

## Отзыв

на автореферат диссертации Малахова Р.Ю. «Модуль бортовой цифровой антенной решетки», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности **05.12.07 – Антенны, СВЧ-устройства и их технологии.**

Использование ЦАР на борту летательного аппарата ограничено не только высокими требованиями к производительности вычислительной машины, но и большим энергопотреблением различными цифровыми устройствами, входящими в состав приёмопередающих модулей (ЦАП, АЦП и др.). Задача нахождения оптимальной структуры приёмопередающего модуля (ППМ) и его составных элементов, при которой возможно снижение энергопотребления и улучшение массогабаритных характеристик ЦАР является, несомненно, актуальной задачей.

К наиболее значимым научным результатам диссертации, судя по автореферату, можно отнести:

1. Структура ППМ, позволяющая уменьшить габариты и массу многоэлементной бортовой ЦАР за счет исключения СВЧ распределительной системы и управляемых фазовращателей.
2. Модель, на которой можно провести оценку и сравнение энергопотребления традиционной АФАР и ЦАР с предложенной структурой ППМ.
3. Нелинейные модели ряда отечественных и зарубежных мощных GaAs и GaN СВЧ транзисторов.

Практическая ценность диссертации заключается в разработке опытных образцов GaN усилителя мощности сантиметрового диапазона длин волн и тестовой платы, а также создании нелинейных моделей ряда мощных GaN и GaAs СВЧ транзисторов.

Замечаний к изложению материала в автореферате диссертации нет. Приведенные графики в полной мере иллюстрируют основные полученные результаты.

Результаты диссертационной работы были опубликованы в 18 печатных трудах, из них 6 научных статей в журналах из перечня ВАК, 11 тезисов докладов и одно учебное пособие.

К работе имеется ряд замечаний:

1. Не рассмотрено влияние системы синхронизации модулей на амплитудно-фазовые ошибки диаграммы направленности ЦАР.
2. Недостаточно обоснован выбор в качестве СВЧ возбудителя синтезатора сетки частот на основе цифрового кольца ФАПЧ.

Однако данные замечания не снижают ценности проделанной работы.

В целом диссертационная работа, судя по автореферату, является завершенной научно-квалификационной работой, отвечающей требованиям «Положения о присуждении ученых степеней» от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Малахов Р.Ю. заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.07 «Антенны, СВЧ устройства и их технологии».

Рабочий адрес: 125993 г. Москва, Кронштадтский б-р, д. 20, МГТУ ГА

Рабочий телефон: 8(499) 457-70-59

Адрес электронной почты: [eenetchaev@mail.ru](mailto:eenetchaev@mail.ru)

Заведующий кафедрой

Управления воздушным движением МГТУ ГА,

профессор, д.т.н.



Е.Е. Нечаев

Подпись Е.Е. Нечаева заверяю

Проректор МГТУ ГА по НР и И



В.В. Воробьев