

УДК 681.78.01

СТРУКТУРА ОБОБЩЕННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ

И.П. Торшина, Ю.Г. Якушенков

Описывается структура обобщенной компьютерной модели опτικο-электронных систем (КМ ОЭС). Рассматриваются некоторые особенности отдельных модулей этой модели, а также связей между ними.

Ключевые слова: моделирование, опτικο-электронная система, структура обобщенной компьютерной модели опτικο-электронных систем.

Введение

В процессе компьютерного моделирования опτικο-электронных систем (ОЭС) решается задача построения математической модели для синтеза, анализа и структурно-параметрической оптимизации системы при ее проектировании, для чего осуществляется моделирование процесса прохождения сигналов в ОЭС для различных условий ее работы. Компьютерная модель ОЭС (КМ ОЭС) должна учитывать весьма разнообразные условия, в которых работает система – среду, особенности излучателей (объектов, фонов, помех), метод работы ОЭС и ряд других исходных данных для проектирования системы. Различными могут быть и требования к этой модели.

Структура модели

На первых этапах моделирования часто целесообразно иметь обобщенную КМ ОЭС. Ее структура может быть представлена в виде совокупности нескольких модулей и отображать не только структуру собственно ОЭС, но и процесс формирования исходных данных для моделирования ОЭС, фоно-целевую обстановку (ФЦО), т.е. условия функционирования системы, а также результаты работы КМ ОЭС и общую базу данных (БД). Эта структура представлена на рис. 1 [1].

Модуль «Исходные данные» содержит перечень сведений, которые необходимы пользователю компьютерной программой для моделирования (КПМ) ОЭС. Перечень исходных данных формируется на основе технического задания на разработку ОЭС, в котором указываются назначение и область применения ОЭС, а также излагаются технические требования к системе. Исходные данные могут быть входными, запрашиваемыми КПМ, и могут быть использованы для расчета и получения других требуемых входных данных.

Модуль «Исходные данные» может, в частности, содержать следующую информацию:

- назначение ОЭС (обнаружение целей, слежение и т.д.);
- способ работы ОЭС (активный, пассивный);
- условия работы ОЭС (спектральные диапазоны работы, время года, время суток, состояние атмосферы, климатические и погодные условия, географические данные, системы координат и др.);
- характер помех, задаваемый, например, их энергетическими, спектральными, пространственными и другими характеристиками или общим описанием, например, видом ландшафта, на котором находится обнаруживаемая или отслеживаемая цель;
- формулировка цели разработки модели ОЭС;

- перечень задач, которые должны решаться в процессе моделирования;
- форма представления результатов моделирования;
- требуемое значение критерия оценки качества модели (критерия адекватности);
- информация о возможности проведения натурных испытаний модели или об использовании в испытаниях апробированных моделей аналогичных систем, разработанных ранее;
- степень универсальности модели.

