций в дальней и ближней зонах. Их применение позволяет получать экспериментальные данные о характеристиках антенных решеток с высокой степенью достоверности.

4) Предложенный тип непрерывной щелевой полосковой структуры стоячей волной с множественными точками включения последовательного питания использован при проектировании и реализации печатной антенной решётки K-диапазона дорожного радара разработки АО «НПФ «Микран».

Специальность, которой соответствует диссертация

Выполненная работа соответствует паспорту специальности 05.12.07 "Антенны, СВЧ-устройства и их технологии", относится к областям:

п.1 – Исследование характеристик антенн и СВЧ-устройств для их оптимизации и модернизации, что позволяет осваивать новые частотные диапазоны, обеспечивать электромагнитную совместимость, создавать высокоэффективную технологию и т. д.;

п. 2 – Исследование и разработка новых антенных систем, активных и пассивных устройств СВЧ, в том числе управляющих, фазирующих, экранирующих и других, с существенно улучшенными параметрами;

п. 9 – Разработка методов проектирования и оптимизации антенных систем и СВЧ устройств широкого применения.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных автором

Результаты исследований опубликованы в 13 работах, в том числе: 5-ти статьях в журналах из перечня ВАК; 3 работы в сборниках международных конференций, 2 из которых проиндексированы в Scopus, 1 работа в сборнике трудов всероссийской конференции, 2 патента на полезную модель, 2 отчета о ПНИЭР.

Перечень публикаций:

Статьи в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК

1. Коноваленко М.О. Микрополосковая коллинеарная антенна / **М.О. Коноваленко**, Ю.И. Буянов // Журнал радиоэлектроники. – 2012. – №2. – 6 с., (eISSN: 1684-1719).

2. Буянов Ю.И. Микрополосковая коллинеарная антенна / Ю.И. Буянов, **М.О. Коноваленко** // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2010. – Т.53. – №9/2. – С. 64- 65, (ISSN: 0021-3411).

3. Коноваленко М.О. Диапазонные свойства антенных решёток с последовательно-параллельным возбуждением / **М.О. Коноваленко**, Ю.И. Буянов // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – Т.56. – №8/2. – С. 130-133, (ISSN: 0021-3411).

4. Коноваленко М.О. Программно-аппаратный комплекс для измерения параметров линейных антенных решёток X-диапазона / **М.О. Коноваленко**, Ю.И. Буянов, А.В. Христенко // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2015. – Т.58. – №8/2. – С. 68-71, (ISSN: 0021-3411).

5. Khristenko A.V. Magnitude and Spectrum of Electromagnetic Wave Scattered by Small Quadcopter in X-Band / A.V. Khristenko, **М.О. Konovalenko**, M.E. Rovkin [et al] // IEEE Trans. on Antennas and Propagation. – 2018. – Vol. 66, no. 4. – PP. 1977-1984, (DOI: 10.1109/TAP.2018.2800640, *Web of Science Core Collection, Q1*).

Доклады в сборниках трудов международных конференций

6. Коноваленко М.О. Способ калибровки конформной антенной решётки по измерениям комплексных амплитуд поля в ближней зоне / **М.О. Коноваленко**, А.В. Христенко, А.В. Самотугин // Материалы 28-ой Международной Крымской конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии». – Севастополь, 2018. – Т3. – С. 533-539.

7. Khristenko A.V. Magnitude and Spectrum of Electromagnetic Wave Scattered by Small UAVs / A.V. Khristenko, **М.О. Konovalenko**, M.E. Rovkin [et al] //

XIII International Siberian Conference on Control and Communications, (SIBCON 2017). – Astana, 2017. – PP. 217-221, (DOI: 10.1109/SIBCON.2017.7998472, *Web of Science Core Collection, Scopus*).

8. Rovkin M.E. Radar Detection of Small-Size UAVs / M.E. Rovkin, V.A. Khlusov, **М.О. Коноваленко** [et al] // Proceedings – 2018 Ural Symposium on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology, (USBEREIT 2018). – Yekaterinburg, 2018. –PP. 371-374. (DOI: 10.1109/USBEREIT.2018.8384626; *Scopus*).

Доклады в сборниках трудов всероссийских конференций

9. Коноваленко М.О. Микрополосковая антенная решётка для радиолокатора речных судов / **М.О. Коноваленко**, Ю.И. Буянов // Информационно-измерительная техника и технологии. Сб. научн. тр. – Томск: НИ ТПУ – 2011. – №2. – С. 96-97.

