

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ 3-ГО ПОКОЛЕНИЯ

Н.Н. Волков, С.В. Мухин, К.Г. Снегов, И.П. Торшина, Ю.Г. Якушенков

Московский государственный университет геодезии и картографии
г. Москва

Оптико-электронное приборостроение во многом будет определять прогресс в освоении ряда приоритетных направлений развития науки и техники и критических технологий, принятых в 2006 г. президентом и правительством Российской Федерации. Многомерность оптических сигналов, возможность принимать и обрабатывать в реальном масштабе времени огромные объемы информации выдвигают оптико-электронные системы (ОЭС) на первое место в сложных системах автоматического обнаружения и распознавания сигналов на фоне естественных и организованных помех. Эти задачи могут эффективно решаться путем создания ОЭС, работающих одновременно в двух или нескольких спектральных диапазонах.

Третье поколение оптико-электронных систем (ОЭС 3-го поколения), основой которых являются матричные многоэлементные приемники излучения (МПИ), работающие в режиме электронной выборки сигналов, снимаемых с отдельных элементов, и чувствительные в двух или нескольких спектральных диапазонах, усиленно разрабатывается в последние годы многими фирмами США, Франции, Англии и Японии и ряда других стран.

В настоящее время роль компьютерного моделирования при проектировании, исследовании и испытании современных ОЭС общепризнана. К числу основных вопросов, на которые можно ответить с помощью моделирования ОЭС, относятся

- при каких значениях параметров и характеристик отдельных звеньев ОЭС возможно осуществление поставленной перед ОЭС цели;
- как будут влиять изменения условий работы ОЭС на показатели качества системы;
- какие алгоритмы обработки информации в ОЭС являются наиболее рациональными с точки зрения различных требований, предъявляемых к системе, и в частности, для обеспечения заданных показателей качества.

Моделирование позволяет существенно уменьшить объем дорогостоящего и не всегда достаточно представительного эксперимента, а в ряде случаев и полностью отказаться от него.

Однако, все известные компьютерные модели ОЭС, созданные у нас в стране и за рубежом, описывают системы 1-го и 2-го поколений, т.е. ОЭС с оптико-механическим сканированием одним приемником (линейкой приемников) или ОЭС с матричным МПИ, работающие только в каком-либо одном спектральном диапазоне и имеющие достаточно узкое применение. Приводимые в ведущих зарубежных изданиях (Proceedings of SPIE, Optical Engineering, Applied Optics, публикации Международного общества по оптической технике (SPIE) и др. описания этих моделей сводятся только к обобщенным структурным схемам, не содержат описаний конкретных алгоритмов, являющихся основой любой компьютерной модели.

Современная распространенная на практике зарубежная модель инфракрасных ОЭС 2-го поколения NVTherm, разработанная в США, построена в предположении, что эффекты наложения частот и соответствующего смаза изображения, возникающие при пространственной выборке, могут не учитываться, так как рабочие пространственные частоты, определяемые требованиями к пространственному разрешению ОЭС, не превышают частоты Найквиста. Однако, заметное повышение требований к разрешающей способности ОЭС, с одной стороны, и совершенствование МПИ путем увеличения их формата, с другой, делает отмеченное выше предположение совершенно неприемлемым в настоящее время. Это, наряду со значительным улучшением технических параметров и характеристик электронного тракта современных ОЭС (схем считывания сигналов с отдельных элементов МПИ, мультиплексоров и др.) делает весьма актуальной разработку новых моделей ОЭС 3-го поколения.

Цель настоящей работы – определение специфики компьютерного моделирования ОЭС 3-го поколения, использующих новейшую элементную базу, решающих гораздо более сложные задачи, оцениваемых отличными от использовавшихся ранее показателями качества, и выработка принципиально новых подходов к моделированию таких систем.

Основными направлениями разработки принципов и методов компьютерного моделирования являются:

- проведение теоретических исследований возможности адекватного компьютерного моделирования ОЭС 3-го поколения, предназначенных для обнаружения, распознавания, классификации и идентификации различных объектов, наблюдаемых на сложных фонах в нескольких спектральных диапазонах;
- выбор системного обеспечения и наиболее эффективного алгоритмического языка для разработки программ, реализующих поставленные задачи;
- построение баз данных, обеспечивающих адекватность компьютерных моделей сложным многообразным условиям эксплуатации ОЭС 3-го поколения, многообразным сценариям их работы и перспективной элементной базе этих систем;
- определение с помощью компьютерного моделирования наиболее рациональных методов и способов повышения спектрального, пространственного и временного разрешения ОЭС 3-го поколения;
- разработка новых комплексных показателей качества работы ОЭС 3-го поколения, работающих в реальном масштабе времени в наземных условиях, а также на борту летательных и космических аппаратов;
- создание методик расчета и разработка требований к основным параметрам и характеристикам элементной базы, используемой в перспективных разработках ОЭС 3-го поколения.

Программно-моделирующий комплекс может представлять собой взаимосвязанные субмодели, описывающие работу ОЭС, и базы данных. Программное обеспечение целесообразно строить в диалоговом режиме с субмоделями и базами данных, что позволит: формировать исходные данные; выбирать различные варианты решаемых задач; управлять процессом решения задач, обеспечивать требуемые для решения задач условия или сервисные услуги; формировать и

выбирать базу данных объектно-фоновой обстановки в диалоговом режиме с учетом географических и климатических условий; хранить и расширять базы данных; адаптировать в автоматическом режиме сценарий, алгоритм энергетической модели, критерии качества, совокупность частотных характеристик к изменениям исходной объектно-фоновой обстановки.

Особенностью ОЭС 3-го поколения является использование матричных приемников излучения, т.е. переход к «смотрящему» режиму работы ОЭС, при котором особое значение приобретают процессы пространственной и пространственно-временной выборки оптических сигналов. Отсюда возникает ряд трудностей при моделировании таких систем, связанных, например, с аналого-цифровым преобразованием сигналов, с их квантованием и реконструкцией, с ограничениями спектров, передаваемых сигналов частотой Найквиста, с корреляцией сигналов, получаемых с разных элементов МПИ, с увеличением влияния неоднородностей параметров отдельных элементов приемника (геометрического шума) и рядом других факторов, которые не учитывались в разработанных ранее компьютерных моделях ОЭС.

Одним из основных показателей качества ОЭС 3-го поколения являются спектральные (цветовые) отношения, которые ранее никак не отображались в моделях ОЭС. Необходимо вводить этих показателей в модели ОЭС 3-го поколения.

При моделировании ОЭС и оценке адекватности компьютерной модели реальной фоно-целевой обстановке, в которой работает система, нами предусмотрены возможности промежуточной оценки (ранжирования) отдельных составляющих сигнала и помехи на входе ОЭС.

Вывод

Сформулированные выше задачи и предложенные пути их решения позволяют перейти к компьютерному моделированию конкретных ОЭС 3-го поколения.