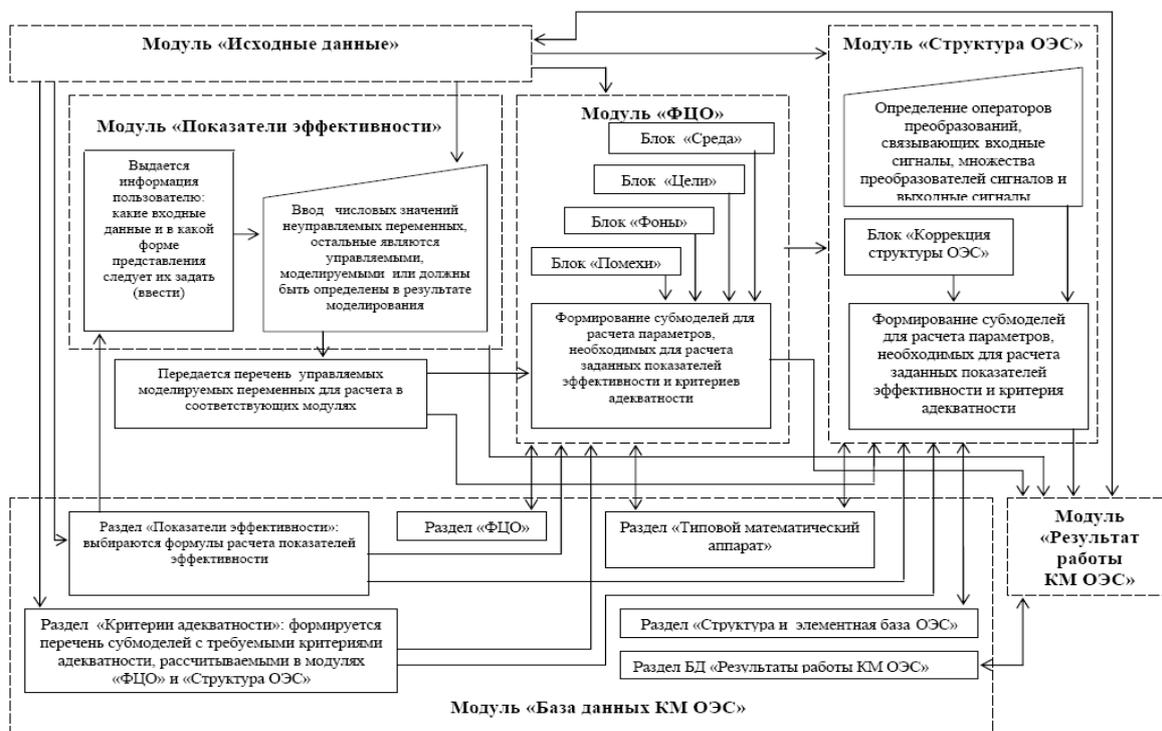


Рис. 1. Структурная схема обобщенной КМ ОЭС

Перечень исходных данных должен быть необходимым и достаточным (исчерпывающим) для осуществления моделирования и при этом не содержать избыточных сведений. Он может быть окончательно определен только после формирования других модулей КМ ОЭС, когда в процессе их разработки появляется необходимость знания тех или иных данных, в частности, при формировании модулей «ФЦО» и «Структура ОЭС» [1, 2].

При разработке модуля «Исходные данные» следует различать понятия «исходные данные для моделирования ОЭС» и «входные данные отдельной субмодели КМ ОЭС». Перечень последних непостоянен и зависит от запрашивающей их субмодели, в то время как перечень исходных данных остается постоянным на протяжении всего процесса моделирования ОЭС.

Ввод исходных данных в КММ должен запускать автоматическую работу алгоритмов, определяющих путь моделирования, перечень субмоделей, используемых в дальнейшем в других модулях КМ ОЭС, перечни элементов структурной схемы ОЭС и субъектов ФЦО, присутствующих в угловом поле системы, и многое другое.

Модуль «Исходные данные» имеет прямую связь со всеми модулями КМ ОЭС, а также прямую и обратную связь с модулями «Результат работы КМ ОЭС» и «База данных КМ ОЭС». Наличие связи с БД позволяет пользователю готовой КМ ОЭС выбирать требуемые исходные данные в нужной форме представления из соответствующих разделов БД КМ ОЭС. Обратная связь с модулем «Результат работы КМ ОЭС» установлена для оптимизации структуры ОЭС в случае, когда все возможные методы оптимизации исчерпали свои возможности и требуется произвести корректировку исходных данных.

Таким образом, разработку модуля «Исходные данные» можно свести к решению трех основных задач:

1. определение перечня исходных данных и формы их представления;
2. анализ влияния задаваемых исходных данных на результат работы КМ ОЭС и значения показателей эффективности работы ОЭС;
3. использование результатов проведенного анализа для корректировки перечня и формы представления исходных данных (см. обратные связи на рис. 1).

Модуль «Результат работы КМ ОЭС» объединяет в себе блоки, представленные на рис. 2.

Блок «Коррекция обобщенной компьютерной модели ОЭС» содержит специфические алгоритмы и операторы, позволяющие, например, осуществлять моделирование многоспектральных (многодиапазонных) ОЭС конкретного назначения [3], а также, при необходимости, вносить изменения в количество повторений тех или иных операторов, делая их циклическими.

Основой блока «Расчет показателей эффективности» являются выражения заданных в исходных данных показателей эффективности работы ОЭС. На первых этапах моделирования они представляются в общем параметрическом виде. По мере работы в модулях «ФЦО» и «Структура ОЭС» эти параметры конкретизируются, определяется область их значений, и в данном блоке производится их окончательный расчет. Если результат их расчета не удовлетворяет пользователя, то может производиться оптимизация структуры ОЭС. Для этого предусматриваются алгоритмы оптимизации структуры и обратная связь с модулями «Структура ОЭС» и «Исходные данные». Алгоритмы и способы оптимизации структуры ОЭС могут выбираться из соответствующего раздела «Оптимизация структуры ОЭС» БД КМ ОЭС. Если выбранные или заданные средства оптимизации структуры всей ОЭС или отдельных ее составных частей (СЧ), а также элементной базы этих СЧ оказались неэффективными, т.е. требуемое значение показателя эффективности моделируемой ОЭС не достигнуто, необходимо возвращаться в модуль «Исходные данные» и производить корректировку этих данных.

