

И.Н.Дрогобыцкий

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ЭКОНОМИКЕ



И.Н.Дрогобыцкий

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ЭКОНОМИКЕ

Рекомендовано
Учебно-методическим объединением
по образованию в области математических методов
в экономике
в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по специальности
“Математические методы в экономике”
и другим экономическим специальностям



**МОСКВА
“ФИНАНСЫ И СТАТИСТИКА”**



**ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ
“ИНФРА-М”**

2009

УДК 330.46(075.8)
ББК 65в623я73
Д75

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

**Кафедра "Математическое моделирование
экономических процессов"**
Финансовой академии при Правительстве РФ
(заведующий кафедрой — В.А. Бывшев,
доктор технических наук, профессор);

Б.Н. Порфирьев,
доктор экономических наук, профессор,
руководитель Центра анализа рисков и кризисов
Института экономики РАН

Дрогобыцкий И.Н.
Д75 Системный анализ в экономике: учеб. пособие / И.Н. Дро-
гобыцкий. — М.: Финансы и статистика, 2009. — 512 с.: ил.
ISBN 978-5-279-03242-6

Впервые положения теории систем и системного анализа рассмотрены применительно к требованиям аналитиков, исследующих экономические системы. Представлены классические аналитические процедуры, нашедшие широкое применение в экономической сфере, а также специфические процедуры структурного анализа, в основу которых положены идеи процессного подхода и информационного моделирования. Значительное внимание уделено описанию базовой методики проведения системного анализа и вопросам формирования рабочих планов исследования конкретных систем.

Для студентов, аспирантов и преподавателей экономических вузов; представляет интерес для сотрудников аналитических служб и топ-менеджмента крупных компаний.

Д $\frac{2404000000 - 126}{010(01) - 2007}$ 42-2007

УДК 330.46(075.8)
ББК 65в623я73

ISBN 978-5-279-03242-6

© Дрогобыцкий И.Н., 2007
© Издательство «Финансы и статистика», 2007

Оглавление

Предисловие	9
Введение	13
Раздел I. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ СИСТЕМ	
Глава 1. Системность – общее свойство материи	17
1.1. Системность в практической деятельности человека	17
1.2. Системность познавательных процессов	24
1.3. Системность окружающего мира	26
Глава 2. Жизненный цикл системы	32
2.1. Рождение системы	32
2.2. Развитие системы	36
2.3. Гибель системы	37
2.4. Противоречия и их роль в системе	39
Глава 3. Определение и классификация систем	43
3.1. Определение системы	43
3.2. Классификация систем	51
Глава 4. Моделирование систем	63
4.1. Структурирование процессов моделирования	63
4.2. Иерархия моделей	65
4.3. Классификация методов моделирования систем	67
4.4. Проблемы моделирования экономических систем	70

Глава 5. Статические модели	74
5.1. Модель "черного ящика"	74
5.2. Модель состава системы	78
5.3. Структурная модель системы	80
Глава 6. Динамические модели	85
6.1. Динамическая модель "черного ящика"	85
6.2. Динамическая модель состава	89
6.3. Динамическая структурная модель	93
 Раздел II. ПРОЦЕДУРЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА	
Глава 7. Целеполагание	100
7.1. Область целеполагания	100
7.2. Сложности целеполагания и рекомендации по их преодолению	103
7.3. Структурные цели	107
Глава 8. Вскрытие системности	111
8.1. Язык системных диаграмм	111
8.2. Примеры системных диаграмм	115
8.3. Техника построения системных диаграмм	127
Глава 9. Декомпозиция и агрегирование	133
9.1. Единство и обособленность анализа и синтеза в системных исследованиях	133
9.2. Модель как основание декомпозиции	134
9.3. Алгоритмизация процесса декомпозиции	138
9.4. Агрегирование и эмерджентность	141
9.5. Конфигуратор агрегирования	143
9.6. Агрегирование данных	145
Глава 10. Измерения	149
10.1. Измерительные шкалы	149
10.2. Номинальная шкала	150
10.3. Порядковая шкала	152

