

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики
(НИУ ИТМО)

Магистерский корпоративный факультет

А.В. Чугунов, Д.Р. Трутнев

Прикладная информатика

Учебное пособие

**для поступающих в магистратуру по направлению
«Прикладная информатика» 230700.**

**Магистерская программа:
«Управление государственными
информационными системами»**

Издание 2-е доп.

Санкт-Петербург

2014

УДК 65.01+ 004.9

С-40

Рецензенты:

докт. техн. наук, проф. *А.А. Бобцов*

(Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики);

докт. физ.-мат. наук *Н.В. Борисов*

(Санкт-Петербургский государственный университет)

*Печатается по решению Ученого совета Магистерского
корпоративного факультета Санкт-Петербургского национального
исследовательского университета информационных технологий,
механики и оптики*

Чугунов А.В., Трутнев Д.Р.

С-40 Прикладная информатика Учебное пособие для поступающих в магистратуру по направлению «Прикладная информатика» 230700. Профиль подготовки: «Управление государственными информационными системами»/ СПб: НИУ ИТМО; ред. **М.В. Сухорукова, А.В. Чугунов**; изд. 2-е доп. — СПб., 2012. — 53 с.

Настоящее учебно-методическое пособие предназначено для поступающих в магистратуру для подготовки к вступительному экзамену по направлению 230700 «Прикладная информатика» (для поступающих на магистерскую программу «Управление государственными информационными системами»).

Первый раздел пособия посвящен рассмотрению основ управления информационными системами, включая принципы применения системного подхода при управлении информационными технологиями и ресурсами информационных систем.

Во втором разделе определены задачи формирования нормативной правовой базы для предоставления государственных и муниципальных услуг в электронном виде, дано описание сущности Концепции Единой системы информационно-справочной поддержки граждан, а также характеристика основных этапов реализации перехода органов государственной власти к предоставлению госуслуг в электронном виде.

В третьем разделе дано описание системного подхода к управлению проектами создания государственных информационных систем, представлена структура, основные принципы и решения электронного правительства; дано описание ключевых показателей оценки степени и эффективности средств достижения поставленных целей. Дано описание и определено значение современных стандартов управления информационными системами. Представлена методика оценки степени зрелости организации для последующего создания эффективной информационной системы.

В четвертом разделе речь идет о

УДК 65.01+ 004.9

- © Санкт-Петербургский национальный
исследовательский университет
информационных технологий, механики
и оптики, 2012
- © С.В. Быстров, В.В. Григорьев, разд. 1-2, 2012
- © Д.Р. Трутнев, разд. 3, 2012
- © М.В. Сухорукова, ред. разд. 1-2, 2012
- © А.В. Чугунов, ред. разд. 3, общ. ред., 2012

Содержание

Введение.....	6
Раздел 1. Системный анализ. Цели. Применение	8
1.1. Цели и принципы системного анализа.....	8
1.2. Применение системного анализа.....	9
1.3. Логические элементы системного анализа и их взаимосвязь	11
1.4. Процедуры системного анализа.....	14
Литература	20
Вопросы для самопроверки по 1 разделу	21
Раздел 2. Моделирование процессов и систем	22
2.1. Основные понятия моделирования	22
2.2. Виды моделирования	31
2.3. Общая схема разработки математических моделей	34
Литература	38
Вопросы для самопроверки по 2 разделу	39
Раздел 3. Основы управления информационными системами.....	40
3.1. Основные определения	40
3.2. Применение системного подхода в управлении информацией и информационными технологиями	41
3.3. Основные требования к структуре управления и контроля информационной системы.....	45
3.4. Управление ресурсами информационной системы	46
Литература	49
Вопросы для самопроверки по 3 разделу	51

Введение

Заметный вклад в улучшение параметров деятельности органов государственной власти может внести применение информационных технологий, продуманное и спланированное на долгосрочную перспективу и тесно связанное с планами и тенденциями развития государственного управления, экономики, демографии и технологий. Для этого требуются специальные знания и заинтересованность в получении определенных результатов руководителей верхнего уровня, а также лиц участвующих в подготовке и принятии решений.

Многие государственные организации уже вложили существенные ресурсы в информатизацию своей деятельности и продолжают увеличивать инвестиции в ИТ. Вместе с тем эти организации все больше зависят от своих информационных систем, которые часто становятся их узким местом при осуществлении попыток внедрить в практику такие инновационные подходы в деятельности государственных органов, как оказание услуг в электронном виде, электронное межведомственное взаимодействие и другие элементы электронного правительства.

С целью содействия в решении этих вопросов Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (НИУ ИТМО) подготовил первую в России магистерскую программу подготовки кадров для реализации проектов электронного правительства. Обучение на магистерской программе «Управление государственными информационными системами» началось в сентябре 2011 года.

Настоящее учебное пособие предназначено для поступающих в магистратуру для подготовки к вступительному экзамену по направлению 220100 «Системный анализ и управление» (для поступающих на магистерскую программу «Управление государственными информационными системами»).

В первом и втором разделах пособия рассматриваются основные понятия, цели и идеи системного анализа, вклад системного анализа в методологию решения проблем управления системами, границы системного анализа и тенденции его развития, включая методологию и проблемы моделирования, многокритериальные и иерархические системы.

Третий раздел пособия посвящен рассмотрению основ управления информационными системами, включая принципы применения системного подхода при управлении информационными технологиями и ресурсами информационных систем.

Разделы учебного пособия сопровождаются вопросами для самопроверки.

Раздел 1. Системный анализ. Цели. Применение

1.1. Цели и принципы системного анализа

Системный анализ — научный метод познания, представляющий собой последовательность действий по установлению структурных связей между переменными или элементами исследуемых сложных систем - технических, экономических, экологических и т.д. Опирается на комплекс общенаучных, экспериментальных, естественнонаучных, статистических, математических методов. Проводится с использованием современных средств вычислительной техники. Результатом системных исследований является, как правило, выбор вполне определенной альтернативы: плана развития, технической системы, региона, коммерческой структуры и т.д. Поэтому истоки системного анализа, его методические концепции лежат в тех дисциплинах, которые занимаются проблемами принятия решений: теории операций и общей теории управления и системном подходе.

Целью системного анализа является упорядочение последовательности действий при решении крупных проблем, основываясь на системном подходе. В системном анализе решение проблемы определяется как деятельность, которая сохраняет или улучшает характеристики системы. Приемы и методы системного анализа направлены на выдвижение альтернативных вариантов решения проблемы, выявление масштабов неопределенности по каждому варианту и сопоставление вариантов по их эффективности.

Системный анализ базируется на ряде общих принципов, среди которых:

- принцип дедуктивной последовательности - последовательного рассмотрения системы по этапам: от окружения и связей с целым до связей частей целого (см. этапы системного анализа подробнее ниже);
- принцип интегрированного рассмотрения - каждая система должна быть неразъемна как целое даже при рассмотрении лишь отдельных подсистем системы;
- принцип согласования ресурсов и целей рассмотрения, актуализации системы;
- принцип бесконфликтности - отсутствия конфликтов между частями целого, приводящих к конфликту целей целого и части.

1.2. Применение системного анализа

Область применения методов системного анализа весьма широка. Существует классификация, согласно которой все проблемы данной области подразделяются на три класса:

- хорошо структурированные (well-structured), или количественно сформулированные проблемы, в которых существенные зависимости выяснены очень хорошо;
- неструктурированные (unstructured), или качественно выраженные проблемы, содержащие лишь описание важнейших ресурсов, признаков и характеристик, количественные зависимости между которыми совершенно неизвестны;
- слабо структурированные (ill-structured), или смешанные проблемы, которые содержат как качественные элементы, так и малоизвестные, неопределенные стороны, которые имеют тенденцию доминировать.

Для решения хорошо структурированных количественно выражаемых проблем используется известная методология исследования операций, которая состоит в построении адекватной математической модели (например, задачи линейного, нелинейного, динамического программирования, задачи теории массового обслуживания, теории игр и др.) и применении методов для отыскания оптимальной стратегии управления целенаправленными действиями.

Привлечение методов системного анализа для решения указанных проблем необходимо прежде всего потому, что в процессе принятия решений приходится осуществлять выбор в условиях неопределённости, которая обусловлена наличием факторов, не поддающихся строгой количественной оценке. В этом случае все процедуры и методы направлены именно на выдвижение альтернативных вариантов решения проблемы, выявление масштабов неопределённости по каждому из вариантов и сопоставление вариантов по тем или иным критериям эффективности. Специалисты только готовят или рекомендуют варианты решения, принятие же решения остаётся в компетенции соответствующего должностного лица (или органа).

Для решения слабо структурированных и неструктурированных проблем используется методология системного анализа, системы поддержки принятия решений (СППР).

Технология решения таких сложных задач может быть описана следующей процедурой:

1. формулировка проблемной ситуации;
2. определение целей;
3. определение критериев достижения целей;
4. построение моделей для обоснования решений;
5. поиск оптимального (допустимого) варианта решения;
6. согласование решения;
7. подготовка решения к реализации;
8. утверждение решения;
9. управление ходом реализации решения;
10. проверка эффективности решения.

Центральной процедурой в системном анализе является построение обобщённой модели (или моделей), отображающей все факторы и взаимосвязи реальной ситуации, которые могут проявиться в процессе осуществления решения. Полученная модель исследуется с целью выяснения близости результата применения того или иного из альтернативных вариантов действий к желаемому, сравнительных затрат ресурсов по каждому из вариантов, степени чувствительности модели к различным внешним воздействиям. Исследования опираются на ряд прикладных математических дисциплин и методов, широко используемых в современной технической и экономической деятельности, связанной с управлением. К ним относятся методы анализа и синтеза систем теории управления, метод экспертных оценок, метод критического пути, теория очередей и т. п. Техническая основа системного анализа — современные вычислительные машины и информационные системы.

Методологические средства, применяемые при решении проблем с помощью системного анализа, определяются в зависимости от того, преследуется ли единственная цель или некоторая совокупность целей, принимает ли решение одно лицо или несколько и т. д. Когда имеется одна достаточно четко выраженная цель, степень достижения которой можно оценить на основе одного критерия, используются методы математического программирования. Если степень достижения цели должна оцениваться на основе нескольких критериев, применяют аппарат теории полезности, с помощью которого проводится упорядочение критериев и определение важности каждого из них.

Когда развитие событий определяется взаимодействием нескольких лиц или систем, из которых каждая преследует свои цели и принимает свои решения, используются методы теории игр теории.

