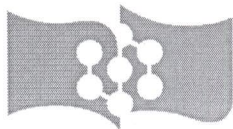


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

SIBIRIAN
FEDERAL
UNIVERSITY



СИБИРСКИЙ
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ



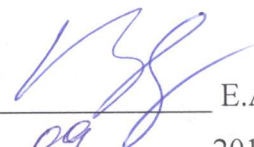
УТВЕРЖДАЮ

Ректор Федерального государственного
автономного образовательного
учреждения высшего образования
«Сибирский федеральный университет»

660041, Россия, Красноярск, проспект Свободный, 79
телефон (391) 244-82-13, факс (391) 244-86-25
<http://www.sfu-kras.ru> e-mail: office@sfu-kras.ru

№ _____
на № _____ от _____

доктор биологических наук,
Академик РАН


Е.А. Ваганов
«08» 09 2017 г.

ОТЗЫВ

**Ведущей организации на диссертацию Артюшенко
Вадима Валерьевича «Имитация отражений от
поверхностно-распределенных объектов на основе
некогерентных геометрических моделей»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата технических наук по специальности
05.12.14 – Радиолокация и радионавигация**

Диссертационная работа В.В. Артюшенко посвящена разработке методов синтеза малоточечных двумерных геометрических моделей с некогерентными сигналами, используемых для имитации отражений от поверхностно-распределенных объектов.

Содержание работы

Диссертация состоит из введения, четырех разделов, заключения, списка литературы и одного приложения.

В первом разделе приводится описание особенностей, характерных для отражения радиолокационных сигналов от распределенных объектов.

Указываются основные сложности, возникающие при решении задачи имитации отражений от таких объектов. Приводится обзор известных методов и моделей, используемых при имитации отражений от распределенных объектов. Формулируются цель и задачи исследования. Раздел носит обзорный характер.

Второй раздел посвящен разработке математического аппарата синтеза двумерных некогерентных геометрических моделей, позволяющих осуществлять моделирование шумов угловых координат (ШК) распределенных объектов с заданной плотностью распределения вероятностей (ПРВ). На модели накладывается требование возможности обеспечения независимого управления параметрами ПРВ ШК по двум угловым координатам. Последовательно увеличивая количество излучателей модели, автор приходит к выводу, что модели с пятью и девятью излучателями позволяют обеспечить заданную ПРВ ШК по двум угловым координатам. Для всех рассмотренных конфигураций двумерных моделей получены аналитические выражения, связывающие параметры ПРВ ШК с параметрами моделей, а также выражения, позволяющие синтезировать заданную конфигурацию модели по параметрам ПРВ ШК объекта. Установлено, что если излучатели двумерной конфигурации располагать в виде правильного многоугольника и подводить к ним сигналы с одинаковой мощностью (за исключением, центрального излучателя), то при смене угла визирования такой модели параметры ПРВ ШК модели не изменяются.

Третий раздел посвящен вопросу моделирования спектрально-корреляционных характеристик ШК. Формулируется спектральный подход к формированию сигналов, подаваемых на излучатели. На примере одномерной модели доказано, что спектральная плотность мощности (СПМ) сигналов излучателей на заданной частоте эквивалента мощности, требующейся для обеспечения на этой частоте заданных параметров ПРВ

ШК. Далее этот подход развит для двумерных моделей. Приведены аналитические выражения, позволяющие рассчитать СПМ сигналов, подаваемых на излучатели, по СПМ комплексной огибающей эхосигнала от объекта и заданным функциям распределения плотности автокорреляции и взаимной корреляции по поверхности моделируемого объекта. Доказана справедливость применения принципа декомпозиции при имитации отражений сложного поверхностно-распределенного объекта. Отдельно проанализирован случай разделимости пространственных и временной переменных в функциях распределения плотности автокорреляции и взаимной корреляции по поверхности моделируемого объекта. Показано, что при этом имитация сводится к обеспечению заданной ПРВ ШК, а к излучателям подводятся сигналы, корреляционные функции которых представляют собою взвешенные с определенным коэффициентом корреляционные функции эхосигнала объекта.

В четвертом разделе приводится описание алгоритмов синтеза моделей поверхностно-распределенного объекта и имитации отражений на их основе. Рассматривается применение обобщенного алгоритма к типовому объекту – фрагменту поверхности Земли. Приводится описание разработанного программного обеспечения и результатов математического моделирования, подтверждающие корректность полученных теоретических выводов.

Актуальность темы диссертационного исследования

Полунатурное моделирование широко применяется при разработке радиотехнических систем, поскольку проведение натуральных испытаний связано с большими материальными затратами, значительным временем, а также не всегда возможно. Одной из основных проблем является имитация

сигналов, отраженных от сложных рассеивающих объектов (например, поверхности Земли).

Диссертационная работа Артюшенко В.В. посвящена обоснованию возможности замещения сложных рассеивающих объектов двумерными геометрическими моделями с некогерентными сигналами излучателей, пригодных для реализации в реальном времени. Результаты могут быть использованы при построении программно-аппаратных имитационных комплексов полунатурного моделирования. Подобные приборы весьма востребованы как при разработке различных радиоэлектронных устройств радиолокации, связи и т.п., так и в процессе их испытаний и эксплуатации. Все это свидетельствует об актуальности избранной темы работы.