Патенты

10. Патент на полезную модель №163383 Российская Федерация, МПК H01Q 21/00. Сверхширокополосный облучатель с высоким коэффициентом эллиптичности / Ю.И. Буянов, **М.О. Коноваленко**, О.Ю. Сваровский; заявитель и патентообладатель АО «НПФ «Микран». – Оpubл. 20.07.2016, Бюл. №20.

11. Патент на полезную модель №163406 Российская Федерация, МПК H01Q 21/00. Сверхширокополосный облучатель с высоким коэффициентом эллиптичности / Ю.И. Буянов, **М.О. Коноваленко**, О.Ю. Сваровский; заявитель и патентообладатель АО «НПФ «Микран». – Оpubл. 20.07.2016, Бюл. №20.

Отчёты НИР

12. Создание на основе собственной СВЧ элементной базы системы мониторинга верхней полусферы охраняемых объектов для предотвращения несанкционированного проникновения сверхмалоразмерных летательных аппаратов (типа «дрон») в охраняемую зону: отчёт о ПНИЭР (промежуточный, этап 2, часть 1) / ТУСУР; рук. В.А. Хлусов; Исполн.: **М.О. Коноваленко** (разд. 1, С. 17-92), Д.М. Носов, А.В. Христенко [и др.]. – Томск, 2016. – 205 с. – ГР № АААА-А15-115123010010-3. – Соглашение № 14.577.21.0188 от 27.10.2014.

13. Прикладные исследования и экспериментальная разработка многочастотных радиолокационных станций дистанционного зондирования Земли на платформах легкомоторной и беспилотной авиации для решения задач мониторинга и противодействия техногенным и биогенным угрозам. По теме: изго-

товление макета РСА ДЗЗ, проведение предварительных экспериментальных исследований: отчет о ПНИЭР (промежуточный, этап 2) / ТУСУР; рук. М.Е. Ровкин; исполн.: Н.Д. Малютин, М.О. Коноваленко (разд. 9), В.А. Хлусов [и др.]. – Томск, 2018. – В 2-х кн. – С. 211-232. Г.р. АААА-А17-117192750005-3. – Соглашение №14.577.21.0279 от 26.09.2017, идентификатор RFMEFI57717X0279.


ПОСТАНОВИЛИ:

Диссертация Коноваленко Максима Олеговича по теме «Гибридная система питания антенных решёток для малогабаритных радиолокационных станций», выполненная в ТУСУРе и АО «Научно-производственная фирма «Микран», рекомендуется к защите в диссертационном совете Д 212.268.01 на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 "Антенны, СВЧ-устройства и их технологии".

Заключение принято на семинаре ДСВЧЭ АО "НПФ "Микран".

Присутствовало на заседании 14 чел. Результаты голосования: «за» – 14 чел., «против» нет, «воздержалось» нет, протокол от 07 октября 2019 г.

Председатель семинара, к.т.н.,
начальник НТО ДСВЧ


Ровкин М.Е.

Секретарь НТС, к.т.н.


Дмитриченко Д.В.

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по НР и инновациям
Томского государственного университета
систем управления и радиоэлектроники,

к.т.н., доцент

А.Г. Лоцилов



« 10 » октябрь 2019 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР) по диссертации Коноваленко Максима Олеговича «Гибридная система питания антенных решёток для малогабаритных радиолокационных станций»

Диссертация по теме «Гибридная система питания антенных решёток для малогабаритных радиолокационных станций» выполнена в ТУСУР и АО «Научно-производственная фирма «Микран». Соискатель Коноваленко Максима Олеговича является инженером НИИ Систем электрической связи ТУСУР.

Научный руководитель – Буянов Юрий Иннокентьевич, кандидат физико-математических наук, доцент НИ ТГУ.

По итогам обсуждения принято следующее заключение.

Оценка выполненной соискателем работы

Диссертация Коноваленко М.О. является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задач, имеющих важное значение для технических наук, а именно:

Осуществлены разработка и исследование гибридной системы питания планарных широкополосных антенных решёток с повышенным уровнем КПД и значением первого бокового лепестка не более -25 дБ, пригодных для использования в малогабаритных РЛС вплоть до К-диапазона частот. При этом решены задачи:

1. Определение и выбор амплитудного распределения, обеспечивающего практически ожидаемый уровень боковых лепестков по заданному критерию.

