

Системный подход к моделированию социально-экономических и научно-технических систем

Балашевич В.А.

Белорусский национальный технический университет

Под системой (социально-экономической, научно-технической) будем понимать любое объединение совокупности людей и средств их деятельности, интегрированное в единое целое общностью цели или поставленной задачи, и требующее для достижения цели (конечного результата) определенной совокупности ресурсов.

Большое разнообразие потребностей, возможных способов их удовлетворения, средств и путей достижения целей системы требуют решения проблемы выбора между различными альтернативами использования имеющихся ресурсов. Направляя ресурсы на удовлетворение одной потребности приходится в определенной степени жертвовать другой, предлагая для реализации цели один или несколько способов, нужно обоснованно отвергнуть все остальные способы ее достижения. Отсюда, одной из важнейших проблем управления социально-экономической и научно-технической деятельностью является выбор наилучшего с некоторой точки зрения плана использования ресурсов, стратегии действий или совокупности средств, направленных на осуществление поставленных целей – выбор оптимальной системы.

В настоящее время наиболее универсальным методом исследования задач такого рода является моделирование, а его методологической базой - системный подход, основанный на соизмерении затрат и эффективности [1].

Выбор систем по критерию затраты-эффективность производится с учетом распределения ресурсов по их подсистемам, компонентам и элементам, имеющим различные социально-политические и научно-технические функции, необходимые для выполнения конечной задачи, поставленной перед сравниваемыми системами в целом. Параллельно производится сопоставление разнообразных сочетаний этих систем при выполнении комплекса стоящих перед ними задач.

Таким образом, фактически сравниваются альтернативные варианты некоторой сложной многоцелевой системы.

Определенность и точность решения задачи выбора в значительной мере зависит от определенности и точности показателей эффективности и затрат, характеризующих сравниваемые альтернативные системы. Невозможность получить абсолютно точное математическое решение этой задачи возникает из-за различного рода неопределенности, неизмеримости или несоизмеримости различных показателей эффективности. В той или иной степени подобные аспекты имеются в любой задаче определения, сравнения и выбора систем [2].

Полностью избежать действия неопределенности невозможно, так как эти аспекты присущи реальным социально-экономическим и научно-техническим проблемам. Поскольку сравниваемые варианты систем характеризуются несколькими показателями - как минимум двумя: эффективностью и затратами - то альтернативы являются многомерными. В этих случаях математические методы не дают возможности получить однозначное решение. С их помощью можно отбросить только заведомо неприемлемые варианты, которые по всем социальным, научно-техническим, экономическим и т.д. показателям хуже других. В результате определяется совокупность доминирующих или оптимальных по Парето вариантов, которые предпочтительны по разным показателям, и по отношению к которым не существует вариантов, лучших, чем рассматриваемые, по всем сравниваемым показателям.

В связи с этим выделяют три класса вариантов альтернативных систем: осуществимые, доминирующие, оптимальные.

В число осуществимых вариантов включаются все те сравниваемые системы, каждая из которых может быть создана в пределах имеющихся ресурсов, с учетом научно-технических возможностей их разработки и производства. Каждый из этих вариантов систем может быть создан в отдельности, но не вместе с другими, и в этом смысле они являются альтернативами

При выборе доминирующих вариантов систем из совокупности осуществимых исключаются альтернативные

варианты систем, худшие всех остальных вариантов по всем принятым в исследовании показателям эффективности и затрат.

Оптимальный вариант системы может быть определен исходя из совокупности доминирующих вариантов, если будет введен дополнительно критерий выбора высшего порядка. Выбрать оптимальную систему можно, например, введя определенные ограничения на затраты, или предъявив какие-то определенные требования к ее эффективности. Но определение величины этих требований и ограничений выходит за рамки данной частной проблемы и является составной частью более общей задачи высшего уровня. Для нахождения оптимального решения всегда требуется применить критерий, по крайней мере, на один уровень выше по сравнению с критерием отбора доминирующих вариантов.

Смысл выявления доминирующих альтернатив заключается в том, что при окончательном принятии решения рассматриваются только те варианты систем, которые в каком-либо отношении, или по ряду характеристик, являются наилучшими. Число альтернативных систем, из которых нужно произвести выбор, при этом становится существенно меньшим, чем при первоначальной постановке задачи, что облегчает принятие решения.

