

## О Т З Ы В

### на автореферат диссертации Малахова Романа Юрьевича на тему «Модуль бортовой цифровой антенной решетки» по специальности 05.12.07 — «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Технологии цифровых активных фазированных антенных решеток (ЦАФАР) всё чаще находят практическое применение в бортовой аппаратуре радиотехнических комплексов. Наиболее актуальные научно-технические проблемы в развитии технологий ЦАФАР – повышение мощности выходных усилителей и коэффициента полезного действия (КПД) приемо-передающего модуля (ППМ), расширение полосы рабочих частот ППМ и выбор оптимальной схемы построения ЦАФАР.

Диссертационная работа Малахова Р. Ю. посвящена вопросам построения цифрового ППМ и повышению КПД и выходной мощности транзисторов в широкой полосе частот, чем и обусловлена её актуальность. Практическая ценность результатов диссертационной работы заключается в разработке и экспериментальных исследованиях макетов мощных СВЧ усилителей. Следует отметить достаточный уровень апробации результатов диссертационного исследования на отраслевых и международных конференциях и в печатных изданиях, в том числе, рекомендованных ВАК.

Работе присущи отдельные недостатки:

1. Нет анализа фазочастотной характеристики усилителя мощности, работающего в выбранном диссертантом режиме с повышенным КПД, хотя эта характеристика очень важна для работы радиосистем с широкополосными сигналами.

2. Не освещена проблема взаимной синхронизации большого количества синтезаторов частоты на ФАПЧ, установленных в каждом ППМ. Как правило, синтезаторы частоты имеют в своем составе делители, это требует специальных средств взаимной синхронизации при каждом включении питания.

3. Предложенная схема построения модуля ЦАР с оцифровкой принятого сигнала на несущей частоте делает практически нереализуемой задачу передачи оцифрованных сигналов из каждого модуля решетки в реальном времени в сосредоточенный цифровой сигнальный процессор. Так, для полосы сигнала 500 МГц и 8 разрядах АЦП потребуется линия передачи цифровых данных со скоростью около 20 Гбит/с.

4. Вывод о снижении энергопотребления бортовой РЭС, реализованной на базе ЦАР, на 3-5 % за счёт применения предложенной схмотехнической реализации модуля (стр. 7, п.1; стр. 21-22, п.3) представляется недостаточно обоснованным по следующим причинам:

- при расчете мощности потребления ППМ не учтена мощность потребления приемо-передатчиков скоростных каналов передачи цифровых данных в центральный процессор ЦАР;
- не приведено сравнение ЦАР, использующей предлагаемые ППМ, с гибридной схемой построения цифровой АФАР, в которой используются ППМ традиционной архитектуры с фазовращателями; цифровые формирователи сигнала и АЦП обслуживают группу таких ППМ а СВЧ-распределительная схема минимизирована по длине.

Судя по автореферату, диссертационная работа Малахова Р. Ю. является самостоятельно выполненным законченным научным трудом.

Диссертация отвечает требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 – «Антенны, СВЧ-устройства и их технологии».

Отзыв подготовил:

Начальник отдела ОАО «НИИ ТП», к.т.н., Коваленко Александр Иванович

Адрес: 127490, Москва, ул. Декабристов, владение 51

Телефон: 8-499-204-53-47

E-mail: info@niitp.ru

Начальник отдела

ОАО «НИИ ТП», к. т. н.

*А.И. Коваленко*  
29.04.15

А. И. Коваленко

Подпись Коваленко А. И. заверяю:

Главный конструктор направления  
ОАО «НИИ ТП», к. т. н.



*В.В. Рима*

В. В. Рима