2. Расчёт геометрических размеров антенной решётки, обеспечивающих заданные направленные свойства в каждой плоскости с допуском на возможную неточность получения итогового результата.

3. Разработка антенного элемента решётки, пригодного для печатного исполнения.

4. Разработка печатной платы антенной решётки и расчёт её топологии.

5. Разработка волноводной неравновесной системы деления в H-плоскости с переходом на печатную топологию антенной решётки.

6. Расчёт и моделирование антенной системы, состоящей из передающей и приемной антенных решёток с уровнем развязки не менее -50 дБ, расположенных в общей плоскости.

7. Практическая реализация планарной антенной системы с последующим измерением её S-параметров, диапазонных и направленных характеристик.

Личное участие автора в получении результатов

Диссертация является итогом исследований автора, проводившихся совместно с сотрудниками АО «НПФ «Микран» и ТУСУР. Основные результаты диссертации, представленные в защищаемых научных положениях, получены лично автором. Проведены все необходимые теоретические, численные расчёты и эксперименты для получения соответствующих эмпирических данных. Обработка и анализ результатов обсуждались с научным руководителем.

При прямом участии автора пройдены все этапы составления конструкторской документации (КД) для производства необходимых деталей, сборочных единиц и завершения реализации законченной антенной системы малогабаритной РЛС серийного выпуска.

Степень достоверности результатов работы

Достоверность первого научного положения доказана результатами расчётов, численного моделирования и экспериментальных исследований.

Второе научное положение подтверждено совпадением заданной реализации амплитудного распределения и рассчитанной путём численного моделирования. Измеренная ДН повторяет форму и свои числовые параметры во всей рабочей полосе частот, обусловленной диапазонными свойствами исследуемой гибридной системы питания решёток.

Третье научное положение подтверждено результатами измерений диапазонных и направленных свойств разработанной антенной системы малогабаритной РЛС X-диапазона.

Все результаты, полученные в ходе работы, объединены рядом теоретических оценок и более строгих расчётов, полученных аналитическими и чис-

ленными методами соответственно, а также измеренными параметрами в ходе экспериментальных исследований в ближней и дальней зоне.

Научная новизна диссертации

1) Переход от линейной микрополосковой излучающей структуры к коллинеарной щелевой излучающей структуре позволяет дополнительно увеличить коэффициент усиления такой системы до 3 дБ.

2) Использование в распределительной системе волноводного направленного ответвителя с инвертированными прямым и побочным каналами позволяет добиться частотной неравномерности амплитудного взвешивания не более 0,3 дБ и стабильности разности фаз коэффициентов передачи не хуже $\pm 3,0^\circ$ во всей выделенной полосе 300 МГц, занимаемой радаром.

3) Гибридная система питания позволяет обеспечить полосу пропускания антенной решётки с КПД не менее 0,7 для малогабаритных радаров, использующих широкополосные зондирующие сигналы.

Практическая значимость

Наиболее важное практическое значение имеет разработка для малогабаритной РЛС серийного выпуска планарной антенной системы X-диапазона, которая обеспечивает уровень первого бокового лепестка не более -25 дБ в E-плоскости, коэффициент усиления не менее 28,5 дБ при ширине луча $(4,0 \times 7,5)^\circ$.

Предложенная гибридная система питания с совмещением печатной и волноводной реализации позволяет существенно снизить общие энергетические потери, особенно для микрополосковых антенных решёток размером более десяти длин волн, где основной вклад в уменьшение КПД вносит система деления, расположенная на диэлектрической подложке.

Ряд полученных частных результатов также важны при создании гибридных систем питания антенных решёток для малогабаритных радиолокационных станций:

1) Применение коллинеарной щелевой топологии для реализации печатной двухмерной антенной решётки позволяет использовать прямолинейную возбуждающую структуру без использования разветвлений.

2) Применение коллинеарной щелевой топологии упрощает реализацию её возбуждения относительно эквивалентной микрополосковой структуры ввиду отсутствия необходимости введения симметрирующего устройства.

3) Использование технологии печатных плат и волноводной системы деления позволяет с высокой повторяемостью получать заданные характеристики антенной решётки без необходимости проведения электрических измерений, что в свою очередь снижает себестоимость серийного продукта при условии высокого качества сборки.

Ценность научных работ соискателя

Научные работы соискателя имеют высокую ценность. Она подтверждается публикациями и использованием их результатов в ОКР и НИР.

1) Разработанная планарная антенная решётка X-диапазона с гибридной системой питания входит в состав антенной системы мобильного радара контроля и охраны периметра «Hunter» производства АО «НПФ «Микран».