10.4. Интервальная шкала	155
10.5. Шкала отношений	157
10.6. Шкала разностей	158
10.7. Абсолютная шкала	159
10.8. Выбор и трансформация измерительной шкалы	160
Глава 11. Статистические измерения	164
11.1. Природа случайности	164
11.2. Регистрация и обработка экспериментальных данных	165
11.3. Содержание обработки статистических данных	168
Глава 12. Выбор	173
12.1. Проблематика выбора	173
12.2. Постановка многокритериальной задачи оптимизации	176
12.3. Приведение к однокритериальной задаче	177
12.4. Условная оптимизация	179
12.5. Метод уступок	180
12.6. Поиск альтернативы с заданными свойствами	182
12.7. Нахождение множества Парето	184
Глава 13. Выбор в условиях неопределенности	187
13.1. Выбор в условиях неопределенности с дискретным набором альтернатив и исходов	187
13.2. Подходы к решению игровых задач выбора в условиях неопределенности	189
13.3. Выбор в условиях статистической неопределенности	192
Глава 14. Методы группового выбора	196
14.1. Условия проведения экспертизы	196
14.2. Методы обработки оценок экспертов	197
14.3. Метод Дельфи	200
14.4. Голосование	203

Раздел III. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В ЭКОНОМИКЕ: ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД

Глава 15. Информационная модель экономической системы	211
15.1. Экономическая система	211
15.2. Информация, данные и знания	214
15.3. Информационная модель экономической системы	217
15.4. Требования к ИМЭС	220
Глава 16. Техника информационного моделирования	224
16.1. Графические средства информационного моделирования	224
16.2. Эволюция взглядов системного аналитика	230
16.3. Детализация диаграмм потоков данных	236
16.4. Последовательность построения диаграмм потоков данных	237
Глава 17. Формирование словаря данных	243
17.1. Уровни описания данных	243
17.2. Описание элементов данных	244
17.3. Описание структуры данных	247
17.4. Описание потоков данных	251
17.5. Описание накопителей данных	252
17.6. Описание процессов	253
17.7. Описание внешних сущностей	254
17.8. Описание словарных статей	255
Глава 18. Определение логики процессов	258
18.1. Ключевые проблемы выражения логики	258
18.2. Деревья решений	259
18.3. Таблицы решений	266
18.4. Выбор способа представления логики процесса	270
18.5. Языковые средства представления логики процессов	271
18.6. Базовые конструкции структурного программирования	272
18.7. Описание процесса на структурно- естественном языке	278

Глава 19. Определение накопителей данных	283
19.1. Определение содержания накопителей данных	283
19.2. Упрощение содержания накопителя данных	286
19.3. Нормализация накопителей данных	288
19.4. Технология нормализации отношений	293
19.5. Совмещение отношений	294

Раздел IV. ИНЖЕНЕРИЯ И ИСКУССТВО В СИСТЕМНОМ АНАЛИЗЕ

Глава 20. Базовая методика системного анализа	299
20.1. Формулировка проблемы	300
20.2. Формирование проблематики	301
20.3. Конфигурация проблемы	302
20.4. Постановка задачи	303
20.5. Определение целей	305
20.6. Выбор критериев	307
20.7. Генерирование альтернатив	310
20.8. Моделирование	312
20.9. Синтез решения	314
20.10. Реализация решения	315
20.11. Знаниевая составляющая системного анализа	317
Глава 21. Особенности системного анализа в экономике	322
21.1. Природа сложности системных исследований	322
21.2. Отличительные характеристики экономических систем	324
21.3. Особенности исследования экономических систем	326
21.4. Этика системного анализа	331

Приложения

1. Обратные связи	335
2. Эволюция научного менеджмента	344
3. "Жесткие" и "мягкие" математические модели	350
4. Основы экономической математики	374
5. Корректировка целей	383
6. Ментальные модели	385
7. Древовидные структуры	387
8. Рекомендации по усилению порядковой шкалы	389
9. Примеры порядковых шкал	390
10. Обобщенный критерий пессимизма-оптимизма	
Гурвица оптимальности стратегий в играх с природой	393
11. Теорема фон Неймана	442
12. Язык бинарных отношений	446
13. Парадокс Эрроу	449
14. О теории информации	450
15. Теоретические основы знаниевой экономики	452
16. Технологические сети	485
17. Организационные методы мобилизации	
творческой активности	489
18. Пример "растворения" проблемы	496
Список рекомендуемой литературы	498
Предметный указатель	502

