



Задача повышения эффективности использования спутникового частотно-энергетического ресурса актуальна всегда сегодня является особенно злободневной, поскольку позволяет, в конечном итоге, существенно снизить затраты на услуги спутниковой связи.

### **Характеристика содержания работы**

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы, включающего 86 наименований, и приложения. Работа изложена на 161 странице и содержит 51 рисунок и 24 таблицы.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, определены объект, предмет и методы исследования; раскрыты научная новизна, теоретическая и практическая значимости работы; представлены положения, выносимые на защиту.

В первой главе проанализированы существующие методы повышения эффективности использования частотно-энергетического ресурса. Среди них отмечен метод построения сетей спутниковой связи «несущая в несущей». Он увеличивает эффективность использования ресурса за счет дуплексного режима связи. Анализ показал возможности дальнейшего улучшения использования частотно-энергетического ресурса, особенно при построении сетей по топологии «звезда». Проведенный анализ позволил автору сформулировать общие требования, которым должны удовлетворять схемы повышения эффективности использования частотно-энергетического ресурса спутниковых систем связи.

Во второй главе проведен анализ перспективного метода повышения эффективности спутникового канала топологии «точка-точка», построенного с использованием технологии «несущая в несущей» с модемом CDM-625; показаны особенности, основные преимущества и пути усовершенствования и раскрытия дополнительного потенциала этой технологии.

В третьей главе на основе анализа, проведенного во второй главе, найдена возможность существенного улучшения метода «несущая в несущей» в сетях с топологией «звезда» и приведена схема построения спутниковой сети с



технологией «несущая в несущей» с поляризационным уплотнением. Произведен математический анализ зависимости диаметров антенн для оптимальной структуры спутниковой сети.

В четвертой главе рассматривается математическая модель специального фильтра, позволяющего использовать технологию «несущая в несущей» с поляризационным уплотнением. Модель фильтра, приведённая в работе, открывает возможность использовать один модем, и сохраняет преимущество двойного использования арендованного спектра частот, в результате чего обеспечивается дополнительный выигрыш до 3 дБ в энергетическом спектре спутниковой системы связи.

**Основными новыми научными результатами**, полученными в диссертации, являются: усовершенствование системы повторного использования частот с подавлением широкополосного сигнала на передающей станции и новый метод поляризационного уплотнения с дополнительным выигрышем до 3 дБ в энергетическом спектре системы.

Разработанное программное обеспечение, представленное в приложении к работе, позволяет создать специальный фильтр в виде отдельного или интегрируемого модуля в приёмопередающее устройство. Это даёт возможность использовать двойное поляризационное уплотнение при двойном использовании частоты.

Полезность результатов, полученных в диссертации, заключается в том, что они способствуют дальнейшему развитию новых принципов построения спутниковых сетей и позволяют провести модернизацию существующих сетей с целью более эффективного использования частотно-энергетического ресурса. Практическая ценность работы заключается в разработке модели и программного обеспечения, что позволяет создать специальный фильтр в виде отдельного или интегрируемого модуля в приёмопередающее устройство наземного сегмента спутниковых систем. Это даст возможность использовать двойное поляризационное уплотнение при двойном использовании частоты. Полезность диссертационной работы, выполненной Якубовским Р.М.,

подтверждается применением результатов проведенного исследования в реальных разработках, что отражено в актах внедрения, приложенных к диссертации.

Достоверность полученных в работе результатов подтверждается корректным применением математического аппарата, логической обоснованностью выводов, отсутствием противоречий законам физики, а также результатами модельных испытаний.

Основные результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на нескольких научно-технических конференциях, опубликованы в 3 статьях в рецензируемых журналах и закреплены патентом на изобретение.

Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с принятыми для научных квалификационных работ нормами и требованиями. Автореферат адекватно и в полной мере отражает основные научные результаты и положения, сформулированные в тексте диссертации. В автореферате выделены все решаемые в каждой главе задачи и представлены научные результаты.

**Замечания по диссертационной работе.** К недостаткам диссертационной работы Якубовского Р.М. следует отнести следующее:

1. Следовало оценить влияние результатов работы на архитектуру спутниковых сетей и систем связи в целом.

2. В диссертационном исследовании представлена математическая модель фильтра и рассмотрено решение только для частного случая с сигналами на головной станции.

3. Разработанное программное обеспечение достаточно было бы официально зарегистрировать и не перегружать распечаткой программы приложения к диссертационной работе.

Указанные выше замечания не снижают научную и практическую значимость диссертационной работы, которая выполнена на достаточно высоком научном уровне, имеет логичную структуру, внутреннее единство и в целом заслуживает высокой оценки.



Результаты широко апробированы на международных и российских конференциях и опубликованы в ведущих российских изданиях. Тема исследования является актуальной и соответствует паспорту специальности 05.12.13 - Системы, сети и устройства телекоммуникаций. Достигнутые при выполнении исследования научные результаты полно и ясно изложены автором в диссертационной работе.

Автореферат верно отражает основное содержание диссертации.

**Выводы:** Диссертационная работа на тему «Повышение эффективности использования энергетического спектра спутниковых систем» является законченной научно-квалификационной работой и полностью отвечает всем критериям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Якубовский Родион Михайлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.13 – Системы, сети и устройства телекоммуникаций.

Отзыв обсужден и одобрен на заседании Экспертного совета при Научно-техническом совете Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный научно-исследовательский институт связи» (ФГУП ЦНИИС), протокол № 1 от 02 апреля 2019 г.

Начальник лаборатории ФГУП ЦНИИС,  
д.т.н., с.н.с., Заслуженный работник связи  
Российской Федерации



А.Ю. Цым

Адрес: 111141, Россия, Москва, 1-й проезд Перова поля, 8.

Тел: +7 (495) 304-5797,

e-mail: [info@zniis.ru](mailto:info@zniis.ru)

*Подпись А.Ю. Цыма заверено  
Начальник ОУТ ФГУП ЦНИИС  
Лукатимова И.И. Лис*