Министерство образования и науки Российской Федерации

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Е.Г. ПОРСЕВ

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Утверждено
Редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия

НОВОСИБИРСК
2010

УДК 519.242(075.8)
П 599

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф., *В.П. Горелов*
канд. техн. наук, доц. *В.В. Бирюков*

Работа подготовлена на кафедре
электротехнических комплексов
для магистрантов первого года обучения
по дисциплине «История и методология науки
и производства»

Порсев Е.Г.

П 599 Организация и планирование экспериментов: учеб. пособие / Е.Г. Порсев. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. – 155 с.

ISBN 978-5-7782-1461-3

Пособие посвящено изучению курса «История и методология науки и производства» по учебному плану в магистратуре НГТУ, обоснованию и разработке программы и методики проведения научно-технических экспериментов. Изложены основные понятия системного анализа, регрессионного анализа и методов уменьшения набора переменных, а также приведены правила оформления программы-методики.

Может быть использовано при подготовке магистров по направлению «Электротехника, электромеханика и электротехнологии», а также будет полезно аспирантам, докторантам, научным работникам и слушателям системы повышения квалификации и переподготовки кадров.

УДК 519.242(075.8)

ISBN 978-5-7782-1461-3

© Порсев Е.Г., 2010
© Новосибирский государственный технический университет, 2010

ВВЕДЕНИЕ

Процесс создания новой техники представляет собой чаще всего процесс решения многокритериальной задачи оптимизации. Под оптимизацией следует понимать не только отыскание оптимальных режимов работы создаваемой технической системы, но и составление адекватного прогноза ее развития, что возможно при наличии математической модели системы. Зачастую этот процесс связан с проведением большого количества экспериментов, требующих больших материальных затрат и затрат времени. Значение теорий системного анализа и математического планирования экспериментов состоит в том, что они позволяют минимизировать указанные затраты и открывают новый подход к инженерным экспериментальным исследованиям.

Методы системного анализа и теории математического планирования эксперимента учат многофакторному, системному подходу в изучении сложных явлений вместо старого традиционного одностороннего, однофакторного подхода. Даже при неполном знании внутренних закономерностей изучаемых явлений в объектах путем направленного активного эксперимента можно получить математическую модель сложного объекта, включающую наиболее существенные факторы, независимо от их природы (модель «черного ящика»). Такую математическую модель (эмпирическую) можно с успехом использовать не только для управления и нахождения необходимых режимов работы технической системы, но и для обнаружения ряда взаимосвязей в объекте, которые ранее были неизвестны или на них не обращали внимания ввиду кажущейся малозначимости.

Используемый при решении задачи оптимизации математический аппарат является достаточно общим, что позволяет его применять как для исследования реальных явлений природы и технических систем («второй природы»), так и при исследовании физических и математических моделей систем.

«Цель всякой научной работы –
предвидение и польза»
Д.И. Менделеев

1. СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Прежде чем приступить непосредственно к изучению общих положений проблемы оптимизации развития систем, следует познакомиться с некоторыми важными понятиями и определениями, такими, как искусственная система, прогнозирование и планирование, оптимальный план, критерий, математическая модель системы, информация.

Искусственная система (в дальнейшем – просто система) – это созданная человеком совокупность объектов, взаимно связанных некоторыми общими целями и режимами работы, характерными для этой совокупности. Можно также сказать, что система есть объединение элементов, образующих связное целое в некотором заранее принятом смысле. Заметим, что когда объекты, в совокупности образующие систему, называют элементами, то тем самым обычно предполагают, что внутренняя структура этих объектов не рассматривается и они учитываются в общей системе лишь внешними характеристиками и свойствами. Иначе говоря, под элементом понимают объект, не подлежащий разложению на составляющие его более мелкие объекты. Эти элементы-объекты, с одной стороны, имеют свои особенности, свойства и характеристики, а с другой – их поведение определенным образом согласовано, причем каждый из них играет подчиненную роль по отношению к системе в целом. В свою очередь, отдельный объект или некоторую часть системы – локальную группу объектов в задачах более низкого уровня можно снова представить в виде системы, состоящей из элементарных объектов.

