

Авиамоторная, д. 53, Москва, 111250, почтовый адрес: а/я 16, г. Москва, 111250
тел.: +7 495 673-94-30, факс: +7 495 509-12-00, www.russianspacesystems.ru, contact@spacecorp.ru
ОКПО11477389 ОГРН1097746649681 ИНН7722698789 КПП774550001

от 10.02.2023 № РКС НТС9-3

На № _____ от _____

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

Ватутина Владимира Михайловича

на диссертацию Силина Дениса Михайловича «Разработка математической модели и алгоритмов для устранения взаимных помех в комплексе компактно расположенных разнотипных радиоэлектронных средств», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Актуальность темы исследования

В современных технических комплексах существенно повышается концентрация радиоэлектронных средств различного назначения в ограниченном пространстве, а также наблюдается тенденция использования разнотипных радиоэлектронных средств. Полоса частот, доступная радиоэлектронным средствам, ограничена их техническими характеристиками и законодательными нормами, что приводит к проблеме появления взаимных помех между радиоэлектронными средствами из-за использования ими сигналов с перекрывающимся спектром. Использование стандартных методов устранения взаимных помех, например, кодового разделения, в комплексах, исследуемых в диссертации, бывает невозможным, так как разнотипные радиоэлектронные средства излучают сигналы

определенного, своего у каждого средства класса, никак не согласованные между собой.

Таким образом, задачи разработки алгоритмов устранения взаимных помех в комплексе компактно расположенных разнотипных радиоэлектронных средств и построения математических моделей таких комплексов, решаемые в диссертации, являются актуальными и имеют большое научное и практическое значение.

Общая характеристика диссертации и автореферата

Диссертационная работа состоит из введения, четырёх глав, заключения, списка литературы и трёх приложений. Объём диссертации составляет 143 страницы. Работа содержит 56 рисунков, девять таблиц, три приложения, список литературы содержит 108 наименований.

Логическая структура диссертации отвечает требованиям, принятым при описании научных исследований. Материал диссертации обладает целостностью и внутренним единством.

Автореферат ясно и полно реферативно представляет основные результаты диссертационного исследования, сформулированные в тексте диссертации. Автореферат не содержит положений, отсутствующих в тексте диссертации.

Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с ГОСТ Р 7.0.11-2011.

Научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов диссертации

Соискатель Силин Д.М. выносит на защиту 4 результата, имеющие научную новизну, теоретическую и практическую значимость:

– теоретико-информационная модель комплекса разнотипных радиоэлектронных средств с взаимными помехами, отличающаяся тем, что качество работы радиолокационных, связных, навигационных радиоэлектронных средств оценивается на основе единого подхода, а именно путем вычисления количества информации, содержащейся в принимаемом ими сигнале, а также тем, что при вычислении

количества информации учитываются вид модуляции принимаемого сигнала и влияние смеси гауссовских и негауссовских помех;

– численные методы нахождения интеграла взаимной информации, отличающиеся от стандартных значительным сокращением числа вычислительных операций за счет исключения точек, где подынтегральная функция близка к нулю. С помощью этих методов рассчитаны зависимости количества принимаемой в единицу времени информации от отношения сигнал/помеха для ряда реальных радиоэлектронных средств;

– алгоритмы присвоения частот радиоэлектронным средствам: генетический и приоритетный. Генетический алгоритм отличается улучшенным оператором рангово-турнирной селекции, ускоряющим сходимость более, чем в 4 раза. Приоритетный алгоритм присвоения частот отличается сравнительно малой вычислительной сложностью по отношению к известным алгоритмам, возможностью регулировать объём выделяемого ресурса, расставляя приоритеты средств. Построены зависимости показателей эффективности генетического алгоритма от его настроечных параметров (вероятности мутации, размера популяции, коэффициента рангового отбора). Показано, что совместное применение генетического и приоритетного алгоритмов позволяет присваивать частоты в режиме реального времени;

– комплекс программ автоматизированного присвоения частот радиоэлектронным средствам, в котором реализованы синтезированные численные методы расчёта теоретико-информационных характеристик радиоканала и синтезированные алгоритмы присвоения частот, использующие эти характеристики при вычислении целевой функции. Комплекс программ может применяться на практике при организации управления выбором радиоэлектронными средствами режимов работы, минимизирующих взаимные помехи.