Несмотря на то, что диапазон применяемых в системном анализе методов моделирования и решения проблем непрерывно расширяется, он по своему характеру не тождествен научному исследованию: он не связан с задачами получения научного знания в собственном смысле, но представляет собой лишь применение методов науки к решению практических проблем управления и преследует цель рационализации процесса принятия решений, не исключая из этого процесса неизбежных в нём субъективных моментов.

1.3. Логические элементы системного анализа и их взаимосвязь

Для *системного анализа* характерно наличие определенных типов стандартных компонентов, которые практически всегда присутствуют в *анализе* любой проблемы. Сочетание этих характерных элементов в определенной последовательности, диктуемой структурой проблемы и причинно-следственными связями, и приводит к ее *системному решению*. Основные элементы *системного анализа* образуют «кирпичи», которые укладываются в единое здание *анализа* с соблюдением логической последовательности: цели — средства достижения целей — необходимые ресурсы. Кроме того, при решении задач этой логической цепочки широко используются различные модели и критерии. Умение правильно использовать при *решении* тех или иных проблем логические элементы *системного анализа* во многих случаях предопределяет возможность получения требуемого результата. В частности, «главные причины неудач в проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ — отсутствие явно сформулированной цели (26%), неудовлетворительное составление и контролирование программ работ (35%), отсутствие обоснованного распределения ресурсов и неудовлетворительный экономический анализ (26%). Только 13% неудач связаны с частными, специфическими трудностями индивидуального порядка.

Рассмотрим кратко содержание этих элементов, обратив внимание только на некоторые, на наш взгляд, наиболее интересные с позиций методологии системного анализа моменты. Логической основой изучения любых систем является точное определение целей системы, то есть смысла ее существования.

Цели. Это желаемые состояния системы или результаты ее деятельности, достижимые в пределах некоторого интервала времени. Во имя осуществления целей создаются и развиваются сами системы.

Определяющий принцип системного анализа — его целенаправленность. Согласно этому принципу каждая система существует и развивается в соответствии со стоящими перед ней целями. Единство целей собственно и определяет, оконтуривает систему, объединяет в одно целое ее деятельность. Независимо от специфики системы ее цели всегда относятся к двум категориям — стабилизации и развития.

Цели стабилизации направлены на сохранение уровня потребления и производства либо имеющих ценность ресурсов (например, денег, энергии, информации, оборудования, рабочей силы), либо состояний (например, удобства людей, безопасности, устойчивой занятости).

Цели развития направлены на приобретение ресурсов, отсутствующих в данной системе, или достижение состояний, к которым они стремятся.

Кроме того, цели деятельности системы необходимо конкретизировать **по срокам исполнения**. Это значит, что общий конечный результат, к которому стремится система, надо расчленить на частные задачи, решаемые в более короткие сроки, причем необходимо определить эти частные сроки решения.

Задача распределения ресурсов может быть существенно упрощена, если цели условно классифицировать на две категории: жизненно важные и альтернативные. Предполагается, что **жизненно важные цели** обязательно должны быть достигнуты, а следовательно, обеспечены ресурсами. Такое предположение позволяет исключить показатели, отражающие степень достижения этих целей, из совокупности показателей, характеризующих результаты распределения ресурсов. Неправильный выбор цели обуславливает последующий неправильный подход к определению средств их достижения.

Достижение цели нельзя понимать как нечто абсолютное, необходимость дальнейшего совершенствования деятельности существует всегда. Выполнение цели всегда динамично и измеряется скоростью приближения к состоянию требуемого совершенства.

Принцип цели конструктивен при соблюдении двух условий:

- цель должна быть сформулирована таким образом, чтобы степень ее достижения можно было оценить (задать) количественно;
- в системе должен быть механизм, позволяющий оценить степень достижения заданной цели.

Средства достижения поставленных целей. При системном анализе экономических объектов необходимо иметь в виду, что одни и те же цели могут достигаться путем использования нескольких различных средств и методов, носящих как альтернативный, так и не альтернативный характер, имеющих стратегический и тактический характер. Так, средствами повышения прибыли могут быть: снижение себестоимости продукции, увеличение объема выпуска продукции, улучшение ее качества и др. Эти пути повышения прибыли, выполняя различные функции, дополняют друг друга. Возможность принятия и реализации различных вариантов решения одной задачи (достижение одной цели путем использования различных средств и методов) характерна для всех сторон управленческой деятельности. Может оказаться, что существует несколько различных вариантов достижения цели, это затрудняет их анализ и отбор. В таком случае нужно найти способ отбора вариантов для подробного рассмотрения, обеспечивающий исключение заведомо нерациональных вариантов действий. Следовательно, проблема нахождения наилучшего средства достижения поставленной цели распадается как бы на две части. Первая часть проблемы заключается в том, как из множества возможных вариантов отобрать наиболее рациональные и доминирующие, а вторая — как из сравнительно небольшого числа рациональных вариантов выбрать наилучший.

Необходимые ресурсы. Для реализации того или иного выбранного способа достижения поставленной цели необходимы определенные ресурсы. Поскольку ресурсы, затраченные на достижение данной цели, не могут быть использованы для других целей, то возникает вопрос определения ресурсов, потребных для выполнения данной цели с учетом всех других целей. Одним из основных условий определения и распределения потребных ресурсов является их ограниченность, что вызывает необходимость определения приоритетности их выделения и экономного использования. Кроме того, необходимо учитывать дополнительные ограничения на особо дефицитные виды ресурсов. В связи с этим, важное значение приобретает проблема взаимозаменяемости ресурсов. Ресурсы

являются как бы фильтром, сквозь который приходится пропускать принимаемое решение. Если исследование показывает, что потребности в ресурсах удовлетворить невозможно, то приходится пересматривать цели и стратегии до тех пор, пока не будет достигнута их обеспеченность ресурсами. Таким образом, задание целей, выбор стратегии и определение потребных ресурсов всегда взаимосвязаны. Имеющиеся ресурсы, способы их производства и потребления, возможность реализации тех или иных стратегий достижения поставленных целей активно воздействуют на процесс выработки целей. С другой стороны, пересмотр целей и стратегий возможен и в том случае, если обнаружится недоиспользование одного или нескольких видов ресурсов.

Главные вопросы, которые необходимо решить при определении потребных ресурсов, можно сформулировать следующим образом: какой объем каждого вида ресурсов, в какой момент времени потребуется при заданных целях и выбранных стратегиях и кто будет потребителем этих ресурсов, каков оптимальный способ их создания или приобретения?

1.4. Процедуры системного анализа

Для исследования сложных систем необходимо особое единство процедур синтеза и анализа. Существуют разные подходы к их сочетанию. Например, для эффективного исследования сложных производственных комплексов рекомендуется следующий перечень процедур [2].

1. Определение границы исследуемой системы.

Эти границы условны. Несмотря на кажущуюся объективность, они диктуются конкретной задачей исследования. Например, границы системы “корпорация” в одном случае могут быть определены списочным составом постоянного персонала, в другой задаче - постоянным персоналом плюс всеми акционерами компании, в третьем случае эти пределы расширяются за счет всех временно привлекаемых специалистов, экспертов, консультантов и т.д. Затем можно расширить эти границы за счет всех поставщиков компании, ее потребителей и любых иных субъектов каким-либо образом с ней связанных.

2. Определение всех надсистем, в которые входит исследуемая система в качестве части.

Строго говоря, каждая система принадлежит бесконечному числу надсистем, однако, исходя из условных требований конкретной задачи,

необходимо ограничиться лишь кругом наиболее значимых надсистем. Так, если мы выясняем воздействие на предприятие экономической среды, именно она и будет той надсистемой, в которой следует рассматривать его функции. Однако системный подход помогает понять, что действительно “ узкие “, например, экологические задачи являются упрощением и искажением реальности: попытка их решения неизбежно приводит к осознанию связанных с ними экономических, психологических и прочих проблем. Поэтому, исходя из взаимосвязанности всех сфер жизни современного общества, *любой объект, в частности, предприятие, следует изучать в качестве составной части многих систем* - экономических, политических, государственных, региональных, социальных, экологических, международных. Каждая из этих надсистем, например, экономическая, в свою очередь, имеет немало компонентов, с которыми связано предприятие - поставщики, потребители, конкуренты, партнеры, банки и т. д. Эти же компоненты входят одновременно и в другие надсистемы - социокультурную, экологическую и т.п. А если еще учесть, что каждая из этих систем, а также каждый из их компонентов имеют свои специфические цели, противоречащие друг другу, то становится ясной *необходимость сознательного изучения среды, окружающей предприятие*. В противном случае, вся совокупность многочисленных влияний, оказываемых надсистемами на предприятие будет казаться хаотичной и непредсказуемой, исключая возможность разумного управления им.

3. *Определение основных черт и направления развития всех надсистем, которым принадлежит данная система*, в частности, сформулировать их цели и противоречия между ними.

4. *Определение роли исследуемой системы в каждой надсистеме, рассматривая эту роль как средство достижения целей надсистемы*.

Следует рассмотреть при этом два аспекта:

- *идеализированную, ожидаемую роль* системы с точки зрения надсистемы, т. е. те функции, которые следовало бы выполнять, чтобы реализовать цели надсистемы;
- *реальную роль* системы в достижении целей надсистемы.

Примером подобного двустороннего подхода может быть, например, оценка потребностей покупателей в конкретном виде товаров, их качестве и количестве, а с другой стороны - оценка параметров товаров, реально выпускаемых конкретным предприятием.

Определение *ожидаемой роли* предприятия в потребительской среде и его *реальной роли*, а также их сравнение, позволяют понять многие причины успеха или неудачи компании, особенности его работы, предвидеть реальные черты ее будущего развития.

5. Выявление состава системы, т.е. определение частей, из которых она состоит.

Нередко исследовательская задача требует не только расчленения системы на составные части, но и расчленения компонентов, из которых состоят сами части. В принципе процесс такого членения, проникновения вглубь системы может быть бесконечным; он ограничен лишь потребностями конкретной задачи. Так, в зависимости от решаемой задачи, рассматривая состав такой системы как предприятие, можно ограничиться, например перечнем цехов и отделов, а можно, при необходимости расчленить их на бригады, участки, отдельных работников, элементы деятельности каждого из них и т.д.

6. Определение структуру системы, представляющей собой совокупность связей между его компонентами.