Научная новизна полученных результатов

Разработаны конфигурации двумерных некогерентных геометрических моделей, обеспечивающие возможность достоверного моделирования ШК по двум угловым координатам, а также методы синтеза таких моделей по характеристикам имитируемого объекта. Получены условия, при выполнении которых не требуется изменять конфигурацию модели при изменении угла визирования.

Практическая значимость полученных результатов

В работе теоретически обоснована возможность имитации отражений от поверхностно-распределенных объектов при помощи двумерных малоточечных дискретных моделей, к излучателям которых подводятся статистически независимые сигналы. С практической точки зрения это позволяет осуществлять имитацию эхосигналов от поверхностно-распределенных объектов в реальном масштабе времени (значительно сократив объем необходимых вычислений) с учетом их шумов угловых координат.

Результаты исследований доведены до уровня алгоритмов синтеза двумерных моделей распределенных объектов и имитации эхосигналов на их основе.

Теоретические результаты работы в виде разработанного на их основе программного обеспечения имитатора эхосигналов и помех используются АО «НПО НИИИП – НЗиК», что подтверждено актом о внедрении научных результатов диссертационной работы.

Оценка содержания диссертации

Диссертационная работа Артюшенко В.В. представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, содержащую решение актуальной задачи в области имитационного моделирования.

Основные результаты работы отражены в 13 публикациях. Из них шесть статей в ведущих рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России. Основные результаты диссертации достаточно полно отражены в публикациях, обсуждены на международных и всероссийских конференциях и научных семинарах.

Автореферат правильно и достаточно полно отражает содержание диссертации.

Замечания по работе

Представленный алгоритм синтеза геометрических моделей, определяющих отражающие свойства земной поверхности, не учитывает увеличение линейных размеров элемента разрешения в азимутальной плоскости с ростом дальности до радиолокационной станции.

В представленной работе не освещен вопрос реализации полученных результатов в виде матричного имитатора.

В тексте диссертации не раскрыты некоторые обозначения.

Указанные недостатки не носят принципиально характера и не влияют на общую положительную оценку работы.

Рекомендации по использованию результатов диссертации

Полученные Артющенко В.В. результаты целесообразно использовать в задачах имитационного моделирования эхосигналов от поверхностно-распределенных объектов. Их использование позволяет сократить объем требуемых вычислений для синтеза моделей, а также повысить достоверность имитации за счет моделирования шумов угловых координат.

Разработанные автором структуры двумерных моделей, обеспечивающие независимое управление параметрами ПРВ ШК, и аналитические соотношения для их расчета могут быть использованы при моделировании сигналов, отраженных от распределенных объектов в тех случаях, когда накладывается требование отдельного независимого управления угловым размером и положением имитируемого объекта по двум угловым направлениям. Разработанные модели содержат не более 9 точек на элемент разрешения, что значительно меньше, чем при традиционном подходе.

Полученные автором условия, гарантирующие инвариантность структуры двумерной геометрической модели к углу визирования, позволяют синтезировать модели, которые могут быть использованы для расчета эхосигнала от симметричного фрагмента однородной поверхности. За счет одинаковых параметров сигналов отдельных точек модели также сокращается объем необходимых вычислений.

Предложенный автором спектральный подход к синтезу геометрических моделей позволяет на основе спектральных характеристик

отражателей распределенного объекта рассчитать СПМ сигналов, подводимых к точкам модели и обеспечить достоверное моделирование как вероятностных, так и спектрально-корреляционных характеристик шумов угловых координат.

Разработанное программное обеспечение позволяет по топографической карте имитируемого объекта и параметрам испытуемого устройства сформировать эхосигнал с учетом как традиционных параметров отражений (распределения мгновенных значений, доплеровских флуктуаций), так и шумов угловых координат. Может быть использовано в системах имитационного моделирования эхосигналов от распределенных объектов в режиме реального времени.

Заключение

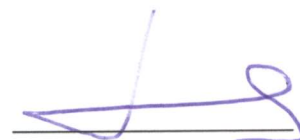
Диссертация представляет собой **законченную научно-квалификационную работу**, в которой решена **новая важная задача, имеющая существенное значение** в области создания средств имитации отражений от поверхностно-распределенных объектов. Полученные теоретические и практические результаты работы позволяют осуществлять имитацию отражений от двумерных распределенных объектов в режиме реального времени и с учетом шумов угловых координат.

Диссертационная работа В.В. Артюшенко «Имитация отражений от поверхностно-распределенных объектов на основе некогерентных геометрических моделей» соответствует критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемых к кандидатским диссертациям, а ее автор Артюшенко Вадим Валерьевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.14 – Радиолокация и радионавигация.

Отзыв обсужден и утвержден на заседании научно-технического совета Военно-инженерного института Сибирского федерального университета. Присутствовало на заседании 22 человека. Результаты голосования: «за» – 22 человека, «против» – 0 человек, «воздержалось» – 0 человек, протокол № 9 от « 8 » сентября 2017 г.

Отзыв составили:


Шайдуров Георгий Яковлевич,
доктор технических наук, профессор,
заслуженный деятель науки и техники РФ,
научный руководитель Военно-инженерного института
Сибирского федерального университета



(подпись)

660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79,
телефон: 83912538909, e-mail: shy35@yandex.ru

Лютиков Игорь Витальевич,
кандидат технических наук, доцент,
ученый секретарь научно-технического совета,
заместитель директора по науке Военно-инженерного
института Сибирского федерального университета



(подпись)

660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79,
телефон: 89831453326, e-mail: lyutikovigor@mail.ru