Выбор оптимального варианта системы из ряда представленных на рассмотрение является основным и завершающим этапом системного анализа.

Метод затраты-эффективность не дает возможности осуществить однозначный выбор не только из-за неопределенности, неизмеримости и несоизмеримости используемой информации, но и вследствие многомерности характеристик сравниваемых вариантов систем. Чтобы сузить область альтернативных систем, представляемых для окончательного решения, требуется или введение каких-либо общих ограничений на ряд параметров сравниваемых вариантов систем или сокращение числа независимых измерений, по которым производится выбор наилучших альтернативных систем. Сделать это при решении какой-либо конкретной задачи можно разными способами: с помощью экспертных суждений, с помощью эмпирико-статистических методов исследования, или путем получения нужных показателей извне, экзогенным путем.

Однако ограничения на величину ресурсов, выделяемых системам, можно в достаточной мере обосновать только на основе анализа более общей задачи распределения ресурсов. Чем больше ресурсов будет выделено для выбранной системы, тем меньше их останется для других систем, которые также необходимы для развития общества, но которые выполняют совершенно иные социально-экономические или научно-технические задачи и потому не включаются в данное частное исследование. Для того, чтобы найти соотношение между этими системами по затратам и эффективности, необходимо рассмотреть более общую проблему. При этом такое исследование не требует детального анализа внутренней структуры сравниваемых систем, поскольку ее оптимальная конфигурация была уже найдена на более низком уровне анализа.

Таким образом можно подойти к концепции частной или локальной оптимизации, сущность которой заключается в расчленении общей проблемы на части, на подзадачи, и нахождении наилучшего варианта решения каждой из частных задач математическими средствами. В результате такого расчленения проблемы частные решения в отношении наилучших вариантов систем зависят от меньшего числа факторов, которые можно точнее учесть. При этом предполагается, что решения на более высоком уровне уже найдены.

Сама логика системного исследования строится аналогично системной логике или структуре исследуемой системы: по иерархическому принципу объединения элементов в системы, то есть в данном случае - частных задач в более общие, или наоборот - расчленение систем на элементы аналогично разделению общих проблем на частные задачи. При этом структура задач изоморфна структуре систем и таким образом ее моделирует.

Наиболее серьезная трудность, возникающая при осуществлении частной оптимизации, заключается в том, что локальный оптимум, найденный на более низком уровне, может отклонять, если ему следовать, решение всей проблемы от глобального оптимума [2] Так, например, максимизировав эффективность подсистемы в рамках частного исследования,

можно упустить из виду взаимодействие подсистем системы, так что максимальное значение эффективности подсистемы, или эффективности в выполнении отдельной задачи, не всегда дает максимум конечной эффективности системы в целом. Поэтому при разделении проблемы на части всегда нужно иметь в виду общую цель, хотя математически строго найти соотношение между локальным и глобальным оптимумом невозможно даже для условий полной определенности, измеримости и соизмеримости всех показателей, характеризующих затраты и конечную эффективность системы.

Ценность частной оптимизации в том, что она позволяет выделить из проблемы выбора наилучшей системы ту ее часть, которая поддается решению математическими средствами - с помощью математических моделей эффективности и затрат. При этом некоторые характеристики социально-экономических или научно-технических систем последовательно фиксируются на ряде каких-либо определенных уровней, и оптимальное решение для моделей находится по ограниченному числу переменных для каждого уровня параметров сравниваемых систем.

Таким образом, система моделей строится по иерархическому принципу: для наиболее высокого уровня строится глобальная, сильно агрегированная модель, из которой определяется ряд показателей, используемых в более подробных моделях для отдельных блоков или частей рассматриваемой системы на более низких уровнях и т.д. Вопросы согласования решений на разных уровнях иерархии системы моделей рассмотрены в работе [3].

Литература

1. Цурков В.И. Декомпозиция в задачах большой размерности. М.: Наука, 1981. – 352 с.
2. Лэддон Л.С. Оптимизация больших систем. – М.: Наука, 1975, - 432 с.
3. Балашевич В.А. Согласование плановых решений в многоуровневых системах // Вестник БГПА, №2, 2002, с. 77-79.