Структура - это внутренняя форма системы, образно говоря ее "строение". Ее нельзя, как это нередко делают, сводить лишь к составу системы, набору компонентов.

Следует подчеркнуть *многоструктурность* любой системы. Например, на предприятии существует *организационная структура*, т.е. совокупность так называемых отношений субординации и координации, иначе говоря, отношений подчиненности и согласованности. На предприятии есть и *информационная структура*, выражающаяся в определенных формальных и неформальных потоках информации. Существуют также потоки материалов, сырья, деталей, готовых изделий, составляющих свои структуры. Особо следует подчеркнуть *экономическую структуру* на предприятии, представляющую собой совокупность отношений собственности. Большую роль играют и сугубо человеческие отношения - симпатии и антипатии между работниками, составляющие *морально-психологическую структуру*. Можно выделить и специфические отношения между различными группами работающих, часть из которых, носит политический характер, например, между членами профсоюзов, партий, общественных движений. Существует множество и других структур на предприятии.

7. Определение функций компонентов системы, т.е. целенаправленные действия компонентов, их “вклад” в реализацию роли системы в целом.

Эта процедура имеет особую значимость, поскольку в реальных процессах каждый компонент обладает не только полезными свойствами, обеспечивающими достижение целей системы в целом, но и негативными, мешающими чертами. Поэтому необходимо при исследовании и создании систем вычленять полезные, целесообразные действия компонентов (т.е. их функции) среди множества иных действий. Для этого так же, как и в пункте 4 данного перечня системных процедур, следует *отделить провозглашаемые или предписанные функции компонентов от реально выполняемых.*

Принципиально важным является гармоническое, непротиворечивое сочетание функций разных компонентов. Именно *непротиворечивость, согласованность функций отличает гармоническую систему от хаотического набора предметов и процессов.* При этом сами функции должны быть *качественно разными,* что позволит им, дополняя друг друга обеспечивать реализацию достаточно широкого спектра действий, который и представляет собой роль системы в целом. Вместе с тем, в любой **реальной** системе функции компонентов согласованы не полностью, между ними есть противоречия, которые нередко снижают эффективность роли системы в целом. Поэтому *познание функций компонентов должно осуществляться не по отдельности, а в единстве, во взаимодействии, в выявлении противоречий между ними, степени их согласованности.* Эта проблема особенно актуальна для подразделений, цехов крупных предприятий, чьи функции часто во многом “несостыкованы”, недостаточно подчинены общему замыслу.

8. Выявление причин, объединяющих отдельные части в систему, в целостность.

Они носят название интегрирующих факторов. В целом *интегрирующим фактором, создающим системы, является человеческая деятельность.* В ходе деятельности человек осознает свои интересы, определяет цели, осуществляет практические действия, формируя системы средств для достижения целей. *Исходным, первичным интегрирующим фактором является цель.*

Определение реальной цели, послужившей причиной создания той или иной системы, является непростой задачей, поскольку цель - всегда, в любой сфере деятельности - представляет собой сложное сочетание различных противоречивых интересов. Например,

максимизация прибыли не является целью современного предприятия, это лишь один из интересов. Другой не менее важный интерес - стабильность получения прибыли. Третий существенный интерес - устойчивая репутация предприятия. И подобных интересов много, и лишь в их пересечении, в своеобразной комбинации заключается истинная цель. Всестороннее познание ее позволяет судить о степени устойчивости системы, о ее непротиворечивости, целостности, предвидеть характер ее дальнейшего развития.

9. *Определение всех возможных связей, коммуникаций системы с внешней средой.*

Для действительно глубокого, всестороннего изучения системы недостаточно выявить ее связи со всеми надсистемами, которым она принадлежит, т.е. выполнить процедуры 2, 3, 4 данного перечня. Необходимо еще познать такие системы во внешней среде, которым принадлежат *компоненты* исследуемой системы. Так, следует определить все системы, которым принадлежат работники предприятия - профсоюзы, политические партии, семьи, системы социокультурных ценностей и этических норм, этнические группы и т.д. Необходимо также хорошо знать связи структурных подразделений и работников предприятия с системами интересов и целей потребителей, конкурентов, поставщиков, зарубежных партнеров и пр. Нужно также видеть связь между используемыми на предприятии технологиями и “пространством” научно-технического процесса и т.п. Осознание органического, хотя и противоречивого единства всех систем, окружающих предприятие позволяет понимать причины его целостности, предотвращать процессы, ведущие к дезинтеграции.

10. *Рассмотрение исследуемой системы в динамике, в развитии.*

Это означает: сформулировать историю системы, источник ее возникновения, периоды становления, тенденции и перспективы развития, переходы к качественно новым состояниям. Необходимость динамического подхода к исследованию систем легко проиллюстрировать сравнением двух предприятий, у которых в какой-то момент времени совпали значения одного из параметров, например, объем продаж. Из этого совпадения совсем не вытекает, что предприятия занимают на рынке одинаковое положение: одно из них может набирать силу, двигаться к расцвету, а другое, наоборот, переживать спад. Поэтому судить о любой системе, в частности, о предприятии нельзя лишь по “моментальной фотографии”, по одному значению какого-либо параметра; необходимо исследовать *изменения*

параметров, рассмотрев их в динамике. Для глубокого понимания любой системы нельзя ограничиваться рассмотрением коротких промежутков времени ее существования и развития. Целесообразно по возможности исследовать *всю* ее историю, *выявить причины, побудившие создать эту систему, определить иные системы, из которых она выросла и строилась*. Также важно изучать не только историю системы или динамику ее нынешнего состояния, но и попытаться, используя специальные приемы, *увидеть развитие системы в будущем*, т.е. прогнозировать ее будущие состояния, проблемы, возможности. Перечисленные здесь процедуры системного анализа не в полной мере исчерпывают арсенал приемов исследования систем. Тем более, что эти процедуры носят скорее формальный, нежели содержательный характер. Ведь только при исследовании **конкретной** системы возникают специальные приемы, формируется особая методология, которая позволяет знания, полученные при исследовании данной системы наилучшим образом использовать в дальнейшем познании. Иначе говоря, *сама конкретная система в ходе ее исследования “помогает” сформулировать метод ее дальнейшего изучения*.

Важно знать, что изложенная здесь последовательность процедур системного анализа не является обязательной и закономерной. *Обязательным является скорее сам перечень процедур, чем их последовательность*. За исключением нескольких первых процедур перечня, в реализации которых осуществляется синтез системы, остальные приходится выполнять исходя из логики, “диктуемой” содержанием конкретной системы. Как уже отмечалось, изучение конкретной системы “оснащает” исследователя новыми, дополнительными приемами, которые позволяют осуществлять дальнейшее углубление в понимании объекта исследований. Применение описанного здесь системного анализа к изучению современного предприятия позволяет осуществить в какой-то степени проникновение в сущность его деятельности, сфокусировать внимание именно на тех внутренних и внешних факторах и сторонах работы фирмы, которые имеют особое значение.

Литература

1. *Волкова В.Н.* Из истории теории систем и системного анализа. - СПб.: Изд-во СПбГПУ, 2004.
2. *Камионский С.А.* Менеджмент в российском банке: опыт системного анализа и управления / Общая ред. и предисловие Д.М. Гвишиани. - М.: Деловая библиотека Омскпромстройбанка, 1998.

Вопросы для самопроверки по 1 разделу

1. Системный анализ. Основные понятия и определения.
2. Применение системного анализа. Характер решаемых задач.
3. Методологическая база системного анализа.
4. Построение обобщённой модели. Назначение, решаемые задачи.
5. Логические элементы системного анализа и их взаимосвязь.
6. Логические элементы системного анализа. Цель системы.
7. Цели стабилизации и развития. Примеры.
8. Логические элементы системного анализа. Средства достижения целей.
9. Логические элементы системного анализа. Потребные ресурсы системы.
10. Процедуры системного анализа. Их направленность и назначение.

Раздел 2. Моделирование процессов и систем

2.1. Основные понятия моделирования

Моделирование представляет собой одну из категорий теории познания: на идее моделирования, по существу, базируется любой метод научного исследования – как теоретический, так и экспериментальный.

Под *объектом моделирования*, вообще говоря, подразумевается произвольный предмет человеческой деятельности. Им может быть какое-либо устройство, физическое явление или процесс. В теории управления, например, объектом моделирования выступает система управления (СУ) либо каким-то техническим устройством или технологическим процессом, либо объектом или процессом не технической природы (в частности, экономическим или биологическим процессом). Различают *материальные (вещественные)*, *энергетические* и *информационные* объекты моделирования.

Таким образом, в самом широком смысле, моделирование – это методология научной и практической деятельности человека, основанная на изучении свойств и характеристик объектов различной природы посредством естественных или искусственных аналогов объектов.

В более узком смысле, под моделированием понимается замещение одного объекта, называемого *оригиналом* или *натурой*, другим объектом, называемым *моделью* (от латинского *modulus* – мера, образец), позволяющим фиксировать и изучать существенные свойства оригинала.

Например, при проектировании судов требуется устанавливать зависимость силы лобового сопротивления от скорости хода судна. Аналитический расчёт такой зависимости затруднителен, поэтому решение достигается созданием геометрически подобных моделей меньших размеров и их испытаний в специальных бассейнах при создании условий, близких к реальным.

Моделирование представляет собой *двуединый процесс* (рис. 1):

- а) создания (построения) моделей;
- б) исследования моделей после того, как они построены.

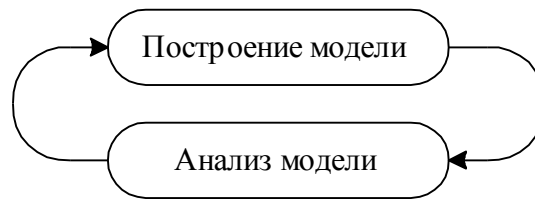


Рис. 1. Схема процесса моделирования

При построении модели необходимо исходить из поставленных *целей*, учитывая только наиболее существенные для их достижения факторы.

Модель является *средством описания, понимания и предсказания* как известных, так и новых явлений и процессов. Отсюда вытекают основные функции модели – описательная, объяснительная и прогностическая.

Модель строится для отражения лишь части свойств исследуемого объекта и поэтому, как правило, она проще оригинала. Модель всегда отличается от оригинала (иначе это не модель) и сходна с познаваемым объектом только по определённой совокупности признаков. «Точная» или «полная» модель всегда тождественна оригиналу. По образному выражению *Н. Винера (Weener)* и *А. Розенблюта (Rosenblueth)*: «...наилучшей моделью кота является другой кот, а ещё лучше – тот же самый кот».

