

## ОТЗЫВ

отечественного научного руководителя  
на диссертационную работу Мейрамбекұлы Нұрсұлтан  
**«МНОГОДИАПАЗОННАЯ АНТЕННА ДЛЯ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ  
АППАРАТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ»**,  
представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности  
«6D071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации»

В настоящее время в космической сфере одним из популярных технологий является стандарт CubeSat. Из-за малых размеров и веса, которые составляют 10 см × 10 см × 10 см и до 1,3 кг для формата 1U, эти крошечные аппараты исполняют большие миссии. Размер при этом меняется кратно, 10 см × 10 см × 20 см для 2U и 10 см × 10 см × 30 см для формата 3U и т.д. При этом и самый большой недостаток данной технологии выходит из малых размеров данных наноспутников. Из-за ограниченности размеров сложно поместить объемные устройства полезной нагрузки на борт космического аппарата. В наноспутниках дистанционного зондирования Земли в основном используются камеры съемки земной поверхности и данные передаются отдельными высокоскоростными каналами связи. Наличие данных особенностей дает еще больше мотивации научному сообществу в поиске эффективных подсистем для данных спутников.

Диссертация Мейрамбекұлы Н. посвящена разработке, созданию и экспериментальному исследованию новых антенных систем интегрированные с камерой наноспутника дистанционного зондирования Земли.

В первом разделе диссертации представлен краткий обзор современных космических аппаратов. Проанализированы размеры, характеристики, диапазоны работ и использованные решения.

Во втором разделе проведен анализ антенных систем для малых космических аппаратов. Рассмотрены решения предложенные другими авторами по теме, проанализированы методы достижения многодиапазонных, широкополосных и интегрированных антенн, а также рассмотрены антенны для малых космических аппаратов имеющиеся на рынке.

В третьем разделе описан процесс моделирования новых антенных систем для малых космических аппаратов с функцией интегрирования с камерой наноспутника путем апертурного совмещения. Описаны методы исследования, экспериментальные комплексы и оборудование используемые в исследовании.

В четвертом разделе изложены результаты исследования. Полученные данные теоретических расчетов, компьютерной симуляции и экспериментальных измерений были проанализированы и проведен сравнительный анализ, сделаны выводы.

Результаты, полученные в данной диссертации, важны для развития космической отрасли в целом, и развития эффективных антенн в частности. Они будут весьма полезны для развития антенных систем и для других технологий.

Диссертационная работа Мейрамбекұлы Н. выполнена в соответствии с планами прикладных научно-исследовательских работ КН МОН РК по теме «Разработка и создание антенн S и X диапазонов для наноспутников CubeSat дистанционного зондирования Земли», №АР09057984 по приоритету: «Информационные, коммуникационные и космические технологии».

Полученные результаты в настоящей диссертационной работе отражены в соответствующих публикациях Мейрамбекұлы Н. По основным результатам диссертационной работы опубликованы 9 печатных работ: 3 в журналах из перечня КОКСОН МОН РК для опубликования основных результатов диссертации на соискание ученой степени PhD и 2 статьи в журналах дальнего зарубежья с импакт-фактором, входящих в международный информационный ресурс Web of Science (Clarivate Analytics, США) и Scopus (Elsevier, Нидерланды); 4 работ в материалах Международных научных конференций.

Считаю, что диссертационная работа Мейрамбекұлы Н. «МНОГОДИАПАЗОННАЯ АНТЕННА ДЛЯ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ», соответствует квалификационным требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии, а его автор заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности «6D071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации».