2) При проведении прикладных исследований и экспериментальной разработке «Создание на основе собственной СВЧ элементной базы системы мониторинга верхней полусферы охраняемых объектов для предотвращения несанкционированного проникновения сверхмалоразмерных летательных аппаратов типа "дрон" (соглашение № 14.577.21.0188 от 27.10.2014, ID RFMEFI57715X0188) проведен численный расчет ЭПР реального беспилотного летательного аппарата. Эти результаты позволяют оценить возможности мобильного радара контроля и охраны периметра «Hunter» производства АО «НПФ «Микран» в решении задачи обнаружении малоразмерных целей.

3) В процессе выполнения прикладных исследований и экспериментальной разработки по теме «Прикладные исследования и экспериментальная разработка многочастотных радиолокационных станций дистанционного зондирования Земли на платформах легкомоторной и беспилотной авиации для решения задач мониторинга и противодействия техногенным и биогенным угрозам» (соглашение 14.577.21.0279 от 26.09.2017, идентификатор RFMEFI57717X0279) разработаны методики измерений антенных решёток для малогабаритных радиолокационных станций в дальней и ближней зонах. Их применение позволяет получать экспериментальные данные о характеристиках антенных решеток с высокой степенью достоверности.

4) Предложенный тип непрерывной щелевой полосковой структуры стоячей волной с множественными точками включения последовательного питания использован при проектировании и реализации печатной антенной решётки K-диапазона дорожного радара разработки АО «НПФ «Микран».

Специальность, которой соответствует диссертация

Выполненная работа соответствует паспорту специальности 05.12.07 Антенны, СВЧ устройства и их технологии, относится к областям:

п.1 – Исследование характеристик антенн и СВЧ-устройств для их оптимизации и модернизации, что позволяет осваивать новые частотные диапазоны, обеспечивать электромагнитную совместимость, создавать высокоэффективную технологию и т. д.;

п. 2 – Исследование и разработка новых антенных систем, активных и пассивных устройств СВЧ, в том числе управляющих, фазирующих, экранирующих и других, с существенно улучшенными параметрами;

п. 9 – Разработка методов проектирования и оптимизации антенных систем и СВЧ устройств широкого применения.

Полнота изложения материалов диссертации в работах, опубликованных автором

Результаты исследований опубликованы в 13 работах, в том числе: 5-ти статьях в журналах из перечня ВАК; 3 работы в сборниках международных конференций, 2 из которых проиндексированы в Scopus, 1 работа в сборнике трудов всероссийской конференции, 2 патента на полезную модель, 2 отчета о ПНИЭР.

Перечень публикаций:

Статьи в рецензируемых научных журналах из перечня ВАК

1. Коноваленко М.О. Микрополосковая коллинеарная антенна / **М.О. Коноваленко**, Ю.И. Буянов // Журнал радиоэлектроники. – 2012. – №2. – 6 с., (eISSN: 1684-1719).

2. Буянов Ю.И. Микрополосковая коллинеарная антенна / Ю.И. Буянов, **М.О. Коноваленко** // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2010. – Т.53. – №9/2. – С. 64- 65, (ISSN: 0021-3411).

3. Коноваленко М.О. Диапазонные свойства антенных решёток с последовательно-параллельным возбуждением / **М.О. Коноваленко**, Ю.И. Буянов // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2013. – Т.56. – №8/2. – С. 130-133, (ISSN: 0021-3411).

4. Коноваленко М.О. Программно-аппаратный комплекс для измерения параметров линейных антенных решёток X-диапазона / **М.О. Коноваленко**, Ю.И. Буянов, А.В. Христенко // Известия высших учебных заведений. Физика. – 2015. – Т.58. – №8/2. – С. 68-71, (ISSN: 0021-3411).

5. Khristenko A.V. Magnitude and Spectrum of Electromagnetic Wave Scattered by Small Quadcopter in X-Band / A.V. Khristenko, **М.О. Konovalenko**, M.E. Rovkin [et al] // IEEE Trans. on Antennas and Propagation. – 2018. – Vol. 66, no. 4. – PP. 1977-1984, (DOI: 10.1109/TAP.2018.2800640, *Web of Science Core Collection, Q1*).