Модели различаются по степени качественной и количественной адекватности исследуемому объекту относительно выбранных свойств и характеристик. Успех моделирования определяется удачным выбором моделей. Этот выбор часто субъективен и базируется на имеющихся экспериментальных и теоретических представлениях об объекте.

Модель создаётся в форме более удобной для исследования, чем моделируемый объект. Результаты исследования по модели переносятся на оригинал. Хотя различного рода затраты при создании и использовании моделей могут быть не малыми, однако чаще всего они значительно уступают затратам для получения той же информации от реального объекта. Более того, гипотетические модели могут быть созданы и исследованы до создания самого объекта.

Для более полного исследования объекта обычно привлекается *набор частных моделей* $\{M_j\}$, каждая из которых отражает те или иные свойства изучаемого объекта. Нередко для отражения одних и тех же свойств объекта оказывается целесообразным привлечение

различных моделей. В этом состоит *принцип множественности моделей* или *принцип иерархии моделей*.

В организации операций с целью установления свойств и характеристик системы заключается *проведение натурального эксперимента с объектом (работа с натурой)*.

При формализованном математическом описании прохождения сигналов через систему (например, дифференциальными, разностными или интегральными уравнениями) определение реакций на выходе возможно без привлечения реальной системы, используя лишь ЭВМ. В этом состоит *проведение вычислительного эксперимента с моделью (работа с моделью)*.

Между натурным и вычислительным экспериментами можно обнаружить некоторое сходство, что отражает табл. 1.

Таблица 1. Натурный и вычислительный эксперименты

<i>Натурный (физический) эксперимент</i>	<i>Вычислительный (компьютерный) эксперимент</i>
Реальный (физический) объект (система)	Математическая модель объекта (системы)
Средства измерений (меры, измерительные преобразователи, приборы)	Программные средства (языки программирования, пакеты программ)
Поверка средств измерений	Тестирование программных средств
Измерения величин	Моделирование процессов

С ростом сложности системы возможности натурального эксперимента снижаются. Он становится дорогим, трудоёмким, длительным по времени, в слабой степени вариативным. В некоторых случаях вообще отсутствует возможность наблюдать поведение системы в интересующем режиме, например, в аварийном. Например, невозможно поставить натуральный эксперимент по проверке какой-либо космологической гипотезы, но вполне возможно проведение компьютерного моделирования. Невозможен эксперимент на людях по распространению какой-либо эпидемии, однако современные методы и средства моделирования позволяют смоделировать его. Процессы развития многих биологических популяций слишком медленные,

чтобы проследить их в реальном времени. Компьютерное моделирование позволяет сравнительно быстро получать результаты в «ускоренном» времени.

Однако и возможности вычислительного эксперимента имеют свои ограничения. Каждая модель справедлива лишь при тех условиях, при которых она определена. И только при этих условиях её следует применять. Например, линейная модель СУ отвечает только соответствующим частотному и динамическому (т. е. при ограниченных по уровням входных сигналах) диапазонам адекватности. Поэтому окончательно удостовериться в правильности построенной модели, т. е. в её достоверности, можно лишь в результате сравнения модельных данных с данными, полученными в ходе натурального эксперимента.

В определённых случаях возникает необходимость проведения *полунатурного эксперимента (полунатурного моделирования)*. Это объясняется тем, что в ходе вычислительного эксперимента иногда оказывается невозможным получить адекватные реальному объекту характеристики вследствие необходимости принятия при разработке модели ряда гипотез и упрощений. Вместе с тем определение характеристик с помощью проведения только натуральных экспериментов возможно лишь при наличии опытного образца (реального объекта), для создания которого требуются значительные затраты времени, материальных средств и финансовых ресурсов.

Методы полунатурного моделирования основаны на исследовании динамических свойств систем, состоящих из натуральных (часто говорят *испытываемых*) элементов исследуемой системы, которые сопрягаются с остальной частью системы, выполненной в виде модели. В зависимости от задачи исследования испытываемым элементом может быть как объект управления (ОУ), так и регулятор, а также отдельные их компоненты. На рис. 2 представлена функциональная схема стенда полунатурного моделирования.

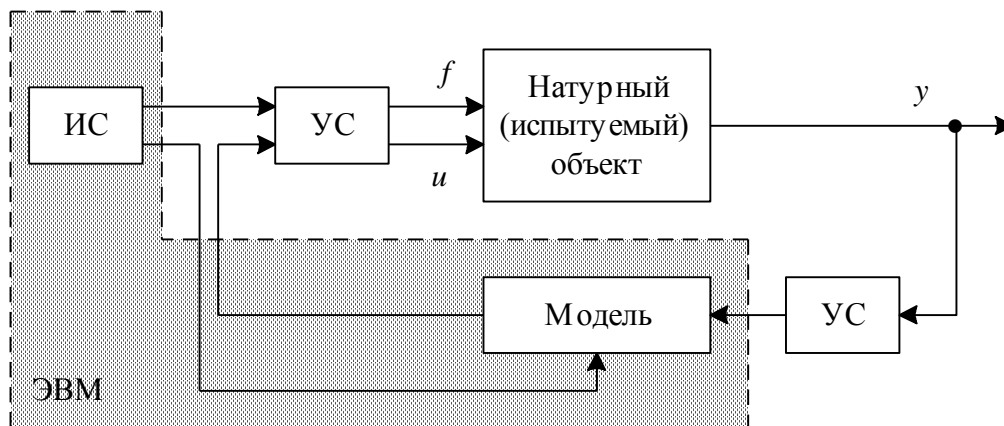


Рис. 2. Функциональная схема стенда полунатурного моделирования

ИС – имитатор сигналов; УС – устройство сопряжения

Ниже приводится ряд важных понятий из теории систем и теории автоматического управления, более подробно с этими и другими понятиями можно ознакомиться в публикациях [1, 2].

Система – объект, либо совокупность взаимодействующих объектов различной природы с выраженным «системным» свойством целостности.

Свойство целостности определяет внутреннее единство системы, её автономность, независимость, т. е. то, что позволяет выделить систему из окружающей (внешней) среды. Целостность системы проявляется в следующем:

а) свойства системы не являются суммой свойств элементов или частей, т. е. целое не сводится к простой сумме частей. Например, для контура управления с отрицательной обратной связью, состоящего из отдельных устойчивых звеньев, не гарантируется устойчивость процессов всего соединения;

б) свойства системы зависят от свойств элементов или частей, т. е. изменение в одной части приводит к изменениям в остальных частях системы. Например, при обрыве стабилизирующей обратной связи, которая охватывает ОУ, система становится неустойчивой.

Свойство целостности связано с целью, для выполнения которой предназначена система.

Элемент системы – простейшая неделимая часть системы. Другими словами, это предел расчленения (разбиения) системы с

позиций решения конкретной задачи. Расчленение системы на элементы неоднозначно и зависит от поставленной цели исследования, от аспекта изучения системы.

Подсистема (субсистема) – часть системы, наделённая свойством целостности. Другими словами, предполагается, что система может быть разделена на элементы не сразу, а в результате предварительного расчленения на части более крупные, чем элементы, и в то же время более мелкие, чем система в целом. Возможность деления системы на подсистемы связана с формированием множеств взаимосвязанных элементов, способных выполнять относительно независимые функции, обладающих самостоятельными подцелями, направленными на достижение общей цели. Этим подсистема отличается от простой группы (совокупности) элементов, для которой не определена подцель и не выполняются свойства целостности (для такой группы можно использовать термин *компоненты* системы).

Надсистема (комплекс систем) – объединение нескольких систем, обладающее свойством целостности.

Внешняя (окружающая) среда – множество элементов, которые не входят в систему, но влияют на неё. Среда представляет собой некоторое окружение, с которым система взаимодействует.

Система характеризуется *входами*, через которые воздействие среды непосредственно передаётся системе, и *выходами*, через которые система воздействует на среду. Любой элемент системы имеет, по крайней мере, один вход и один выход. Воздействие состоит в передаче вещества, энергии, информации или комбинации этих субстанций. Соответственно, можно говорить о вещественном, энергетическом или информационном обмене (своеобразном метаболизме) системы со средой.

Системы, взаимодействующие со средой, называются *открытыми*. Системы, рассматриваемые без учёта взаимодействия с внешней средой, являются *закрытыми (изолированными, автономными)*. Средой для одной из подсистем системы могут служить остальные подсистемы или часть из них, а также «сторонние» системы. Следует отметить, что система может рассматриваться как элемент системы более высокого уровня иерархии, а элемент – как система при более углублённом анализе. Отношение к системе определяется не только её содержанием, но и точкой зрения, задачами, стоящими перед исследователем.

Связь – это существенный в условиях рассматриваемой задачи обмен между элементами веществом, энергией и информацией. Для любых систем характерно наличие *существенных связей* между элементами, значительно превосходящими по силе (по мощности) связи этих элементов с элементами, не входящими в данную систему. Указанное свойство (наличие существенных связей) позволяет выделить систему в виде целостного объекта из окружающей среды. На рис. 3 изображены система S , образованная частями (подсистемами) S_i и группа (совокупность) компонентов S_i , не образующая целостную систему. Существенные связи указаны непрерывными стрелками, несущественные – прерывистыми.

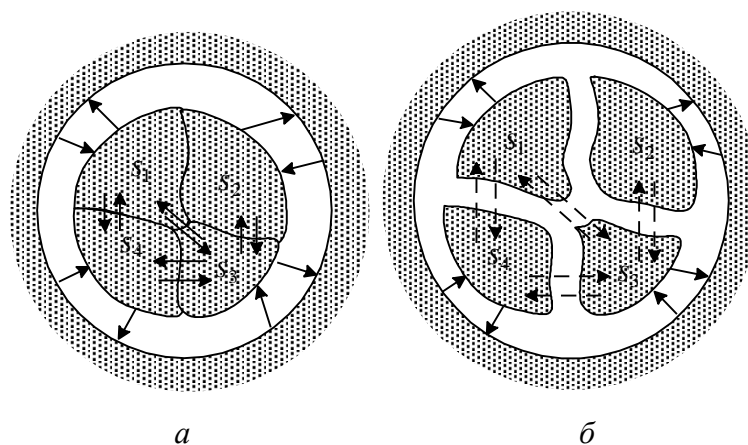


Рис. 3. Целостная система (а) и группа компонентов (б)

Связи могут характеризоваться направлением и силой (мощностью). Наряду с элементами, связи обеспечивают возникновение и сохранение структуры и целостных свойств системы. Связность характеризует одновременно и строение (статику), и функционирование (динамику) системы.