Достоверность и обоснованность результатов, полученных в диссертации

Достоверность и обоснованность полученных в диссертации результатов базируются на корректном применении математического аппарата, компьютерном моделировании, и подтверждаются совпадением с известными научными

результатами в частных случаях, нахождением построенных зависимостей в пределах асимптотических границ.

Соответствие диссертации паспорту специальности

Диссертация Силина Д.М. соответствует пунктам 2, 5, 8 паспорта специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ и содержит результаты, относящиеся к трем основным областям, соответствующим указанной специальности, а именно математическому моделированию комплекса радиоэлектронных средств с взаимными помехами, разработке новых численных методов нахождения количества информации и алгоритмов присвоения множеств частот радиоэлектронным средствам, а также разработке комплекса программ автоматизированного присвоения частот радиоэлектронным средствам судна.

Полнота отражения результатов диссертации в научных публикациях

По теме диссертации соискателем Силиным Д.М. опубликовано 16 научных трудов, в том числе 5 статей в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ, 3 патента и 7 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ, 1 работа в других изданиях. Результаты работы представлены на российских и международных конференциях. Разработанные алгоритмы внедрены в комплекс программ автоматизированного присвоения частот радиоэлектронным средствам судна, что подтверждается актом о внедрении.

Замечания по диссертационной работе

1. В формулах (1.5) и (1.7), взятых из работы [29], использованы необщепринятые англоязычные обозначения, значение переменных d_{ij} , D , f_i , N не раскрыто в тексте ниже формулы;

2. Рисунок 2.1 недостаточно наглядно представляет структуру теоретико-информационной модели комплекса радиоэлектронных средств с взаимными помехами;
3. Обозначения в главе 2 не единообразны: принятый сигнал где-то обозначен как u , а где-то как Z ; сообщение, большей частью обозначенное как x , на стр. 40, 41 обозначено как θ .
4. На стр. 28 написано, что «рабочие характеристики радиоканала ... в большинстве случаев являются монотонной функцией от отношения «сигнал/(помеха плюс шум)»». Было бы интересно увидеть пример характеристики радиоканала, выражаемой немонотонной функцией этого отношения.
5. Не проведена статистическая обработка результатов исследования синтезированного генетического алгоритма, представленных на рисунках 3.3-3.8. Поэтому, например, осталось неясным как была выбрана точка останова генетического алгоритма при определении коэффициента рангового отбора и вероятности мутации;
6. Текст диссертации содержит стилистические погрешности, например на странице 81 использованы фразы «Скрещивание осуществляется оператором скрещивания» и «Мутация осуществляется оператором мутации», их можно было бы исключить или сформулировать по-другому.

Отмеченные замечания не снижают общей положительной оценки работы.

Заключение

Диссертация Силина Д.М. на соискание ученой степени кандидата технических наук представляет собой самостоятельную завершенную научно-квалификационную работу, в которой на высоком теоретическом уровне рассмотрены и решены актуальные научные и практические задачи разработки математической модели комплекса разнотипных связных, навигационных, радиолокационных систем при воздействии на них смеси гауссовских и негауссовских помех, синтеза генетического и приоритетного алгоритмов присвоения частот, синтеза эффективных численных методов, позволяющих проводить оперативную оценку эффективности присвоения

частот в соответствии с построенной математической моделью, разработки комплекса программ автоматизированного присвоения частот.

Диссертационная работа имеет высокое практическое значение, что подтверждается успешным использованием разработанных алгоритмов и комплекса программ в работе комплекса судовых радиоэлектронных средств.

Основные результаты диссертации получили отражение в пяти научных публикациях в рецензируемых изданиях, одобренных ВАК РФ. Новизна разработанных диссертантом решений подтверждается тремя патентами РФ на изобретения.

С учетом вышеизложенного, считаю, что диссертация Силина Д.М. отвечает всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, пунктам 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 26.09.2022) «О порядке присуждения ученых степеней», а ее автор, Силин Денис Михайлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Официальный оппонент

Главный конструктор проекта АО «Российские космические системы»,

д.т.н., профессор

В.М. Ватутин

Подпись В.М. Ватутина заверяю
Ученый секретарь, к.т.н., старший
научный сотрудник

С.А. Федотов

Организация: АО «Российские космические системы», 111250, г. Москва,
Авиамоторная ул., д. 53, (495) 673-94-30, <https://russianspacesystems.ru/>,
contact@spacecorp.ru