**Научный руководитель  
PhD, ген. директор КИиНТ  
КазНУ имени аль-Фараби**



**А.А. Темирбаев**

ҚОЛТАҢБАСЫН  
РАСТАЙМЫН  
ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

## ОТЗЫВ

отечественного научного руководителя  
на диссертационную работу Мейрамбекұлы Нұрсұлтан  
**«МНОГОДИАПАЗОННАЯ АНТЕННА ДЛЯ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ  
АППАРАТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ»**,  
представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности  
«6D071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации»

В настоящее время в космической сфере одним из популярных технологий является стандарт CubeSat. Из-за малых размеров и веса, которые составляют 10 см × 10 см × 10 см и до 1,3 кг для формата 1U, эти крошечные аппараты исполняют большие миссии. Размер при этом меняется кратно, 10 см × 10 см × 20 см для 2U и 10 см × 10 см × 30 см для формата 3U и т.д. При этом и самый большой недостаток данной технологии выходит из малых размеров данных наноспутников. Из-за ограниченности размеров сложно поместить объемные устройства полезной нагрузки на борт космического аппарата. В наноспутниках дистанционного зондирования Земли в основном используются камеры съемки земной поверхности и данные передаются отдельными высокоскоростными каналами связи. Наличие данных особенностей дает еще больше мотивации научному сообществу в поиске эффективных подсистем для данных спутников.

Диссертация Мейрамбекұлы Н. посвящена разработке, созданию и экспериментальному исследованию новых антенных систем интегрированные с камерой наноспутника дистанционного зондирования Земли.

В первом разделе диссертации представлен краткий обзор современных космических аппаратов. Проанализированы размеры, характеристики, диапазоны работ и использованные решения.

Во втором разделе проведен анализ антенных систем для малых космических аппаратов. Рассмотрены решения предложенные другими авторами по теме, проанализированы методы достижения многодиапазонных, широкополосных и интегрированных антенн, а также рассмотрены антенны для малых космических аппаратов имеющиеся на рынке.

В третьем разделе описан процесс моделирования новых антенных систем для малых космических аппаратов с функцией интегрирования с камерой наноспутника путем апертурного совмещения. Описаны методы исследования, экспериментальные комплексы и оборудование используемые в исследовании.

В четвертом разделе изложены результаты исследования. Полученные данные теоретических расчетов, компьютерной симуляции и экспериментальных измерений были проанализированы и проведен сравнительный анализ, сделаны выводы.

Результаты, полученные в данной диссертации, важны для развития космической отрасли в целом, и развития эффективных антенн в частности. Они будут весьма полезны для развития антенных систем и для других технологий.



Диссертационная работа Мейрамбекұлы Н. выполнена в соответствии с планами прикладных научно-исследовательских работ КН МОН РК по теме «Разработка и создание антенн S и X диапазонов для наноспутников CubeSat дистанционного зондирования Земли», №AP09057984 по приоритету: «Информационные, коммуникационные и космические технологии».

Полученные результаты в настоящей диссертационной работе отражены в соответствующих публикациях Мейрамбекұлы Н. По основным результатам диссертационной работы опубликованы 9 печатных работ: 3 в журналах из перечня КОКСОН МОН РК для опубликования основных результатов диссертации на соискание ученой степени PhD и 2 статьи в журналах дальнего зарубежья с импакт-фактором, входящих в международный информационный ресурс Web of Science (Clarivate Analytics, США) и Scopus (Elsevier, Нидерланды); 4 работ в материалах Международных научных конференций.

Считаю, что диссертационная работа Мейрамбекұлы Н. «МНОГОДИАПАЗОННАЯ АНТЕННА ДЛЯ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ», соответствует квалификационным требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии, а его автор заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности «6D071900 – Радиотехника, электроника и телекоммуникации».

**Научный руководитель**  
**PhD, ген. директор КИиНТ**  
**КазНУ имени аль-Фараби**

**А.А. Темирбаев**



өл-Фараби университетінің кадрлар  
даярлау және аттестілеу басқармасының басшысы

**ЗАВЕРЯЮ**

Начальник управления подготовки и аттестации  
научных кадров КазНУ им. аль-Фараби

Р.Е. Кудайбергенова

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ ж.г.