Одним из важных следствий объединения элементов в систему является появление у этой системы таких системных свойств, которых нет у образующих ее элементов. Наличие таких системных свойств

называют **эмерджентностью**, а сами свойства – эмерджентными. Это явление представляет собой форму реализации одного из главных положений диалектики о переходе количественных изменений в качественные. При объединении элементов в систему они приобретают иные качества, которых нет у этих элементов, находящихся в изолированном состоянии. Это легко установить на примере энергосистемы и ее элементов – электрических станций, подстанций, линий электропередачи. В частности, свойство системы осуществлять одновременно и взаимосвязанно процессы производства, передачи и распределения электроэнергии присуще системе, но не отдельным ее элементам. Сами же эти элементы выполняют в системе функции и приобретают отдельные свойства, которых нет при их изолированном рассмотрении. Например, поток мощности по линии, соответствующий пределу статической устойчивости системы, обычно не равен предельному потоку этой же линии, взятой отдельно.

Аналогично хорошим примером может быть электротранспортное или машиностроительное предприятие, например акционерное общество «ЭЛСИБ» и его элементы: конструкторское бюро, заготовительный цех, цех механической обработки, литейный цех, электроцех, транспортное отделение и пр., хозяйство в целом как система взаимодействующих элементов может выдавать во внешнее пространство конечную продукцию – турбогенераторы, а отдельные ее части не могут этого сделать.

Структура системы – это строение, устройство системы, определяемой составом основных частей системы, их взаимосвязью и взаиморасположением. На основании структуры системы можно составить представление об основных свойствах, показателях работы и развития системы. Под структурой системы понимают ее основной состав. Сюда же включаются и связи данной системы с другими системами.

Все производственно-экономические системы можно условно разделить на два типа: динамические и статические.

Динамическая система в технико-экономическом смысле – это система с переменными во времени составом параметров и характеристиками, что является следствием изменения во времени требований, предъявляемых к системе. Издержки производства ее объектов в общем случае изменяются во времени и могут зависеть от параметров и режима работы не только данного, но и других объектов, а сами объекты могут входить в строй действующих в различные моменты времени. Динамическая система в общем случае не имеет конечного,

неизменного, установившегося состояния внутри любого конечного отрезка времени ее существования и, как правило, представляет собой развивающуюся систему.

В задачах развития системы требования к ней обычно формируются в виде показателей выпускаемой продукции: заданных во времени количества и качества, а также возможных вариантов размещения пунктов производства и потребления. Эти показатели получили название *условий тождества эффекта* (УТЭ).

Рассмотренные пункты производства иногда задаются как фиксированные, но часто на данной территории возможно различное их расположение и тогда приходится их выбирать в ходе решения оптимизационной задачи. Более того, при создании новых особо крупных народнохозяйственных комплексов или при решении вопросов создания новой технологии оптимизируются и первые два показателя и даже определяется вид продукции. Эти задачи здесь рассматриваться не будут, и дальнейшее изложение будет посвящено другому классу задач – задачам сравнительной эффективности использования ресурсов, которые решаются на основе заранее заданных условий тождества эффекта, т. е. все варианты должны удовлетворять одним и тем же требованиям по количеству и качеству продукции, заданным в виде тех или иных функций времени и места производства.

Статическая система не обладает качествами изменчивости, в ней все постоянно во времени, а именно условия тождества эффекта, издержки производства всей системы и каждого объекта, режим работы, состав и параметры объектов. Понятие о такой системе является определенной идеализацией, загрублением действительной картины и используется как упрощение лишь в тех случаях, когда это не приводит к заметным ошибкам.

Прогнозирование – это деятельность по выполнению прогноза, под которым обычно понимают предсказание исходов и изменений в развитии каких-либо событий, процессов, явлений, научно обоснованных суждений о возможных состояниях объекта в будущем и (или) альтернативных путях и сроках их осуществления. Поэтому подразумевается то, что человек выступает как пассивный наблюдатель того или иного процесса и выводит ожидающее его будущее из известных данных о настоящем и прошлом.

Планирование – это выбор состава мероприятий и последовательности их осуществления в будущем для выполнения поставленной

цели. Планирование предполагает активное вмешательство человека в процесс для придания ему требуемых свойств в будущем.

Оптимальное планирование – это способ получения оптимального плана (наилучшего в заданном смысле) – множества необходимых и достаточных предписаний, которыми устанавливаются состав и сроки изменения параметров и характеристик системы, определяющие в главных чертах оптимальное поведение системы в целом.