Предисловие

Одна из основных проблем масштабных экономических проектов — отсутствие должной координации работ на всех уровнях и этапах их реализации. Это в равной мере относится к проектам, осуществляемым в рамках компании, проектам межкорпоративного характера — региональным, национальным и транснациональным, и проектам межгосударственного сотрудничества. В то же время в технической и военной областях такая координация всегда существовала, о чем свидетельствует успешное сотрудничество многих стран и корпораций при строительстве больших технических систем на земле и в космосе, а также опыт проведения совместных военных операций в различных точках мира. Возникает вопрос: "Почему?" В поисках ответа на этот вопрос автор пришел к выводу, что в экономической сфере очень мало специалистов с хорошим системным мышлением, способных понимать и должным образом оценивать различные аспекты экономических явлений и на этой основе вырабатывать обоснованные управленческие решения. И причина такого положения — не в самой экономике как отрасли человеческой деятельности, а в системе подготовки экономических кадров.

Исторически сложилось так, что экономическое образование (как, собственно говоря, и все другие отрасли знания) развивалось по принципу дифференциации. Появлялись новые учебные дисциплины, которые были призваны "пролить свет" на новые прикладные сферы экономической деятельности, открывались новые экономические специальности как ответ на запросы рыночной экономики, уточнялись учебные планы подготовки экономистов традиционных экономических специальностей в направлении увеличения объема учебной нагрузки, отводимой дисциплинам профильного характера. В конечном итоге это привело к подготовке узкопрофильных, обученных выполнять конкретные процедуры в конкретных условиях специалистов, у которых отсутствовали навыки аналитического мышления и синтеза новых знаний.

К сожалению, в учебных планах подготовки экономистов до сих пор очень слабо представлена интеграционная составляющая. Дисциплины "Философия" и "Экономическая теория", призванные сформировать теоретико-методологическую основу знаний и компетенций будущего специалиста, очень далеки от проблематики и методологии конкретных экономических исследований и не справляются с поставленными задачами. Нужна еще одна промежуточная системная учебная дисциплина прикладного характера, в качестве которой с успехом может выступить "Системный анализ в экономике". В совокупности с классической дисциплиной "Теория систем" она способна сформировать базовую платформу для проведения прикладных экономических исследований или "философские основы" прикладной экономической науки.

Несмотря на насущную необходимость введения такой учебной дисциплины для экономистов, к настоящему времени она значится только в образовательном стандарте специальности 08.06.01 "Математические методы в экономике". Одной из ключевых причин такого положения дел, по мнению автора, является отсутствие общепризнанного учебника для студентов экономических специальностей. Круг доступных на данный момент литературных источников ограничен монографическими изданиями и учебными пособиями для инженерных специальностей, которые только частично удовлетворяют потребности экономистов.

Желание восполнить отмеченный пробел в профессиональном экономическом образовании вдохновило автора на подготовку настоящего учебного пособия.

Структура учебного пособия соответствует гипертекстовой технологии подачи материала. В основной части книги приводятся фундаментальные положения системного анализа, выстроенные в строгую логическую последовательность, а в приложениях даются интересные сведения по тем или иным аспектам излагаемого вопроса, которые по различным причинам "не вписались" в общую логику изложения материала, но имеют непосредственное отношение к рассматриваемому вопросу и либо углубляют его, либо представляют его в другом интересном ракурсе, либо являются яркими демонстрационными примерами.

Учитывая интеграционный характер специальности "Системный анализ", учебное пособие построено по принципу навигатора: каждой методологической проблеме исследования экономических систем (определение цели исследования, построение модели объекта, формирование множества альтернатив, выбор решения и т.д.) отводится отдельная глава, в рамках которой эта проблема "раскручивается" до конкретных постановок задач с определением методов их решения и указанием учебных дисциплин и разделов, где эти методы будут детально изучаться. Таким образом, цель пособия – сориентировать студента в проблематике прикладной экономической науки и обрисовать существующий методологический арсенал, призванный поддерживать решение системных задач.

Этой цели соответствует и структура пособия. Она включает четыре крупных раздела, постепенно "погружающих" неподготовленного читателя в конкретику методологии системных исследований. В разделе I рассматриваются основные положения теории систем и их взаимосвязь с общепризнанными философскими категориями. В разделе II всесторонне анализируются основные процедуры системного анализа, которые, по существу, составляют ядро его методологического обеспечения. В разделе III описываются известные методы структурного анализа, нашедшие воплощение в IDEF-технологиях моделирования экономических систем. В заключительном разделе IV приводится базовая методика проведения системного анализа и даются рекомендации по ее адаптации к особенностям конкретной экономической системы, подлежащей исследованию.