Доклады в сборниках трудов международных конференций

6. Коноваленко М.О. Способ калибровки конформной антенной решётки по измерениям комплексных амплитуд поля в ближней зоне / **М.О. Коноваленко**, А.В. Христенко, А.В. Самотугин // Материалы 28-ой Международной Крымской конференции «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии». – Севастополь, 2018. – Т3. – С. 533-539.

7. Khristenko A.V. Magnitude and Spectrum of Electromagnetic Wave Scattered by Small UAVs / A.V. Khristenko, **М.О. Konovalenko**, M.E. Rovkin [et al] //

XIII International Siberian Conference on Control and Communications, (SIBCON 2017). – Astana, 2017. – PP. 217-221, (DOI: 10.1109/SIBCON.2017.7998472, *Web of Science Core Collection, Scopus*).

8. Rovkin M.E. Radar Detection of Small-Size UAVs / M.E. Rovkin, V.A. Khlusov, **M.O. Konovalenko** [et al] // Proceedings – 2018 Ural Symposium on Biomedical Engineering, Radioelectronics and Information Technology, (USBEREIT 2018). – Yekaterinburg, 2018. –PP. 371-374. (DOI: 10.1109/USBEREIT.2018.8384626, *Scopus*).

Доклады в сборниках трудов всероссийских конференций

9. Коноваленко М.О. Микрополосковая антенная решётка для радиолокатора речных судов / **М.О. Коноваленко**, Ю.И. Буянов // Информационно-измерительная техника и технологии. Сб. научн. тр. – Томск: НИ ТПУ – 2011. – №2. – С. 96-97.

Патенты

10. Патент на полезную модель №163383 Российская Федерация, МПК H01Q 21/00. Сверхширокополосный облучатель с высоким коэффициентом эллиптичности / Ю.И. Буянов, **М.О. Коноваленко**, О.Ю. Сваровский; заявитель и патентообладатель АО «НПФ «Микран». – Оpubл. 20.07.2016, Бюл. №20.

11. Патент на полезную модель №163406 Российская Федерация, МПК H01Q 21/00. Сверхширокополосный облучатель с высоким коэффициентом эллиптичности / Ю.И. Буянов, **М.О. Коноваленко**, О.Ю. Сваровский; заявитель и патентообладатель АО «НПФ «Микран». – Оpubл. 20.07.2016, Бюл. №20.

Отчёты НИР

12. Создание на основе собственной СВЧ элементной базы системы мониторинга верхней полусферы охраняемых объектов для предотвращения несанкционированного проникновения сверхмалоразмерных летательных аппаратов (типа «дрон») в охраняемую зону: отчёт о ПНИЭР (промежуточный, этап 2, часть 1) / ТУСУР; рук. В.А. Хлусов; Исполн.: **М.О. Коноваленко (разд. 1, С. 17-92)**, Д.М. Носов, А.В. Христенко [и др.]. – Томск, 2016. – 205 с. – ГР № АААА-А15-115123010010-3. – Соглашение № 14.577.21.0188 от 27.10.2014.

13. Прикладные исследования и экспериментальная разработка многочастотных радиолокационных станций дистанционного зондирования Земли на платформах легкомоторной и беспилотной авиации для решения задач мониторинга и противодействия техногенным и биогенным угрозам. По теме: изго-

товление макета РСА ДЗЗ, проведение предварительных экспериментальных исследований: отчет о ПНИЭР (промежуточный, этап 2) / ТУСУР; рук. М.Е. Ровкин; исполн.: Н.Д. Малютин, М.О. Коноваленко (разд. 9), В.А. Хлусов [и др.]. – Томск, 2018. – В 2-х кн. – С. 211-232. Г.р. АААА-А17-117192750005-3. – Соглашение №14.577.21.0279 от 26.09.2017, идентификатор RFMEFI57717X0279..


ПОСТАНОВИЛИ:

Диссертация Коноваленко Максима Олеговича по теме «Гибридная система питания антенных решёток для малогабаритных радиолокационных станций», выполненная в ТУСУРе и АО «Научно-производственная фирма «Микран», рекомендуется к защите в диссертационном совете Д 212.268.01 на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.


Заключение принято на объединенном семинаре кафедры СВЧ и КР, НИИ СЭС.

Присутствовало на заседании 14 чел. Результаты голосования: «за» – 14 чел., «против» нет, «воздержалось» нет, протокол от 07 октября 2019 г.

Председатель семинара д.ф.-м.н.,
проф. каф. СВЧ и КР


Гошин Г.Г.

Секретарь семинара, к.т.н.,
доц. каф. СВЧ и КР


Перин А.С.