Критерий – это показатель, с помощью которого можно установить, соответствует ли полученное решение (план) заранее поставленной цели, а также дать сравнительную оценку качества различных планов в смысле большей или меньшей их близости к оптимальному плану. В литературе можно встретить и другое определение: критерием называется правило сравнения альтернатив, т. е. возможных решений или планов. В числе основных критериев народного хозяйства и входящих в него отдельных систем можно назвать критерии экономические, надежностные, социально-политические, оборонные, демографические, экологические и др. Их конкретные формы и влажность могут быть различными для разных систем и решаемых задач. Однако эти критерии сохраняют принципиальные черты на всех уровнях иерархии народного хозяйства. Так, критерий экономичности требует, чтобы любая система была наиболее экономически выгодна с позиций всего народного хозяйства (а не с позиций данной системы или данного региона). Математическое выражение критерия называют по разному: критериальным или целевым функционалом (или в более простых случаях – функцией), или функционалом (функцией) цели и качества. Во многих случаях функционалу дают название в соответствии со смыслом критерия. Например, если оценка производится по экономическому показателю (с помощью критерия экономичности), то применяют термин «экономический функционал», если по надежности – «функционал надежности» и т. д. [1].

Обычно в экономических задачах критериальный функционал есть число φ, которое принимает разные значения в зависимости от вида функции $\overline{X}\ t$ параметров состояния системы $\overline{X} = x_1, x_2, ...x_n$ и функции $\overline{Y}\ t$ параметров управления этой системы $\overline{Y} = y_1, y_2, ...y_m$ при интегрировании на отрезке (0, *T*) по независимому параметру *t* (времени):

$$\varphi = \int_0^T F\ \overline{X}\ t\ , \overline{Y}\ t\ dt\,. \qquad (1.1)$$

Отметим, что здесь речь идет об изменениях не только векторов параметров $\overline{X}$ и $\overline{Y}$, но и вида функций $\overline{X}\ t\ ,\overline{Y}\ t\ $. Именно последнее отличает функционал от сложной функции. При интервальной по времени t кусочно-постоянной аппроксимации изучаемого процесса, когда отрезок (0, T) делится на $T = \{1, 2,..., t,..., T\}$ интервалов длительностью Δt и в определенном масштабе задается $\Delta t = 1$ (например, $\Delta t = 1$ год), вместо формулы (1.1) запишем:

$$\varphi = \sum_{t=1}^{T} F\ \ \overline{X_t}, \overline{Y_t}\ ,\ t = 1, 2, \text{T}. \qquad (1.2)$$

Здесь $\overline{X}_t$, $\overline{Y_t}$, F_t принимают дискретные постоянные значения на каждом интервале $t = 1, 2, \ldots T$ и изменяются скачками на стыках соседних интервалов.

Этот вид экономического функционала получил наибольшее распространение и будет рассмотрен далее. Для решения задач экономической оптимизации в качестве экономического функционала (функции) используют так называемые приведенные затраты – специальную функцию для соизмерения выгодности различных вариантов исполнения системы, имеющих разные капиталовложения и разные издержки производства, а на современном этапе – валовая прибыль.

В ряде случаев может быть так, что φ имеет некоторое множество локальных экстремумов. Среди них имеется один, превосходящий все остальные – глобальный экстремум. План системы, обеспечивающий этот экстремум, называют оптимальным, т. е. наилучшим в смысле данного критерия (именно он и является искомым). Иногда глобальный экстремум называют критерием оптимальности.

Необходимо указать, что как словесная, так и математическая формулировка критерия всегда подчинены единственной (и только единственной) и непротиворечивой цели. Если оптимизация преследует несколько несводимых одна с другой целей, то для каждой из них должен существовать свой функционал. Такую оптимизацию называют многоцелевой, или многокритериальной.

Математическая модель системы – математическое описание таких основных свойств системы-оригинала, которые в совокупности достаточно полно и правильно характеризуют эту систему. Математическая модель планирования состоит из критериального (целевого) функционала (1.2) (функции), записанного с учетом характерных свойств

данной системы и вместе с тем учитывающего общие свойства критерия для соответствующего класса задач, уравнений связи между параметрами системы

$$f_j \quad x_{it} \quad = 0 \text{ , при } j = 1, 2, J;\ t = 1, 2, ..., T;\ i = 1, 2, n, \qquad (1.3)$$

а также ограничений, указывающих на допустимые пределы изменения параметров или некоторых их функций (функциональные ограничения):

$$x_{i,t\,\min} \le x_{it} \le x_{i,t\,\max} \text{ , при } i = 1, 2, ..., n;\ t = 1, 2, ..., T; \qquad (1.4)$$

$$\Phi_{l\,\min} \le \Phi_l \quad x_{it} \quad \le \Phi_{l\,\max} \text{ , l = 1, 2, ..., } L. \qquad (1.5)$$

Все переменные параметры подразделяют на две группы: зависимые и независимые. Число зависимых параметров равно J – числу независимых уравнений связи (1.3). Все остальные параметры образуют группу независимых переменных: их можно изменять в пределах заданных ограничений. Эти ограничения образуют так называемую допустимую область решения, в которой задан критериальный функционал.