Объем каждой главы учебного пособия соизмерим с одной лекцией. Это даст возможность преподавателям довольно легко компоновать учебные программы и планы для занятий любой экономической специальности с учетом ее специфики и предметной области.

В заключение каждой главы сформулированы выводы. Они акцентируют внимание читателя на ключевых моментах рассмотренной темы и готовят его к восприятию последующего материала. Вместе с преамбулой следующей главы выводы играют роль соединительной субстанции, увязывающей разрозненные главы в единое целое, формируя тем самым логическую структуру учебного пособия.

После каждой главы приводится перечень контрольных вопросов и заданий, а также темы для рефератов и эссе, с которыми студенты могут выступать как на практических занятиях, так и на конкурсах студенческих научных работ. При этом тематика рефератов существенно расширяет проблематику главы и может составить предмет для содержательных дискуссий.

Пособие предназначено для студентов, аспирантов и преподавателей экономических вузов и может быть полезно для сотрудников аналитических служб и топ-менеджмента крупных компаний.

При подготовке настоящего пособия автор широко использовал труды ведущих отечественных и зарубежных ученых, представляющих различные научные школы системного анализа.

В первую очередь следует отметить томскую школу профессора Ф.И. Перегудова. К сожалению, его ранний уход из жизни не позволил в полной мере реализовать наметившийся потенциал этой школы. Большое влияние на содержание отдельных глав пособия оказали дискуссии с коллегами из Санкт-Петербургской школы системного анализа. В частности, замечания профессора В.Н. Волковой позволили значительно улучшить первоначальный вариант гл. 4 "Моделирование системы" и гл. 7 "Целеполагание". Много полезного автор почерпнул из книг профессора В.Д. Могилевского, японских ученых И. Нонака и Х. Такеучи, английских ученых Дж. О'Коннора, И. Макдермотта и др.

Автор благодарен академику В.И. Арнольду и профессору Л.Г. Лабскеру, любезно предоставившим материалы своих докладов, сделанных на научных семинарах в Администрации Президента РФ и Финансовой академии при Правительстве РФ (приложения 3, 10), которые обогащают содержание данного пособия, с одной стороны, и ярко демонстрируют интеграционный характер дисциплины "Системный анализ" — с другой. Самых добрых слов заслуживают рецензенты пособия — профессор В.А. Бывшев и профессор Б.Н. Порфирьев за оказанную дружескую поддержку и конструктивную критику.

Особую благодарность автор выражает жене Клавдии Степановне, терпение и такт которой способствовали успешной работе над рукописью, и помощнице Александре Рузиной, взявшей на себя труд технической подготовки данного учебного пособия.

Введение

В современных условиях каждый экономический субъект, будь то индивидуальный предприниматель, малое предприятие или большая корпорация, имея почти неограниченную экономическую свободу, хозяйствует на свой страх и риск. При этом для обеспечения желаемого вектора развития, выработки обоснованных управленческих решений и практической реализации последних он должен уметь вычислять свои экономические координаты и постоянно выверять курс движения к намеченной цели. В таких условиях особую актуальность приобретают различные аналитические исследования и прогнозы, по результатам которых вырабатываются, принимаются и реализуются важные управленческие решения. И если индивидуальные предприниматели и малые предприятия довольно успешно решают эти задачи на интуитивном уровне, то для крупных корпораций такой подход абсолютно неприемлем: слишком большой, а иногда и "неподъемной" может оказаться цена ошибки.

С другой стороны, даже в условиях нормального (штатного) развития управляемого объекта выработка управленческих решений всегда осуществляется в проблемной среде на многоальтернативной основе. Это обусловлено многовекторностью нашего бытия, сложностью управляемого объекта, динамическим изменением условий его функционирования, сложностью внутренней и внешней обстановки и множеством других факторов. Таким образом, выработка любого управленческого решения и последующая его реализация в виде некоторого управленческого воздействия связаны с решением какой-то проблемы или целого спектра проблем.

Однако управленческие воздействия не всегда приводят к решению существующих проблем. Последние иногда носят постоянный характер и повторяются от одного акта управленческого воздействия к другому. Для устранения такой "долгоиграющей" проблемы ее следует "выделить в отдельное производство", локализовать в рамках системы, всесторонне рассмотреть во взаимосвязи с внешней средой, установить причины ее возникновения, определить подпитывающие ее ресурсы и затем разрабо-

тать рекомендации по устранению или уменьшению воздействия проблемы на управляемый объект.