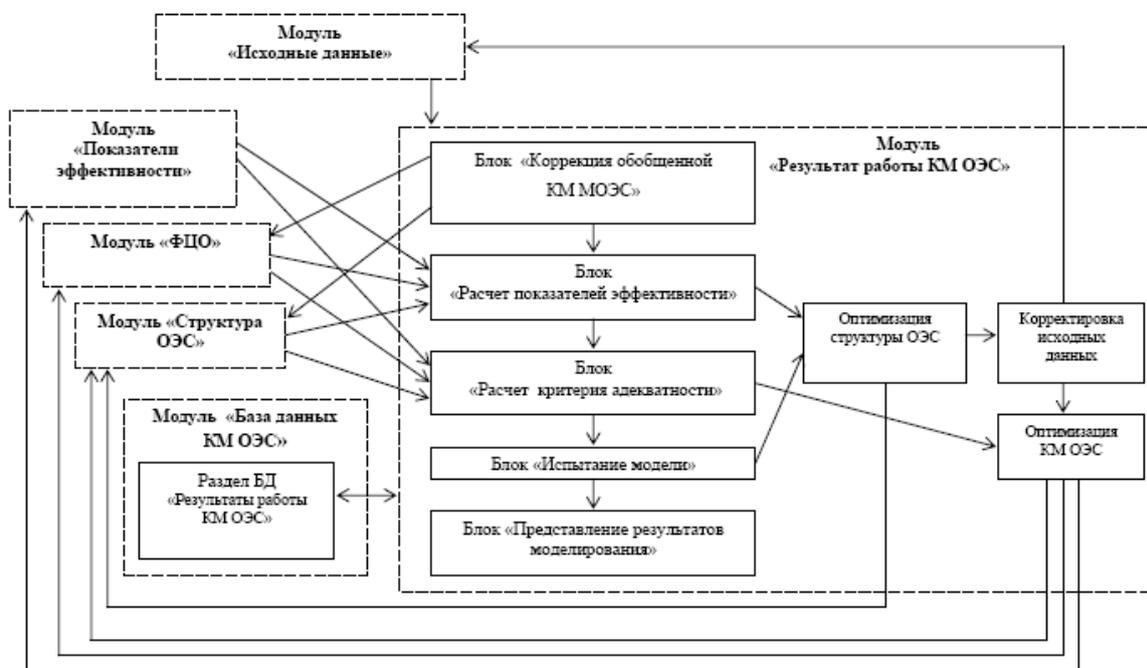


Рис. 2. Связь блоков в модуле «Результат работы КМ ОЭС»

После получения удовлетворительных результатов расчета показателей эффективности обязательно должен проводиться контрольный расчет критерия адекватности в блоке «Расчет критерия адекватности», подтверждающий адекватность модели ОЭС по заданному в исходных данных критерию. Если модель не удовлетворяет заданному значению критерия адекватности, то производится анализ причин неадекватности и оп-

тимизация КМ ОЭС. Оптимизация может заключаться, например, в ином распределении значения общего для всей модели критерия адекватности между критериями адекватности субмоделей отдельных узлов ОЭС и субъектов ФЦО.

В блоке «Испытание модели» размещаются алгоритмы, позволяющие осуществлять испытания КМ ОЭС посредством имитационного эксперимента. В случае удовлетворительных результатов испытаний модели производится представление результатов моделирования (блок «Представление результатов моделирования»), т.е. формирование выходных данных о результатах моделирования системы в форме, заданной в исходных данных, и подготовка документации на разработанную КМ ОЭС (паспорт пригодности).

Перечень документов на модель ОЭС должен содержать описание компьютерной модели. Для пользователя могут представлять интерес следующие характеристики КМ ОЭС, которые следует включать в паспорт пригодности:

- имя модели (для соответствующих ссылок), номер версии, дата;
- назначение и область применения КМ ОЭС;
- собственник (создатель, разработчик, владелец);
- описание исходных данных с необходимыми пояснениями (размерности, масштабы, диапазоны изменения величин);
- физические основы, на которых построена ОЭС и ее модель, наличие баз данных, необходимых для моделирования;
- программа (действующее программное обеспечение самой модели);
- описание программы модели с указанием системы программирования и принятых обозначений;
- полная схема программы модели;
- полная запись компьютерной программы модели на выбранном языке программирования;
- доказательство достоверности программы модели (результаты отладки программы модели);
- оценка затрат машинного времени на один цикл моделирования;
- перечень возможных пользователей (квалификация);
- инструкция по работе с программой модели.

Заключение

Структура КМ ОЭС, сформированная в модульном виде, позволяет легко наращивать модель и дополнять ее необходимыми блоками и модулями при моделировании системы конкретного назначения, предназначенной для решения какой-либо частной задачи. Исследования, описанные в настоящей статье, проводятся при поддержке ведомственной целевой программы Рособразования «Развитие научного потенциала высшей школы» (2009–2010 годы по мероприятию 2, грант 2.1.2/4163).

Литература

1. Торшина И.П. Компьютерное моделирование опτικο-электронных систем первичной обработки информации / И.П. Торшина. – М.: Университетская книга; Логос, 2009. – 248 с.
2. Торшина И.П. Методика разработки обобщенной компьютерной модели опτικο-электронной системы // Изв. вузов. Приборостроение. – 2008. – № 3. – С. 61–65.
3. Тарасов В.В., Якушенков Ю.Г. Двух- и многодиапазонные опτικο-электронные системы с матричными приемниками излучения. – М.: Логос, 2007. – 192 с.

4. Торшина И.П. Формирование компьютерной модели функционирования многодиапазонной оптико-электронной системы // В сб. трудов VII Международной конференции «Прикладная оптика-2006». Т.3. «Компьютерные технологии в оптике». – СПб, 2006. – С. 343–349.

Торошина Ирина Павловна

– Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), кандидат технических наук, доцент, torshinai@yandex.ru

Якушенко Юрий Григорьевич

– Московский государственный университет геодезии и картографии (МИИГАиК), доктор технических наук, профессор, декан, yakush@miigaik.ru