Математические модели обычно формируются в таком общем виде, чтобы они были применимы не только к какой-то одной конкретной системе, но и ко всему классу аналогичных систем при решении данного вида задачи.

Совместный учет в модели общих свойств данного класса систем применительно к определенному виду задач и частичных свойств каждой конкретной системы придает модели качества универсальность и конкретность. Так как в разных задачах для одной и той же системы могут быть существенными разные ее свойства, то для одной и той же системы можно сконструировать несколько различных моделей. При этом все они являются приближенными, упрощенными (голоморфными или не вполне изоморфными). Однако в любом случае модель должна отражать все главные, определяющие свойства системы в рассматриваемом смысле, с точки зрения поставленной цели, и вместе с тем желательно, чтобы в ней не присутствовали показатели, характеристики и параметры, которые не требуются для решения данной задачи и которые не оказывают заметного влияния на решение.

Управление – это совокупность воздействий на систему (или объект) для достижения заранее поставленной цели. Оптимальное управление – наилучшее в каком-то заранее принятом смысле.

Информация – это полученные для тех или иных целей сведения о каком-либо событии. Использование информации увеличивает наши знания об этом событии. Без информации невозможно существование так называемых организованных систем. Использование информации о процессах и явлениях, происходящих во внешнем мире и внутри системы, определяет организованность системы, т. е. ее способность выполнять поставленные перед ней задачи. В кибернетике установили количественную меру информации исходя из представления о том, что количество используемой информации и организованность системы находятся в прямой зависимости. Такой мерой служит энтропия, с помощью которой можно измерить вероятность перехода системы от одного уровня организованности к другому (понятие энтропии непосредственно связано со вторым законом термодинамики, однако в кибернетике его трактуют более широко, соотнося энтропию не только с термодинамическим, но и любым другим состоянием системы), с повышением организованности, что связано с увеличением принятой и использованной информации.

1.2. МЕТОДОЛОГИЯ СИСТЕМНОГО ПОДХОДА

Зародившаяся в конце первой половины XX века кибернетика, или наука об общих законах управления, информации и связях в механизмах, организмах и обществах, в настоящее время глубоко проникла в самые различные сферы деятельности человеческого общества. Одной из основных ветвей кибернетики является техническая кибернетика или общая теория управления искусственными техническими системами, куда включаются и производственно-экономические системы. Развитие технической кибернетики идет по нескольким основным направлениям: теории сложных, адаптивных и оптимальных систем управления. Последняя теория является важнейшей. В ней исследуются общие законы и принципы оптимального управления самых разнообразных искусственных, и в первую очередь так называемых больших систем; на их основе разрабатываются предписания (программы, алгоритмы) действия, которые бы наилучшим образом отвечали поставленным целям управления системой как в самом ближайшем, так и в отдаленном будущем. В этом смысле техническая кибернетика – наука предвидения оптимального управления искусственными техническими системами. Методологической основой такого предвидения является

так называемый системный подход, в котором в качестве «рабочего инструмента» используется системный анализ.

Техническая кибернетика имеет дело с техническими свойствами искусственных систем. Применительно к энергосистемам и мехатронным системам речь может идти об обеспечении оптимальных условий поддержания и создания технических средств и параметров системы, например, надежности, качества электроэнергии, точности функционирования (частоты, напряжения). Аналогично технической кибернетике развивается так называемая экономическая кибернетика, которая является соединением кибернетики, экономики и математики. Ее назначение – дать законы и правила оптимального экономического функционирования и развития искусственных человеко-машинных систем. Ее иногда называют эконометрической, или теорией оптимального экономического управления производственно-экономическими системами.

Одна и та же система может иметь разные наименования в зависимости от постановки задачи и типа изучаемых ее свойств – технических, экономических, информационных и т. д.

