

МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ В АСНИ И САПР

В настоящее время стоит актуальная проблема оптимизации сложных человеко-машинных систем, наиболее яркими представителями которых являются АСНИ и САПР. Существенные особенности этих систем состоят в развитости структуры, наличии качественных характеристик и подверженности влиянию множества неконтролируемых факторов. Эти особенности не позволяют построить полного формализованного описания систем, а значит, и непосредственного использования для их глобальной оптимизации методов математического программирования.

Оптимизация нами понимается в общепринятом смысле как повышение эффективности системы при ограничениях на используемые ресурсы. Эффективность, в свою очередь, рассматривается как степень достижения целей системы.

Первым условием применения метода является возможность сведения системы к одной или совокупности независимых одноцелевых подсистем. При этом могут использоваться как агрегирование мало-различных целей, так и декомпозиция системы на подсистемы с пренебрежением слабыми связями между ними [1].

Второе условие применимости метода заключается в иерархическом характере оптимизируемой системы. Это значит, что система может быть представлена как совокупность функциональных компонент (случай однокомпонентной системы не исключается), а каждая компонента может быть развернута в иерархию единиц [2].

Третье и основное условие применимости метода состоит в аналогичности единиц, принадлежащих одному уровню иерархического разбиения каждой компоненты. Под аналогичностью нами понимается одинаковое функциональное назначение и одинаковая значимость для достижения цели системы. Совокупность аналогичных единиц составляет класс-аналог компоненты.

Цель системы достигается благодаря ее организации, которая состоит в объединении функциональных компонент в систему, а их единиц в подсистемы. При этом подсистемы, образованные из единиц, принадлежащих соответствующим классам-аналогам компонент, также являются аналогичными и составляют класс-аналог подсистемы.

Четвертым условием применимости предлагаемого метода оптимизации является возможность измерения эффективности всей системы в целом и подсистем всех выделенных классов-аналогов.

Для любой системы, удовлетворяющей рассмотренным требованиям, глобальная цель может быть декомпозирована на цели ее функциональных компонент и цель организации системы; цель каждой компоненты может быть развернута в дерево целей ее единиц, а цель организации системы - в дерево целей организации подсистем. В то же время цель системы может быть представлена деревом целей ее подсистем, а цель каждой подсистемы - декомпозирована на цели ее составляющих функциональных единиц и цель организации подсистемы. И в том и в другом случаях цели функциональных единиц имеют одно и то же содержание, а цели организации заключаются в координации целей компонент или единиц.

Для формализации рассмотренного описания системы нами используется представление целей системы как расплывчатых множеств [3]. При этом носителем множества, задающего цель, является совокупность различных значений соответствующего выхода системы, а функция принадлежности совпадает со степенью достижения цели, т.е. с эффективностью системы по данному выходу. В этом случае перечисленные выше декомпозиции целей выражаются операциями пересечения и объединения расплывчатых множеств, которым соответствуют зависимости, связывающие эффективность системы, подсистем, функциональных компонент и их единиц. Не приводя название зависимости вследствие их громоздкости и ограниченности объема работы, отметим, что эффективность системы является монотонной функцией от эффективностей функциональных компонент и эффективности организации системы, а эффективность каждой компоненты монотонно зависит от эффективности всех ее единиц.

Утверждается, что для всех различных в системе аналогов существуют верхние пределы достижимой в настоящее время эффективности, обусловленные ограниченностью наших знаний о системе и ограниченностью выделенных на ее реализацию ресурсов. Помимо этого, вследствие подверженности системы влиянию множества неконтролируемых факторов эффективность ее функциональных единиц и подсистем имеет случайный характер.

Из сказанного следует, что повышение эффективности системы включает два взаимосвязанных, но существенно различных процесса:

выравнивание эффективности функциональных единиц по максимально достижимому в настоящий момент уровню и повышение максимально достижимых уровней эффективности для всех классов-аналогов. Необходимым для обоих процессов является учет эффективности организации системы.

Предлагаемый метод оптимизации реализует первый из названных процессов и базируется на следующих допущениях:

во-первых, за максимально достижимый уровень эффективности класса аналогов принимается максимальная (неслучайная) эффективность, зарегистрированная у какой-либо единицы этого класса;

во-вторых, эффективность функциональных единиц определяется как эффективность соответствующих им подсистем аналогов, что позволяет сравнивать эффективность функциональных единиц с учетом эффективности организации системы.

Алгоритм метода содержит следующие процедуры:

1. Выбор оптимизируемого класса аналогов.
2. Расчет эффективностей аналогичных единиц.
3. Выявление единиц, имеющих отклонения эффективности от среднего для всего класса аналогов уровня, превышающие пределы случайного разброса.
4. Диагностика причин неслучайных отклонений эффективности (выявление вызвавших их факторов).
5. В случае успешной диагностики производится распространение (исключение) факторов, касающихся внутренней структуры единиц с высокой (низкой) эффективностью на всем классе-аналоге.
6. В случае невозможности или затрудненности диагностики производится локализация источников отклонений эффективности путем перехода на следующий нижележащий уровень иерархии с возвратом на п. 2 рассматриваемого алгоритма.
7. Выход из цикла, т.е. завершение оптимизации компоненты производится после выполнения п. 2 при отсутствии единиц с неслучайными отклонениями эффективности или после выполнения п. 5 при успешной диагностике для всех анализируемых единиц или из п. 6 при достижении нижнего уровня иерархии компоненты. В последнем случае производятся специальные исследования недиагностируемых элементов для получения дополнительной информации с возвратом на п. 4 или максимально возможная замена неэффективных элементов на высокоэффективные.

8. Завершение работы алгоритма происходит после повторения рассмотренного цикла п.п. 1-7 для всех функциональных компонент системы. Реализация предложенного метода сопряжена с выполнением как формальных, так и творческих операций, поэтому не может осуществляться в автоматическом режиме. На основании сказанного можно заключить, что эффективная реализация предложенного метода возможна только в рамках автоматизированной системы. Данный метод может использоваться в АСНИ, если его целью является анализ систем на оптимальность их структур и параметров, а когда цель состоит в синтезе оптимальной системы - в САПР.

В заключение следует отметить, что предлагаемый метод обладает значительной универсальностью, поскольку условиям его применимости удовлетворяет широкий класс систем. Помимо этого к достоинствам метода следует отнести рациональное использование ресурсов, отведенных на исследование системы, обусловленное направленным поиском возможностей оптимизации системы, исключающим бесполезную затрату средств на оптимизацию достаточно эффективных единиц.

Л и т е р а т у р а

1. П е р в о з в а н с к и й А.А., Г а й ц г о р и В.Г. Декомпозиция, агрегирование и приближенная оптимизация. - М.: Наука, 1979, -342 с.
2. Г о р о х о в В.Г. Множественность представлений системы и постановка проблемы системного эталона. - В сб.: Системные исследования. - М.: Наука, 1972, с. 72-79.
3. Б е л л м а н Р., З а д е Л. Принятие решений в разрывчатых условиях. - В сб.: Вопросы анализа и процедуры принятия решений. - М.: Мир, 1976, с. 172-216.