Структура – совокупность элементов и связей между ними. Структура системы отражает наиболее существенные взаимоотношения между элементами, которые незначительно меняются в процессе функционирования системы и обеспечивают её устойчивое состояние.

Состояние системы – множество существенных свойств, которыми система обладает в данный момент времени. Состояние системы характеризуется совокупностью внутренних $\{v_i\}$ и внешних

$\{f_j\}$ величин, определяющих изменения, происходящие в системе. Множество состояний системы может быть конечным, счётным или континуальным.

Функционирование (поведение) системы заключается в последовательных переходах из одних состояний в другие возможные состояния.

Процесс – упорядоченный набор состояний системы, соответствующий непрерывному или дискретному изменению некоторой физической переменной, определяющей свойства и характеристики системы. Частным случаем такой переменной является время t . Процесс изменения состояния системы во времени называется *динамикой* системы. Переменными процесса могут также выступать и другие физические величины: температура, давление, напряжение и т. п.

Динамическая система – объект или процесс, для которого однозначно определено его состояние и задан закон изменения начального состояния с течением времени. Этот закон позволяет по начальному состоянию однозначно прогнозировать будущее состояние и поэтому его называют *законом эволюции* динамической системы.

Цель – это заранее мыслимый результат, на достижение которого направлены действия. В конкретных условиях понятие цели обязательно должно уточняться. Система с поставленной перед ней целью называется *целенаправленной системой*.

Управление – совокупность операций по организации некоторого процесса для достижения определённых целей. Другими словами, управление – это организация целенаправленного взаимодействия вещества, энергии и информации в системе.

Цель управления определяется значениями, соотношениями значений переменных ОУ или их изменениями во времени, при которых обеспечивается достижение желаемых результатов функционирования. Цели управления задают необходимое поведение системы, т. е. необходимый закон изменения исследуемых переменных или некоторых характеристик СУ в условиях её взаимодействия с внешней средой.

Такие цели управления, как обеспечение абсолютной инвариантности вынужденных составляющих движений к возмущающим воздействиям (абсолютной ковариантности с задающим воздействием); нулевой чувствительности (параметрической инвариантности) к нестабильным параметрам ОУ; автономности одних

переменных от других и т. д. зачастую являются идеальными. Обычно на практике идеальные цели не достижимы. Практически осуществимы лишь реальные цели, задаваемые в виде прямых и косвенных показателей качества СУ.

Объект управления – любой объект окружающего мира, будь то техническое устройство, технологический процесс, городское хозяйство или биологическая популяция, в котором возможна и необходима организация воздействий для достижения поставленных целей.

Управляющее устройство (УУ) предназначено для выработки управляющего воздействия по определённому алгоритму.

Процесс управления можно представить в виде следующей *информационно-энергетической схемы* (рис. 4). На схеме тонкими стрелками указаны информационные связи, фоновые стрелки обозначают силовые (энергетические) воздействия на объект.

Система управления представляет собой особый класс динамических систем. Система управления отличается от динамических систем наличием:

- определённых функций (например, генерированием и преобразованием энергии, переносом потоков жидкости и газов, формообразованием твёрдых тел, передачей и преобразованием информации);
- целей управления и необходимой для реализации этих функций и целей специальной организации.

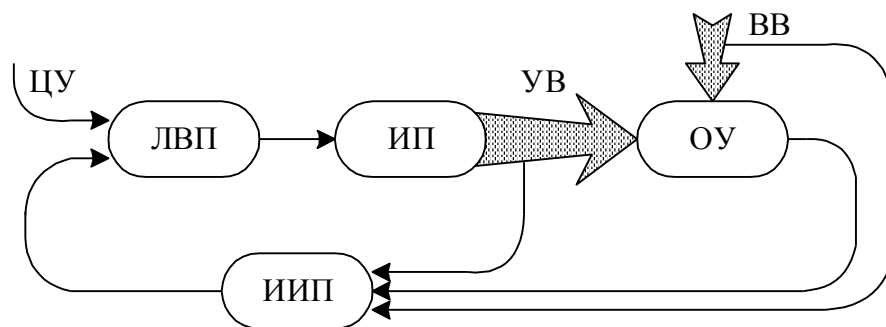


Рис. 4. Информационно-энергетическая схема процесса управления

ЛВП – логико-вычислительная подсистема; ИП – исполнительная подсистема; ИИП – информационно-измерительная подсистема; ОУ – объект управления; ЦУ – цель управления; УВ – управляющее воздействие; ВВ – возмущающее воздействие

Под *специальной организацией* понимается целенаправленный выбор топологии (структуры) СУ, типа, вида и параметров операторов звеньев, удовлетворяющих заданным показателям и критериям качества. Принципиальным свойством СУ, выделяющих их в *особый класс динамических систем*, является использование текущей информации об управляющих воздействиях на входе и переменных на выходе СУ для реализации обратной связи (рис. 5), обеспечивающей, в частности, уменьшение чувствительности к сигнальным и параметрическим возмущениям.

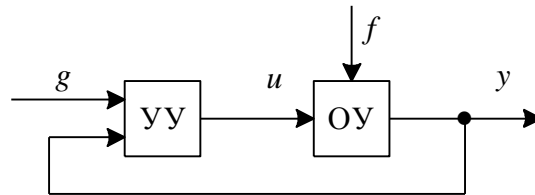


Рис. 5. Система управления с обратной связью

ОУ – объект управления; УУ – управляющее устройство

2.2. Виды моделирования

В зависимости от способа существования системы (объекта) моделирование можно разделить на реальное и мысленное.

Реальное (материальное) моделирование предполагает наличие вещественного объекта в виде некоторого устройства, с помощью которого осуществляется моделирование. Объект может быть не только искусственно созданным, но и быть специально отобранным в силу присущих ему определённых свойств. Например, использование мухи дрозофилы в качестве генетической модели для исследования проблемы наследственности человека ввиду большой скорости размножения этого насекомого.

При реальном моделировании используется возможность исследования свойств и характеристик либо целиком на рассматриваемом объекте, либо на его части, либо на другом материальном объекте. Такие исследования производятся на объектах, работающих как в нормальных (эксплуатационных) режимах, так и при организации специальных режимов. Существуют разновидности реального моделирования: натурное, физическое и аналоговое.

При *натурном моделировании* исследование проводят на реальном (действующем) объекте с последующей обработкой результатов экспериментов. К натурному моделированию относят *научный эксперимент* – специально организованные испытания на реальном объекте.

Физическое моделирование отличается от натурного тем, что исследования производятся на установках, которые сохраняют природу явлений и обладают физическим и геометрическим подобием. Например, продувка летательного аппарата в аэродинамической трубе.

Аналоговое моделирование основано на аналогии процессов и явлений, имеющих различную физическую природу, но описываемых одинаковыми математическими соотношениями. Например, широко применяется электродинамическая модель для описания стационарного поля течения жидкости.

Идеальное (мысленное) моделирование, в отличие от реального, осуществляется умозрительно, т. е. в сознании человека. Идеальное моделирование может предшествовать проведению реального моделирования, либо применяться в случае отсутствия возможности создания вещественной модели. Идеальное моделирование реализуется в виде описательного и/или символического моделирования.

Описательное моделирование в виде вербальных (описательных) моделей представляет собой словесное описание объектов, явлений и процессов на человеческом языке общения. Такой вид моделирования широко используется в гуманитарных областях знаний, например, при изучении социальных, экономических, экологических систем, а также на ранних стадиях построения моделей технических систем и технологических процессов. Часто такие модели не полностью формализованы.

Символическое (знаковое) моделирование предполагает для описания свойств и характеристик объекта, происходящего явления или процесса использование строго определённых символов (знаков), схем, графиков, чертежей. Кроме того, такое моделирование включает набор правил, по которым можно оперировать с выбранными знаковыми образованиями. В качестве примера можно привести использование знаков и структурных формул в химии.

Следует заметить, что деление моделей на вербальные и знаковые в определённой степени условно. Любая знаковая модель сопровождается описательной, так как любые символы требуют пояснения словами.

Важнейшим видом знакового моделирования является математическое моделирование.

Математическое моделирование представляет собой идеальное знаковое моделирование, при котором описание объекта, явления или процесса производится на языке математики, а исследование моделей основывается на применении различных математических методов.

Математическая модель (ММ) системы представляет собой приближённое количественное описание функционирования системы в определённых условиях и при принятых допущениях, выраженное с помощью математической символики. Другими словами, ММ – это формализованное описание поведения системы на языке алгоритмических действий с математическими формулами и логических операций (переходов).

К действиям с формулами и логическим операциям относят:

- операции запоминания математического элемента, его вызова, подстановки в нужное место математического выражения (эти операции неявно присутствуют при работе с любой формулой);
- операцию «следование за» в упорядоченной совокупности элементов;
- операцию сравнения и установления совпадения элементов и ряд других операций.

Традиционно ММ допускают работу с таблицами, графиками, номограммами, а также выбор из совокупности процедур и элементов. Выбор требует применения операций предпочтения, частичной упорядоченности, включения и т. д.

Любая ММ, предназначенная для исследования и проектирования, позволяет по заданным исходным данным найти значения интересующих исследователя величин моделируемого объекта или процесса.

Основное отличие ММ от остальных моделей состоит в вариативности – возможности с помощью одних и тех же математических знаков описывать поведение целого набора различных по своей сущности систем.

На основе ММ возможен дедуктивный вывод свойств поведения системы. Такие модели отличаются компактной формой записи, возможностью изучения системы в форме, абстрагированной от конкретного содержания.

Большинство разделов современной физики связаны с построением и исследованием ММ различных физических объектов и явлений. Так, в ядерной физике ещё до проведения натуральных экспериментов проводятся фундаментальные исследования с применением ММ. На основании теоретических исследований и вычислительных экспериментов разрабатывается и уточняется методика натуральных экспериментов. Такой подход позволяет значительно снизить затраты на проведение натуральных экспериментов, повысить его эффективность. Например, с использованием математического моделирования были получены уникальные результаты по проекту «Гея», связанному с математическим анализом последствий ядерной войны. Выяснилось, что в результате сильнейшего запыления атмосферы возможно глобальное похолодание («ядерная зима») и вызванное этим вымирание живого мира.