Употребленный в заглавии параграфа термин «*системный подход*» относится к числу основополагающих и нуждается в пояснениях.

Системный подход – это формализованная технико-экономическая реализация основных положений диалектики о единстве, взаимосвязанности, целостности явлений и вечного движения материи во времени и пространстве [2, 3, 4]. Системный подход опирается на признание объективного характера всеобщей связи, причинной обусловленности явлений, господства необходимости, правильного сочетания необходимости и случайности. Методология системного подхода опирается на четыре главных положения:

1) окружающая действительность должна изучаться в ее единстве, развитии и целостности;

2) наши знания окружающей действительности всегда относительны, ибо они отражают неполную информацию о совокупности тех или иных событий, явлений, а также свойств изучаемых явлений;

3) в природе и обществе, в производительных силах и производственных отношениях всегда прослеживаются причинно-следственные связи, которые являются проявлением объективных законов развития природы и общества;

4) все события, явления должны изучаться с учетом конкретных физических и исторических условий, их социальной сущности, социальных связей и связей во времени.

Применительно к задачам оптимизации системный подход опирается на важнейшее положение о том, что в основе оптимизации всего народного хозяйства и всех его частей лежит общий критерий оптимальности.

Подход к любым задачам оптимизации развития любых входящих в народное хозяйство производственно-экономических систем должен быть подчинен указанному общему критерию, и именно это является отправным моментом системного подхода в современных условиях. Этот подход представляет собой органическое единство следующих основных принципов исследования:

1) система должна рассматриваться именно как система, как единое целое, а не как простая совокупность составляющих ее элементов: именно отсюда и возник термин «системный подход»;

2) система всегда находится, с одной стороны, в окружении других систем, в том числе систем других типов, и испытывает на себе их влияние, а с другой стороны, она находится на некотором уровне иерархии систем данного типа и ее управление также обладает свойствами иерархичности;

3) в основе оптимизации должны лежать предварительно и достаточно четко сформулированные цели решения; эти цели должны быть конкретным выражением общего критерия оптимальности народного хозяйства применительно к данной системе и данной задаче;

4) оптимизационная модель системы должна учитывать все определяющие свойства системы (не вообще все без разбора, а именно определяющие), с помощью которых можно составить достаточно полную картину поведения системы в заданном смысле; должны быть также учтены и соответствующие связи системы с окружающей средой;

5) полученное решение в ходе его реализации должно с течением времени корректироваться и дополняться с учетом вновь появившихся, ранее не учтенных обстоятельств или возможных уточнений использованной ранее информации; иначе говоря, реализация решений должна быть адаптивной.

Системный подход определяет концепцию изучения систем. Однако для получения тех или иных решений требуется определенная последовательность изучения параметров системы, при которой используется совокупность методов, предназначенных для изучения сложных систем. Эта совокупность методов системного подхода получила специальное название – системный анализ. В дальнейшем на этом остановимся более подробно.

1.3. БОЛЬШИЕ СИСТЕМЫ

Все искусственные системы, т. е. системы, созданные человеком, развивающиеся под его управляющим воздействием и состоящие из совокупности овеществленного и живого труда, обладают некоторыми физико-техническими и экономическими свойствами. Первые подчиняются физическим и химическим законам, не зависящим от социального строя, местоположения системы и времени их применения. Наоборот, экономические свойства этих систем являются прямым результатом деятельности организованных коллективов людей. Из этого вытекает их социальная природа и зависимость от социального строя, местоположения и времени. В тех случаях, когда изучаются преимущественно экономические свойства искусственных систем, принято называть эти системы производственно-экономическими. Большие производственно-экономические системы (к ним относятся и электроэнергетические системы) обладают рядом свойств, которые и позволяют называть их большими. Термин «большая система», относится лишь к такой динамической системе, которая может быть изучена только на основе системного подхода и с применением системного анализа. В настоящее время нет общепринятого развернутого определения понятия «большая система», однако можно назвать следующие ее главные свойства (которые, кстати, не являются исчерпывающе полными):

1) организованность и управляемость на основе адаптации и эргатичности;
2) двойственность природы;
3) иерархичность и взаимосвязанность с внешней средой;
4) многокритериальность;
5) большое разнообразие состояний и свойств;
6) многовариантность функционирования и развития;
7) устойчивый динамизм развития.

Рассмотрим эти свойства.