Для решения отмеченных выше и сопутствующих им задач многие серьезные субъекты рынка имеют в своем составе аналитические службы (ситуационный центр, центр предупреждения кризисных явлений, отдел прогнозирования и стратегического планирования и т. п.), в обязанности которых вменяются синтез возможных вариантов стратегических решений, формирование планов развития объекта управления, мониторинг его текущего состояния и выработка оперативных управленческих воздействий для "удержания" объекта на заданной траектории развития. Теоретическую основу деятельности таких служб составляет теория систем, а методологический арсенал и инструментальную поддержку предоставляет системный анализ в совокупности с экономическими дисциплинами прикладного характера.

К сожалению, в учебных программах подготовки экономистов с высшим профессиональным образованием не нашлось места дисциплине, в рамках которой изучались бы основы теории систем, системный подход и методология системного анализа. В лучшем случае они фрагментарно или отдельными вопросами были представлены в рамках других учебных дисциплин. Этим во многом объясняются отсутствие у выпускников экономических вузов системного видения, ограниченность полученных знаний и компетенций конкретной предметной областью или отраслью, трудности общения между представителями различных прикладных экономических областей и другие изъяны современного экономического образования.

Расчлененность экономических знаний становится тормозом на пути их синтеза. Любой специалист, будь то финансовый менеджер, бухгалтер, плановик, маркетолог, логистик, кадровик, аналитик или специалист по информационному обеспечению, видит деятельность своей организации под определенным углом зрения и формирует собственное представление о текущей ситуации. Посылая это представление "наверх", специалист обеспечивает фрагмент исходной информации для выработки стратегических решений на уровне высшего руководства. Высшее руководство должно соединить эти фрагменты как кусочки мозаики и выработать некоторое интегральное решение,

реализация которого призвана удержать организацию на плановой траектории развития или в случае наличия отклонения — возврат на нее в обозримой перспективе.

Для выработки такого рода решений необходимы целостное представление об управляемом объекте и знание методологии системного анализа. К сожалению, до настоящего времени этому в экономических вузах не учили, ссылаясь на нехватку учебных часов для дисциплин "прямого назначения". Развивающиеся в результате непрерывного углубления специализации экономического знания дисциплины прикладного характера порождают возрастающий поток разнородной плохо интегрируемой информации. Таким образом, желание объять необъятное приводит к неэффективному расходованию ограниченного временного ресурса, выделенного на получение образования, и замедлению процесса генерирования новых знаний.

Для устранения отмеченных недостатков необходимо ввести дисциплину "Системный анализ" в федеральную компоненту всех образовательных стандартов подготовки экономистов с высшим профессиональным образованием как минимум в объеме семестрового курса. Существенным подспорьем здесь может стать данное учебное пособие, цель которого — сформировать своего рода базовую платформу для проведения прикладных экономических исследований. При этом теория систем и системный анализ возведены в ранг фундаментальных основ прикладной экономической науки.

Как и полагается фундаментальной дисциплине, она "вращается" одним концом в философию как основу научного понимания окружающего мира, а другим — примыкает к прикладным экономическим дисциплинам, в рамках которых изучаются конкретные методы и инструментарий исследования различных сторон жизнедеятельности экономических систем. Таким образом, системному анализу отведена роль своеобразного "мостика" между научным знанием системности вообще и его конкретным воплощением в прикладных методах решения экономических задач.

Однако в зависимости от целей системного анализа, специфики исследуемой системы, знаний и компетенции системного аналитика и многих других факторов содержание этих процедур, их комбинирование в рамках каждого этапа и даже после-

довательность этапов системного анализа будут различны. Это означает, что методика проведения системного анализа конкретной системы всегда будет оригинальна, несмотря на то, что методология системного анализа и ее инструментальная поддержка достигли такого уровня зрелости, который позволил выделить базовые принципы, алгоритмы и приемы выполнения отдельных системных процедур. Проведение системных исследований конкретных экономических объектов до настоящего времени носит больше творческий, чем инженерный, характер. Тем не менее в данном пособии изложены основные положения теории систем и системного анализа, которыми при желании может овладеть практически каждый. В конечном итоге это позволит ему грамотно провести системный анализ возникшей проблемы с целью выработки рекомендаций по ее устранению или уменьшению влияния.