2.3. Общая схема разработки математических моделей

При разработке ММ какой-либо системы, в том числе СУ, различают три основных этапа.

1. Построение ММ. На этом этапе осуществляется полная математическая формализация задачи моделирования.
2. Изучение (исследование) построенной ММ.
3. Истолкование (интерпретация) результатов изучения ММ и принятие решения об уточнении (корректировки) модели.

После завершения всех этапов ММ считается готовой к использованию.

Использование ММ возможно для различных целей: проектирования систем, управления процессами в системах, прогнозирования поведения систем.

При проектировании ММ используется для так называемого *предварительного синтеза*, когда структура системы, операторы и параметры элементов, в том числе УУ, могут выбираться в отсутствие реальной системы.

В задачах управления выбор управляющего воздействия на объект, может осуществляться непосредственно в процессе функционирования системы на основе текущей информации о её поведении. В этом состоит так называемый *управляемый (совмещённый) синтез*. Управляемый синтез требует больше текущей информации по сравнению с предварительным синтезом.

Моделирование, как процесс разработки ММ системы, может быть представлен в виде схемы (рис. 6). При этом допускается многократное повторение как каждого этапа, так и всего процесса в целом.

Первый этап разработки ММ системы (объекта) включает в себя следующие операции.

1. Сбор, накопление и обобщение сведений о процессах, происходящих в реальной системе, т. е. полное её обследование (мониторинг).
2. Выделение (вычленение) по функционально-целевым признакам частей системы (элементов, подсистем), установление существенных взаимосвязей между ними, а также с внешней средой, т. е. проведение структуризации системы.

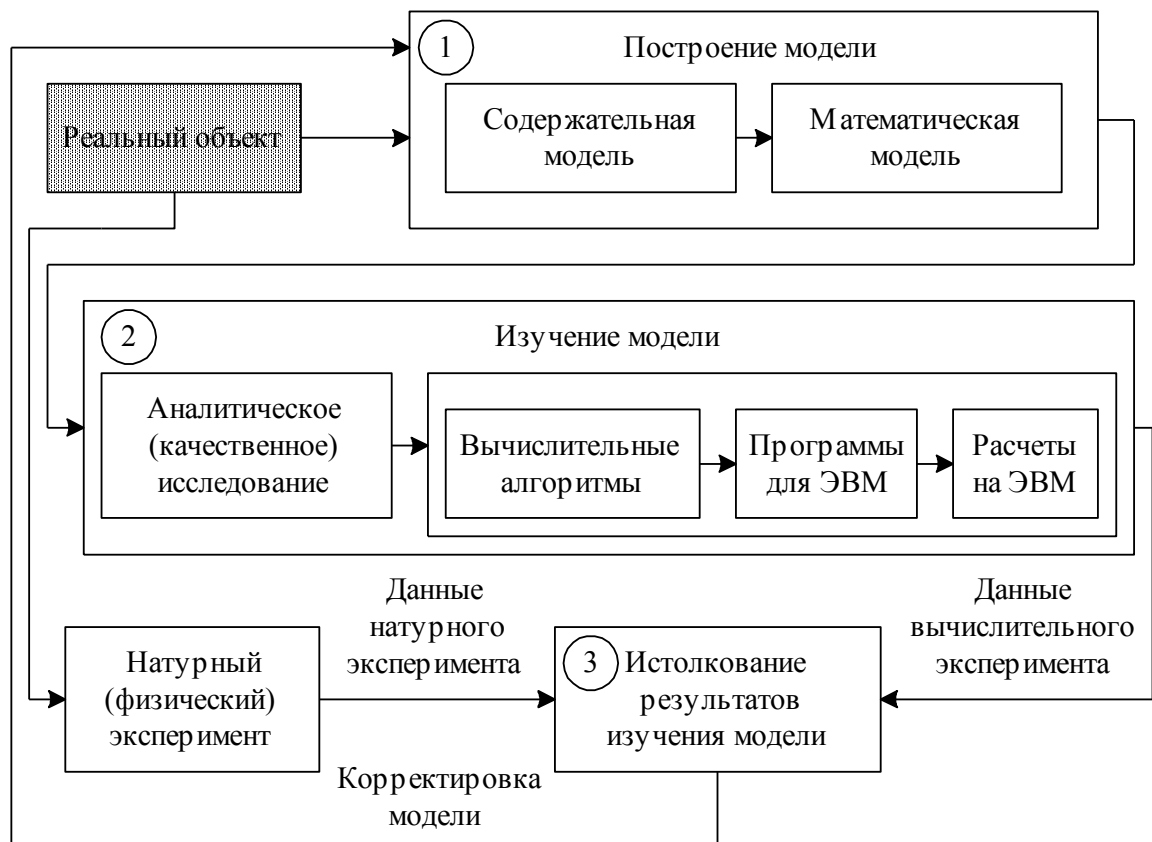


Рис. 6. Схема разработки математической модели

3. Для СУ важным является установление множества переменных, которые можно принять в качестве управляющих воздействий.

4. Выяснение объективных законов взаимодействия частей (подсистем, элементов) системы друг с другом и внешней средой.

Необходимая информация о системе для построения ММ может быть получена:

- либо на основе известных законов (физических, химических, биологических, экономических и т. д.) ранее разработанных теорий для исследуемой системы. Такой подход составляет *аналитический способ построения ММ*;
- либо на основе проведения натуральных экспериментов с реальной системой. При этом *активный натуральный эксперимент* предполагает приложение на входах системы специально сформированных воздействий детерминированного и/или случайного характера, а при проведении *пассивного натурального эксперимента* система находится в условиях нормального (естественного, эксплуатационного) функционирования. Данный подход составляет *экспериментальный способ построения ММ*, который принято называть *идентификацией*.

По мере накопления знаний о реальной системе (объекте), о явлениях и процессах в ней, выдвигаются различные гипотезы, принципы, концепции, постулаты, которые позволяют в сжатой и доступной форме объяснять наблюдаемые явления и с достаточной точностью предсказывать возможные состояния в будущие моменты времени, а также выяснять условия, при которых впоследствии может быть произведён синтез – осуществление желаемого поведения системы по корректируемой ММ.

Получаемую таким образом на начальной стадии построения модель называют *содержательной (концептуальной, феноменологической)*. В процессе построения содержательной модели производится абстрагирование (пренебрежение) от различных малозначащих свойств и характеристик изучаемой реальной системы (конечно, если эти несущественные свойства и характеристики сами не являются предметом исследований) и осуществляется переход к её упрощённому, не избыточному описанию. Такая процедура обычно требует неформальных подходов.

В литературе можно встретить и более подробную классификацию моделей, формализуемых на этапе разработки ММ. Например, модель, получаемую на начальной стадии разработки ММ, иногда называют

когнитивной моделью. Когнитивная модель представляет собой мысленный образ реального объекта (или процесса), формирующийся в результате наблюдений за его работой (или протеканием). При формировании такой идеальной модели все избыточные с точки зрения исследователя детали отбрасываются, получая тем самым компактное и лаконичное описание объекта или процесса.

Представление когнитивной модели на естественном языке называют *содержательной моделью*. В технике содержательную модель нередко именуют *технической постановкой задачи*.

Концептуальной моделью называют содержательную модель, в представлении которой используются понятия из тех предметных областей знаний, которые связаны с изучением объекта или процесса моделирования. В более широком смысле под концептуальной моделью понимают содержательную модель, базирующуюся на определённой концепции или точке зрения. Например, реальный моделируемый объект – летательный аппарат – заменяется его механической моделью – материальной точкой.

Построение содержательной модели может завершаться разработкой структурно-функциональной модели. *Структурно-функциональная модель* – совокупность взаимосвязанных частей (элементов, подсистем) объекта, выполняющих определённые функции. Для представления такой модели часто используется графическая *функциональная схема*, предшествующая получению ММ.

В процессе изучения системы на последующих этапах разработки модели, последняя постоянно уточняется вследствие учёта новых факторов. Поэтому всегда следует говорить *об иерархии (упорядоченном наборе) моделей*, каждая из которых с той или иной степенью точности описывает реальную систему. Однако и в рамках наиболее простой модели необходимо добиваться согласия с данными экспериментов.

На стадии построения содержательной модели ведущая роль принадлежит специалисту той предметной области знаний, к которой относится исследуемый объект, явление или процесс, поскольку необходимо обладать глубокими теоретическими познаниями в этой области и опытом постановки и анализа результатов экспериментов.

На основе содержательной модели каким-либо способом производится формализация модели. Используются также приёмы и символы наглядного графического изображения (электрическая и механическая схемы, диаграмма сигнального графа или структурная

схема СУ). Процессом окончательной формализации модели, состоящей в приведении её к форме, удобной для последующего анализа (например, к описанию в форме пространства состояний), завершается первый этап разработки ММ.

Второй этап состоит в изучении построенной ММ, т. е., по сути, решении поставленной математической задачи. Выбирается подходящий или создаётся новый математический метод и с его помощью отыскиваются решения, соответствующие реальным процессам. Поиск решения математической задачи по ММ часто сводится к отысканию некоторых зависимостей одних величин от других с использованием аналитических или алгоритмических методов. Сюда же следует отнести разработку алгоритмического и программного обеспечения.

Очень важно, что все величины, участвующие в создании ММ, определённым образом связаны с физическими величинами реальной системой. Это даёт возможность в ходе работы с моделью привлекать дополнительные сведения о системе, которые позволяют упростить процесс составления модели и её анализа, в частности выбрать из множества решений лишь те, которые удовлетворяют реальным ситуациям.

Литература

1. *Вавилов А.А., Имаев Д.Х.* Машинные методы расчёта систем управления: Учеб. пособие. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1981.
2. *Андреевский Б.Р., Фрадков А.Л.* Элементы математического моделирования в программных средах MATLAB 5 и Scilab. – СПб.: Наука, 2001.
3. Введение в математическое моделирование: Учеб. пособие / Под ред. П.В. Трусова. – М.: Логос, 2005.
4. *Душин С.Е., Красов А.В.* Моделирование систем и комплексов: Учебное пособие. СПб.: СПбГУ ИТМО, 2010.