1. Организованность и управляемость на основе адаптации и эргатичности. Под организованной системой понимается такая система, которая обладает следующими тремя свойствами:

а) некоторой упорядоченностью ее элементов, т. е. элементы системы расположены не хаотично, а в определенном порядке, благодаря чему система в состоянии выполнять целенаправленные действия;

б) наличием функционально разных, но взаимосвязанных частей, позволяющих различать структуру и назначения элементов системы, определять характер взаимодействия их между собой и окружающей средой;

в) непрерывно реализуемой способностью получать извне информацию и использовать ее для поддержания упорядоченности на определенном уровне; без информации о внешнем мире любая система рано или поздно утратит свою организованность.

Если система получает и использует информацию в таком размере и такими способами, что повышает свою организованность, то такая система называется самоорганизующейся. Процесс самоорганизации тесно связан с адаптацией, приспособлением системы к внешней среде. В частности, к самоорганизующимся системам относятся живые организмы и их совокупности, а также искусственные человеко-машинные системы, в которых управление осуществляется при руководящей роли человека. Процесс повышения организованности такой системы есть результат целенаправленной деятельности человека. Задача оптимизации развития искусственных систем как раз и преследует цель найти такие способы, с помощью которых человек наилучшим способом повышает совершенство, организованность этих систем. Большие технико-экономические системы – всегда управляемые системы, т. е. их движение является целенаправленным на основе некоторого алгоритма управления.

В целом можно сказать, что управление такой системой выполняется с некоторым приближением и является адаптивным, т. е. приспосабливается к изменяющимся во времени свойствам системы и взаимодействующим на систему внешним условиям.

Особо важным для большой системы является обязательное присутствие человека в системе управления, который играет главную роль и без участия которого система существовать и выполнять свои функции не может. Такие управляемые при решающем участии человека системы называют *эргатическими*.

2. Двойственность природы. Эти системы, с одной стороны, являются причинно обусловленными: их движение (т. е. выполнение определенных функций в каждый момент времени и дальнейшее развитие) обусловлено некоторыми объективными причинами. С другой стороны, большие системы не являются строго детерминированными и обладают вероятностными и частично неопределенными свойствами вследствие случайных воздействий окружающей среды. В результате в любой момент времени нельзя точно описать состояние системы.

3. Иерархичность и взаимосвязанность с внешней средой. Все народное хозяйство является большой системой, которую можно представить состоящей из подчиненных систем. Каждую из этих систем, которые также являются большими, можно разделить на подчиненные системы и т. д. В результате народное хозяйство выглядит как некоторая, иерархически построенная совокупность больших систем.

4. Многокритериальность. Существование и развитие большой системы подчинено выполнению такой общей цели (см. цитированный выше общий критерий оптимальности), математическая формализация которой невозможна с помощью какого-то единственного критерия. Оценку соответствия между поведением системы и общей целью можно дать с помощью некоторой совокупности частных критериев, довольно часто не сводимых один к другому. Возможные пути решения оптимизационных задач в условиях многокритериальности будут рассмотрены в гл. 2.

5. Большое разнообразие состояний и свойств. Чтобы создать алгоритм точного оптимального управления, нужно, прежде всего, иметь точные сведения о параметрах и поведении системы. Однако полноценное наблюдение большой системы невозможно из-за большого числа параметров и главное очень большого разнообразия ее состояний и свойств. В результате удается определить состояние и свойства системы лишь приблизительно. Но это значит, что алгоритм управления такой системой должен обладать свойством адаптации к все новым и новым появляющимся сведениям о системе, и без этого вообще не может идти речь об управлении, хотя бы приближенном к оптимальному (субоптимальном).

6. Многовариантность развития и функционирования. При изучении возможных будущей структуры и отдельных объектов системы обнаруживается, что ожидаемый темп роста глобальных показателей системы можно обеспечить далеко не единственным способом, т. е. можно указать несколько допустимых вариантов развития системы, отличающихся между собой по структурным показателям, составу и параметрам объектов, затратам материальных и трудовых ресурсов. Более того, среди них часто имеется несколько лучших, примерно одинаково удовлетворяющих данному критерию оптимальности, но существенно разных как в деталях, так и по основной структуре. Именно в этом смысле понимается многовариантность развития. Аналогичная ситуация имеет место и для текущего функционирования системы. Здесь также возможна многовариантность при приблизительно одинаковом удовлетворении критерия данного качества.