

Системные исследования энергетики: 50-летие надежд после 20 лет в тени

А.А. Макаров

Институт энергетических исследований
Российская Академия Наук

VII Мелентьевские чтения

Москва, апрель 2013 г.



Системный подход – методология научного познания и практики исследования объектов и процессов окружающего мира как *систем*, обладающих следующими *признаками*:

- свойства целого, как правило, отличается от суммы свойств составляющих его частей,
- имеет сложные внутренние и внешние связи и синергические эффекты взаимодействия её элементов - целостности, концентрации, централизации, агломерации и др.,
- включают объект и органы управления и подчиняются общему принципу наименьшего действия, реализуемому через оптимизацию их деятельности,
- будущее состояние и поведение системы однозначно непредсказуемо, что делает неизбежным адаптивное управление её функционированием и развитием.

Системное моделирование – *формализованное описание* изучаемой системы с соблюдением *требований системного подхода*. Как правило, на современном этапе наиболее удобным языком является математика и поэтому в большинстве случаев речь идет о *математическом моделировании систем*. Модели описывают *эволюцию* производственно-технологических связей и социально-экономических характеристик системы, пространственного размещения и связей её элементов и взаимосвязей с другими системами, а также формулирует *критерии эффективности* её функционирования и развития.

Системный анализ – совершенствование существующих и разработка новых *методических средств* изучения функционирования и развития естественных и искусственных систем для обоснования эффективных решений.

Системные исследования – *изучение* сложных теоретических и практических *проблем методами системного анализа*.

Таким образом, суть системного подхода состоит в интерпретации всего окружающего как взаимодействия многомерного конгломерата объективно существующих систем, а системная методология даёт более или менее адекватные средства изучения и совершенствовании существующих систем и конструировании новых. Определение состава и взаимосвязей реальных систем, изучение их текущего состояния и перспектив *с целью повышения эффективности соответствующей сферы человеческой деятельности* составляет **предмет** системных исследований. Отказ от стремления получать результаты «в общем виде» или в форме универсальных правил при нацеленности на глубокую проработку конкретной проблемы во всех её аспектах и связях составляет основное содержание системных исследований вообще и энергетики в частности.

Характеристики объекта и средства системных исследований

LOGO

Характеристика объекта системных исследований	Способы отображения характеристики в системных исследованиях
1. Необозримая сложность больших систем ввиду неисчислимости: полного состава элементов, состава внутренних связей - технологических, - территориальных, - социально-экономических, состава внешних связей - производственно-экономических, - по природным ресурсам, - социальных.	1.1. Эвристические приёмы постановки задачи исследования, устанавливающие: - состав существенных элементов, внутренних и внешних связей системы, - состав и субординацию её подсистем, - задачи их управления и требуемую ими детализацию объектов и связей, состав и агрегирование информации. 1.2. Методы математического моделирования, описывающие особенности энергетических объектов и множество технологических, территориальных, финансовых и экономических связей между ними. 1.3. Методы допустимого агрегирования информации и формирования адекватных её точности математических моделей.
2. Активность (целеустремлённость) систем, порождаемая: - общим принципом наименьшего действия, - присущим всему живому стремлением к выживанию в условиях конкуренции. Системам свойственны неполная осознанность, изменчивость и противоречивость целей и формулирующих их критериев эффективности	2.1. Разнообразные методы оптимизации решений. 2.2. Формальные и эвристические методы согласования интересов: - методы многоцелевой оптимизации, - методы теории игр. 2.3. Формальные и эвристические методы разрешения конфликта интересов
3. Динамичность систем, порождаемая адаптацией к окружающей среде. Она проявляется в изменении состава и параметров элементов и связей и состоит в: - обусловленности будущих состояний предшествующими, - зависимости принимаемых решений от текущего состояния и будущих условий.	3.1. Методы динамического программирования. 3.2. Методы поэтапной оптимизации статических решений. 3.3. Динамические оптимизационные модели. 3.4. Неравновесные динамические модели.
4. Неопределённость внешних условий, внутренних параметров и поведения систем, порождаемая непознаваемостью объекта и его взаимосвязей с окружающей средой и проявляющаяся в виде: - погрешности доступной информации, - неясности мотиваций и непредсказуемости поведения людей, - неоднозначности реакции объекта на внешние воздействия (бифуркации).	4.1. Эвристические процедуры формирования сценариев. 4.2. Методы статистического моделирования условий развития систем. 5.3. Методы структуризации множеств и распознавания образов. 5.4. Методы принятия решений в условиях неопределённости. 5.5. Методы риск-анализа, идентификации и предотвращения кризисов.