Вопросы для самопроверки по 2 разделу

1. Задачи и ожидаемые результаты моделирования.
2. Основные функции моделей и цель их создания.
3. Принцип множественности (принцип иерархии) моделей, его особенности и область применения.
4. Особенности натурального эксперимента, его достоинства и недостатки по отношению к вычислительному.
5. Вычислительный эксперимент. Его достоинства и недостатки. Ограничения, которые накладываются на вычислительный эксперимент.
6. Полунатурный эксперимент, его назначения и особенности.
7. Идеальное и реальное моделирование их отличия и особенности.
8. Математическая модель процесса или системы. Назначение, информационное обеспечение, пути использования.
9. Достоинства и недостатки математических моделей процессов и систем.
10. Основные этапы разработки математических моделей.
11. Содержательная модель. Основные операции и этапы ее построения.

Раздел 3. Основы управления информационными системами

Все больше и больше руководители понимают, какое существенное влияние может иметь информация на успех деятельности организации. Руководству необходимо понимать принципы работы информационных технологий, а также вероятность их положительного влияния на достижение целей организации. В частности, высшему руководству необходимо знать, управляет ли организация информацией должным образом, а именно:

- успешно для достижения целей организации;
- достаточно гибко для обучения и подстройки под текущие и будущие нужды;
- разумно избегая риски, которым подвергается;
- должным образом распознавая возможности и действуя согласно им.

3.1. Основные определения

Информация – сведения об окружающем мире (объектах, явлениях, событиях, процессах, закономерностях...), которые уменьшают имеющуюся степень неопределенности, неполноты знаний, отчужденные от их создателя и ставшие сообщениями (выраженными на определенном языке в виде знаков, в том числе и записанными на материальном носителе), которые можно воспроизводить путем передачи устным, письменным или другим способом (с помощью условных сигналов, технических средств, и т.д.).

Наиболее важным для нас в этом пространном определении является то, что информация (в отличие от данных, сведений и др.) должна быть полезной ее потребителю за счет уменьшения имеющейся у него неполноты знаний об объекте управления вплоть до уровня, позволяющего принимать обоснованные управленческие решения или осуществлять оперативную деятельность.

Информационные технологии (ИТ) (или Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ)) - Приемы, способы и методы применения средств вычислительной техники при выполнении функций сбора, хранения, обработки, передачи и использования данных [из п. 4 Прил. 1 ГОСТ 34.003-90]. В более общем понимании -

широкий класс дисциплин и областей деятельности, относящихся к технологиям управления и обработки данных, а также создания данных, в том числе, с применением вычислительной техники.

Информационная система в таком контексте должна рассматриваться как среда, обеспечивающая целенаправленную деятельность организации. Т.е. она представляет собой совокупность таких компонентов как информация, процедуры, персонал, аппаратное и программное обеспечение, объединенных регулирующими взаимоотношениями для формирования организации как единого целого и обеспечения её целенаправленной деятельности (рис. 7).



Рис. 7. Основные компоненты информационной системы

Следствием принятия такого определения является тот вывод, что эффективность информационной системы может быть оценена только в терминах ее вклада в достижение организацией ее целей.

3.2. Применение системного подхода в управлении информацией и информационными технологиями

Управление информационными системами – «применение методов управления процессами планирования, анализа, дизайна, создания, внедрения и эксплуатации информационной системы организации для достижения ее целей» (ГОСТ РВ 51987-2002) или «Структура взаимоотношений и процессов выбора вектора развития предприятия и его управления, направленных на увеличение его стоимости при сбалансированном риске в сфере информационных и смежных технологий» (CobiT)

В настоящее время на первый план выходит умение менеджеров управлять процессами планирования, создания, эксплуатации и мониторинга информационных систем организации в соответствии с ее стратегией. Для этого, во-первых, им необходимо относиться к информации скорее как к “материальным” активам, чем как-то иначе. Во-вторых, им не следует питать иллюзии, что информационные технологии, внедренные в рамках сложившейся информационной культуры и поведения, сами собой разрешат проблемы организации. Компьютеры и электронные коммуникации — это лишь инструменты, помогающие работать с информацией. И чем мощнее (и дороже) эти инструменты, тем более тщательно нужно думать о том, как эффективнее их использовать. В-третьих, работники, занятые сбором, обработкой и использованием информации, легче распознают дисфункциональность информационного поведения менеджеров, не согласующегося с заявленными целями компании или ее установками и стилем. В-четвертых, организации, которые сумеют первыми увязать свои информационные системы со стратегиями развития государства и информационного общества, обретут определенное конкурентное преимущество, устойчивость и поддержку заинтересованных групп.

Успешные организации хорошо осознают каким рискам они подвергаются в случае неэффективного применения ИТ, и применяют методы управления, позволяющие максимально полно использовать преимущества информационных технологий (ИТ), а также находят возможности для:

- согласования ИТ-стратегии и бизнес-стратегии;
- последовательного воплощения ИТ-стратегии и ИТ-целей в организации;
- внедрения организационных структур, которые облегчают реализацию стратегии и целей;
- создания конструктивных отношений и эффективного взаимодействия между функциональными подразделениями организации и ее ИТ-службами, а также с внешними партнерами;
- оценки качественных и количественных характеристик работы ИТ.

Организация не может эффективно удовлетворять эти требования бизнеса и управления без освоения и реализации системного управления и контроля структуры информационных систем (ИС) организации.

Для этого необходимо:

- ссылаться на бизнес-требования;
- сделать действия по этим требованиям прозрачными;
- свести свои действия (работу) к общепринятым моделям процессов;
- определить основные ресурсы, которые следует развивать;
- определить цели административного контроля для уточнения.

К тому же управление и контроль над структурой становится частью лучших практик по управлению ИТ, а также инструментом реализации управления ИТ и соответствия постоянно изменяющимся нормативным требованиям.

Лучшие практики в сфере ИТ стали существенными (значимыми) благодаря многим факторам:

- руководители организаций требуют лучшей отдачи от ИТ-инвестиций, чтобы повысить ценность деятельности организации для заинтересованных сторон;
- интерес к оптимизации уровня ИТ-расходов;
- необходимость соответствовать нормативным требованиям по управлению ИТ по таким направлениям как защита персональных данных и корректность финансовой отчетности и др.;
- выбор поставщиков услуг и управления аутсорсингом и приобретением услуг;
- все более сложные ИТ-риски, например, связанные с безопасностью в сетях и облаках;
- регулирование деятельности ИТ-служб, которое включает внедрение оптимальных структур управления и лучших практик для помощи в мониторинге и улучшении критичных ИТ-функций;
- необходимость оптимизации расходов с помощью стандартизованных, где это возможно, а не специально разработанных, подходов;
- растущая необходимость и, как следствие, принятие хорошо проверенных таких стандартов управления ИС, как CobIT, ITIL, ISO 17799, ISO 9001, CMM, PRINCE2 и др.;

Структура управления и контроля должна обслуживать множество внутренних и внешних заинтересованных лиц, каждое из которых имеет свои специфические потребности:

Заинтересованные лица внутри организации, которые заинтересованы в том, чтобы ИТ-инвестиции принесли выгоду:

- те, кто принимают решение об инвестировании;
- те, кто принимают решения о требованиях;
- те, кто используют ИТ-сервисы.

Внутренние и внешние заинтересованные лица, которые внедряют ИТ-услуги:

- те, кто управляют организацией и работой ИТ;
- те, кто разрабатывают возможности;
- те, кто управляют услугами.

Внутренние и внешние заинтересованные лица, отвечающие за контроль и риски:

- те, кто отвечают за безопасность, конфиденциальность и / или риски;
- те, кто выполняют функции согласования;
- те, кто требуют гарантийное обслуживание или выполняют его.

Заинтересованные лица вне организации, потребляющие информационные услуги, оказываемые организацией:

- те, кто используют информационные услуги;
- те, кто обеспечивает готовность потребителей информационных услуг к их потреблению;
- те, кто защищает интересы пользователей информационных услуг;
- те, кто финансирует (софинансирует) создание информационных услуг.

3.3. Основные требования к структуре управления и контроля информационной системы

Чтобы отвечать вышеперечисленным требованиям, структура управления и контроля ИС должна соответствовать следующим общим требованиям:

- обеспечивать фокус приложения усилий управления ИС таким образом, чтобы постоянно иметь соответствие между целями организации и целями ИТ-сервисов;
- ориентировать процесс таким образом, чтобы определить диапазон и масштаб сферы действия; организовать структуру, обеспечивающую простую ориентацию;
- соответствовать лучшим практикам управления ИС и ИТ, а также, стандартам и не зависеть от специфичных технологий;
- поддерживать общепринятый язык с терминами и определениями, понятными всем заинтересованным лицам;
- выполнять нормативные требования, в соответствии с общепринятыми корпоративными стандартами управления (напр., COSO) и ИТ-контроля, чего ожидают руководители и внешние аудиторы.

Для достижения целей организации, используемая информация должна соответствовать определенным критериям, которые называются бизнес-требованиями к информации. Основываясь на более широких требованиях качества, конфиденциальности и безопасности, обычно определяют семь следующих информационных критериев:

- результативность определяется информацией, которая относится к административному или бизнес-процессу и которая предоставлена своевременно, корректным, приемлемым образом;
- эффективность определяется предоставлением информации, при оптимальном (наиболее продуктивном и экономичном) использовании ресурсов;
- конфиденциальность определяет защиту важной информации от неавторизованного доступа;

- целостность имеет отношение к корректности и полноте информации, а также к ее достоверности в соответствии с ожиданиями бизнеса;
- доступность имеет отношение к доступности информации в случае необходимости для административных и бизнес-процессов. Она также касается защиты необходимых ресурсов и связанных с ними возможностей;
- согласованность означает соответствие тем законам, нормам и договорным соглашениям, которым подчиняется организация, т.е. внешне наложенным критериям деятельности, а также внутренним политикам;
- надежность определяется предоставлением руководству информации, необходимой для управления объектом и осуществления его управляющих обязанностей.

3.4. Управление ресурсами информационной системы

Цели и стратегии организации транслируются в цели ИС и ИТ организации, которые затем определяют ИТ-ресурсы и ИТ-архитектуру организации, необходимые для успешного выполнения той части стратегии организации, которая поддерживается средствами ИТ. Все эти цели должны быть выражены в терминах основных параметров деятельности организации, понятных для всех руководителей, и это, в совокупности с эффективной иерархией целей, будет гарантировать максимальную эффективность использования ИТ для поддержки целей организации.

Для достижения поставленных целей организация должна инвестировать в ресурсы, требуемые для создания соответствующих технических возможностей.

ИТ-ресурсы ИС могут быть описаны следующим образом:

- *приложения* – это автоматизированные пользовательские системы, а также, ручные процедуры, которые собирают, хранят, обрабатывают и распространяют информацию;
- *информация* – это данные во всех формах ввода, хранения, обработки и вывода с помощью информационных систем, в любых формах, которые используются для принятия управленческих решений и обеспечения операционной деятельности организации;

- *инфраструктура* – это средства (аппаратное обеспечение, операционные системы, системы управления базами данных, сеть, мультимедиа и др., а также среда, в которой все это находится и поддерживается), которые делают возможным работу приложений;
- *люди* – персонал, имеющий необходимые навыки и мотивацию, требуемый для планирования, организации, проектирования, обеспечения (необходимыми средствами), доставки, поддержки, мониторинга и оценки информационных систем и услуг.

Для достижения целей организации, происходит управление вышеперечисленными ресурсами в 4х основных сферах:

1). Планирование и Организация

Эта область покрывает стратегию и тактику, а также занимается идентификацией способа, с помощью которого ИС может наилучшим образом содействовать развитию целей организации. К тому же, реализация видения стратегии требуется для различных перспектив планирования, коммуникаций и управления. В результате, должны быть введены подходящая организация и технологическая инфраструктура. Эта область обычно рассматривает следующие вопросы управления:

- Согласованы ли стратегии ИТ и организации?
- Удастся ли организации оптимально использовать свои ресурсы?
- Все ли в организации понимают цели ИТ?
- Понимают ли в организации ИТ-риски и управляют ли ими?
- Соответствует ли качество ИС текущим и будущим потребностям организации?

2). Проектирование и Внедрение

Чтобы реализовать ИТ-стратегию, ИТ-решения должны быть идентифицированы, разработаны и созданы, а также введены в действие и интегрированы в административные или бизнес-процессы. К тому же, данной областью охватываются изменения и эксплуатация существующих систем, чтобы убедиться в том, что используемые решения все еще соответствуют бизнес-целям. Данная область обычно рассматривает следующие вопросы управления:

- Какова вероятность того, что новые проекты позволят создать решения, соответствующие потребностям организации?
- Какова вероятность того, что новые проекты будут выполнены своевременно и в пределах бюджета?
- Будут ли новые системы работать должным образом после внедрения?
- Будут ли вноситься изменения без нарушения текущих операций?

3). Эксплуатация и Сопровождение

Данная область связана с фактическим предоставлением требуемых информационных услуг, которые включают услуги доставки необходимой информации, управления безопасностью и непрерывностью, услуги поддержки пользователей, а также управление данными и операционными средствами. Данная область обычно рассматривает следующие вопросы управления:

- Предоставляются ли информационные услуги в соответствии с приоритетами организации?
- Оптимальна ли стоимость используемых ИТ?
- Способен ли персонал использовать ИТ-системы продуктивно и безопасно?
- В достаточной ли степени обеспечивается конфиденциальность, целостность и доступность информации?

4). Мониторинг и Оценка.

Все ИТ-процессы должны регулярно оцениваться на предмет качества и согласованности с контрольными требованиями. Данная область рассматривает осуществление управления, мониторинга внутреннего контроля, регуляторную согласованность и обеспечение управления. Данная область обычно рассматривает следующие вопросы управления:

- Рассчитана ли работа ИТ на своевременное выявление проблем?
- Гарантирует ли управление результативность и эффективность внутреннего контроля?
- Может ли работа ИТ быть связана с целями организации?

- Измеряются ли риск, контроль, результативность и эффективность и сообщается ли о результатах заинтересованным сторонам?

В рамках управления организации, управление информационными системами становится все более заметным и определяется как систематизированная структура взаимоотношений и процессов выбора вектора развития предприятия и методов управления в сфере информационных и смежных технологий, направленных на увеличение ценности ее деятельности при сбалансированном риске. Управление информационными системами структурно связывает информационные процессы, необходимые ресурсы и информацию, инициируя выработку стратегий и достижение целей.

Системный подход к управлению информационными системами интегрирует и определяет оптимальные методы планирования и организации, создания и внедрения, функционирования и обслуживания, а также мониторинга функционирования информационных систем, гарантируя, что применение информации, и информационных технологий, утилизация требуемых для этого ресурсов, уровень сопутствующих рисков отвечают требованиям достижения целей и защите интересов организации.

Литература

1. Бураков П.В., Петров В.Ю. Информационные системы в экономике: учебное пособие / М-во образования и науки РФ; Федер. агентство по образованию; СПбГУ ИТМО. - СПб., 2010.
2. Волкова В.Н. Теория систем и системный анализ: учебник для вузов: рек. ГОУ ВПО "Санкт-Петербургский государственный политехнический университет". - М.: Юрайт, 2010 .
3. Лодон Дж., Лодон К. Управление информационными системами, /Перевод под ред. Д.Р. Трутнева. - СПб.: Питер, 2005.
4. Трутнев Д.Р., Годин В.В. Управление информационными системами. - М.: ГУУ НФПК, 1999.
5. ГОСТ Р ИСО 15704-2008. Промышленные автоматизированные системы. Требования к стандартным архитектурам и методологиям предприятия. Электронный ресурс: <http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=175381>

6. <http://www.russianenterprisesolutions.com/> - Корпоративные информационные системы
7. <http://www.osp.ru/> - Издательство «Открытые системы»

Вопросы для самопроверки по 3 разделу

1. Цели существования и развития информационных систем организации.
2. Основные компоненты информационных систем.
3. Отличие информации от сведений и практические последствия этих различий.
4. Основные информационные критерии.
5. Круг лиц, имеющих специфические информационные потребности и на удовлетворение которых направлено управление ИС
6. Основные задачи управления информационными системами
7. Общие требования к структурам управления информационными системами.
8. Сферы управления информационными системами и их основное содержание.
9. Основные задачи системного подхода к управлению информационными системами.



Направление подготовки: 220100 - Системный анализ и управление

Факультет: Магистерский корпоративный факультет НИУ ИТМО

Форма обучения: очная

Срок обучения: 2 года

*Мы готовим ИТ-директоров (CIO), способных работать на
государственном уровне!*

Обучение в магистратуре направлено на приобретение практических навыков управления информационными системами. Теоретические занятия дают расширенные знания, необходимые для работы над Вашим реальным индивидуальным проектом, который может быть, как самостоятельным, так и корпоративным (развитие и управление ИТ-проектом в государственной или коммерческой организации - партнере Факультета). Практическая часть обучения проходит на базе Центра технологий электронного правительства НИУ ИТМО, Санкт-Петербургского информационно-аналитического центра и организаций-партнеров под руководством опытных экспертов.

Первый набор на программу осуществлен в 2011 году.

Магистры изучат и смогут применять на практике:

- принципы анализа тенденций развития и стратегического планирования информационных систем государственных и муниципальных организаций;
- методы построения эффективных архитектур информационных систем в госсекторе;
- практики управления проектами внедрения информационных систем в условиях построения информационного общества и электронного правительства;
- основы информационной безопасности;
- системы оценки и управления качеством оказания электронных государственных и муниципальных услуг;
- нормативно-правовую базу, регулиующую создание и функционирование информационных систем, с акцентом на выполнение проектов электронного правительства;
- практические приемы и техники управленческой деятельности;
- технологии создания и управления геоинформационными системами;
- принципы реализации мобильных технологий оказания электронных услуг;
- и многое другое.

Пять преимуществ магистерской программы:

1. Профессиональная команда российских и зарубежных преподавателей.
2. Инновационная программа обучения.
3. Возможность прохождения практики и работы над проектом в органах государственной власти и/или в ведущих ИТ-компаниях, специализирующихся на решениях электронного правительства.
4. Шанс реализовать себя в проектной и аналитической деятельности в сфере электронного правительства.
5. Возможность создания малой инновационной компании.

Программу поддерживает **широкая сеть партнеров** из органов власти и управления регионов, научно-образовательных структур, компаний-разработчиков, международных организаций.

Основные даты приемной кампании 2012 года:

- 20 июня - 8 июля 2012 г. – прием документов на программу
- 11 июля 2012 г. – вступительный экзамен
- 12 - 13 июля 2012 г. – собеседование
- 14 июля 2012 г. – результаты вступительных испытаний

Иногородние абитуриенты обеспечиваются местом для проживания в общежитии на период вступительных испытаний (с 8 по 14 июля). Заявки на предоставление мест в общежитии подаются до 15 июня 2012 г.

Начало обучения с 1 сентября 2012 г.

Центр технологий электронного правительства и кафедра управления государственными информационными системами НИУ ИТМО заинтересованы в сотрудничестве с региональными и муниципальными администрациями по вопросу целевого набора абитуриентов. Абитуриенты, имеющие рекомендации администраций регионов и муниципалитетов, а также опыт участия в проектах информатизации органов власти имеют преимущество при подведении итогов конкурса портфолио.

КОНТАКТ:

Магистерский корпоративный факультет НИУ ИТМО,
кафедра управления государственными информационными системами
<http://mkf.ifmo.ru/ugis>
Центр технологий электронного правительства НИУ ИТМО
info@egov-center.ru Тел.: (812) 457-17-96

Научный руководитель программы:

Николай Валентинович Борисов, докт. физ.-мат. наук

Руководитель магистерской программы:

Андрей Владимирович Чугунов, канд. политич. наук, директор Центра технологий электронного правительства, заведующий кафедрой управления государственными информационными системами НИУ ИТМО
e-mail: chugunov@egov-center.ru

Учебное издание

*Быстров Сергей Владимирович
Григорьев Валерий Владимирович
Трутнев Дмитрий Родиславович*

**Системный анализ
и управление информационными системами**
Учебное пособие для поступающих в магистратуру
на программу «Управление государственными информационными системами»
(направление 220100 Системный анализ и управление)

Обложка и верстка О. В. Пархимович, Ю.В. Байкеевой

Сдано в набор 5.04.2012. Подписано в печать 25.05.2012.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 3,5. Тираж 100 экз. Заказ № 136/4.

Магистерский корпоративный факультет
Санкт-Петербургского национального исследовательского университета
информационных технологий, механики и оптики
199034 Санкт-Петербург, В.О., Биржевая линия, 14.

Отпечатано с готового оригинал-макета в
Учреждении «Университетские телекоммуникации»
199034 Санкт-Петербург, В.О., Биржевая линия, 16.
(812) 915-1454 zakaz@TiBir.ru
www.TiBir.ru