Условности системных исследований

Характеристика объекта системных исследований	Способы отображения характеристики в системных исследованиях	Условности отображения характеристики
1. Необозримая сложность больших систем ввиду неисчислимости полного состава их элементов, внутренних и внешних связей	1.1. Эвристические приёмы постановки задачи исследования. 1.2. Методы математического моделирования системы. 1.3. Методы допустимого агрегирования информации и формирования адекватных её точности математических моделей.	Парадигма системности воспринимается как естественное, но не имеет достаточного обоснования и правил выделения систем из окружающей среды. Основной постулат: возможна системная организация бесконечного множества элементов и отображение их взаимодействий агрегированными связями между системами. Это а) на многие порядки уменьшает для исследователя необозримую сложность мироздания и б) позволяет ему без потери информации вычленять конкретный объект исследования (систему) из среды. Постулат и следствия спорны. Системная <i>интерпретация</i> окружения и <i>структуризация систем</i> требует определённой их <i>субординации</i>, напр., иерархической соподчинённости. Это уменьшает проблему сложности на многие порядки, но не обеспечивает возможности полного описания реальной системы даже самого низкого иерархического уровня. Пока преодоление «проклятия сложности» системная методология видит лишь в кропотливом изучении объекта <i>эвристически</i>, т.е. «методом проб и ошибок». Основным инструментом исследования служит математическое моделирование, представляет собой эвристический процесс формализации систем, завершённости которого противоречит теории познания. Обоснованное выделение объекта и адекватная постановка задачи системных исследований является сложной и кропотливой работой по согласованию представлений специалистов, результатов расчётов на математических моделях и реалий окружающего мира. Моделирование - эффективный инструмент тестирования системы, но не его изощрённость, а знания и способности специалистов определяют успешность системного исследования.
2. Активность (целеустремлённость) систем. Изменчивость и противоречивость их целей	Разнообразные методы оптимизации решений, согласования интересов и разрешения конфликтов	Системы имеют не одну, а множество целей и практически по всем им находятся в <i>конфликте интересов</i> как внутри себя, так и с другими системами. Но формализованные методы разрешения конфликта интересов в условиях реальной конкуренции ещё не созданы.

Условности системных исследований - продолжение

3. Динамичность систем.	Методы динамического программирования.	Известные динамические методы обеспечивают <i>оптимальное равновесие</i> системы на каждом этапе и во многом экстраполируют предшествующее развитие системы. Не умеем моделировать реальные неравновесные динамические системы.
4. Неопределённость внешних условий, внутренних параметров и поведения систем.	4.1. Процедуры формирования сценариев. 4.2. Методы статистического моделирования. 4.3. Методы структуризации множеств и распознавания образов. 4.4. Методы принятия решений в условиях неопределённости. 4.5. Методы риск-анализа, идентификации и предотвращения кризисов.	Неопределённость развития больших систем порождается всеми тремя их базовыми свойствами: сложностью, активностью и динамичностью. Кроме того, система и её смежники могут попадать в зону неустойчивости и становиться источником неопределённости в форме <i>бифуркаций</i>, отвечая большими скачками поведения (кризисами) даже на малые изменения условий. Методы прогнозирования опасности и выработки мер предотвращения таких кризисных ситуаций ещё не разработаны. Вместе с тем, названные 5 методов <i>принятия решений</i> при неопределённости <i>исходной информации</i> о параметрах объектов и связей системы, поведении её органов управления и изменении будущих условий широко применяются в исследованиях больших систем. Но и они не способны преодолеть проблему неопределённости в развитии систем и «платят» за неё снижением качества принимаемых решений из-за а) невозможности получать решения, действительно оптимальные даже по принятому критерию, б) неоднозначности самих критериев оптимальности, в) незавершённости в каждый период времени процесса планирования, то есть несогласованности решений задач разной заблаговременности по развитию данной системы и тем более смежных систем.

Апология системных исследований

- ❖ Экспертные оценки - произвольные и не воспроизводимые другими процедуры - пронизывают системные исследования (СИ) на всех этапах и ставят под сомнение их объективность. Сомнениям противостоят следующие соображения:
- ❖ Другие способы принятия решений – по интуиции, мозговым штурмом, консенсус-прогнозами и др. - делают процесс ещё менее прозрачным, хотя и не столь дорогостоящим.
- ❖ Главное достоинство СИ – возможность виртуального эксперимента.
- ❖ 1. Инструмент **подготовки кадров**: работа на моделях с осмысливанием причин несоответствия результатов «здравому смыслу», с расчётами при изменении компонент исходных данных и изучением их влияния на решения, а также с интерпретацией используемых методов – лучший из известных способов получения знаний о больших системах и их реакции на изменение внешних и внутренних факторов.
- ❖ 2. Формализмы СИ открыли новый путь накопления и структуризации **научных знаний** в социально-экономической сфере. Он включает: а) обнаружение в ходе исследований очередных актуальных проблем, б) нахождение способов их преодоления, в) фиксацию их в математических моделях и методах, г) выявление новых проблем. Прогресс на этом пути был внушителен уже на жизни одного поколения, хотя в последние 20 лет замедлился.
- ❖ 3. Методология СИ незаменима как язык и инструмент коммуникаций между участниками реальных **бизнес-процессов**, имеющими несовпадающие и часто противоположные интересы. Он раскрывает обсуждаемую задачу до устраивающей заинтересованных детально-сти и прозрачности результатов и оценивает вероятности их достижения. При этом определяется состав и количественно оцениваются риски с их возможным распределением между участниками, хотя они получают «в нагрузку» и неявные риски из-за названных выше условностей системного подхода. Но применение системного подхода постепенно отсеет негодные предпосылки, методы и средства – вместе с использующими их организациями.

Институт энергетических исследований РАН
www.eriras.ru

Как всегда, дорогу осилит идущий

Спасибо за внимание!