

А.Н. Тырсин

**СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ.
МОДЕЛИ И МЕТОДЫ**

Учебное пособие

**Воронеж
Издательство «Научная книга»
2019**

УДК 303.732:519,86

ББК 65.063

Т 93

Рецензенты:

Кафедра прикладной математики и программирования, Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет), г. Челябинск

Сесекин А.Н., доктор физико-математических наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела оптимального управления, Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского Уральское отделение РАН, г. Екатеринбург

Т 93 Тырсин, А.Н. Системный анализ. Модели и методы: учебное пособие/ А.Н. Тырсин. – Воронеж: Издательство «Научная книга», 2019. – 167 с.

ISBN 978-5-98222-982-3

В учебном пособии рассмотрены основные разделы теории систем и системного анализа, в том числе: предметы и задачи системного анализа; логика и методология системного анализа; модели и методы системного анализа; методы принятия решений в сложных системах; информационные аспекты изучения систем, а также примеры использования методов системного анализа в экономике. Учебное пособие представляет собой конспект лекций для изучения курса «Системный анализ».

Для студентов прикладных математических и экономических специальностей вузов.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 17-01-00315а.

Рис. 26. Табл. 24. Библиогр.: 98 назв.

УДК 303.732:519,86

ББК 65.063

Т 93

ISBN 978-5-98222-982-3

© Тырсин А.Н., 2019

Предисловие

Исключая единичные случаи, необходимо признать, что системная методология редко используется в массовом масштабе и для большинства разработок... характерно эмпирическое развитие метода проб и ошибок.

Академик И.М. Макаров

Современный период характеризуется резким возрастанием объема разнообразной информации, который необходимо анализировать современному специалисту для принятия оптимального решения. В соответствии с изменяющимися внешними условиями должны задаваться и системные требования к структуре и функциям аппарата управления предприятий и организаций, вырабатываться методы принятия управленческих решений в сложных экономических ситуациях. Это делает необходимым расширять кругозор специалистов, развивать междисциплинарные связи, прививать системное мышление. Наряду с реализацией этих тенденций в преподавании традиционных предметов, целесообразно включение в учебные планы специфических «системных» курсов, излагающих методологию исследования и проектирования сложных систем. Данное учебное пособие отвечает потребности в учебной литературе по таким курсам.

Целью изучения данной дисциплины является рассмотрение теоретических основ и закономерностей построения и функционирования систем, методологических принципов их анализа и синтеза, применение изученных закономерностей для выработки системных подходов при принятии решений. Задачами дисциплины являются приобретение студентами теоретических знаний по системному подходу к исследованию систем и практических навыков по их моделированию. Для освоения данного курса требуется базовая математическая подготовка по высшей

математике, теории вероятностей и математической статистике, дискретной математике.

В учебном пособии рассмотрены все основные разделы теории систем и системного анализа, в том числе: предметы и задачи системного анализа; логика и методология системного анализа; модели и методы системного анализа; методы принятия решений в сложных системах; информационные аспекты изучения систем, а также примеры использования методов системного анализа в экономике.

Содержание учебного пособия представляет собой конспект лекций курса, читаемого автором магистрантам по направлению подготовки 01.04.04 «Прикладная математика» программы «Математическое моделирование в технике и экономике» в Уральском федеральном университете имени первого Президента России Б.Н. Ельцина.

Содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ПРЕДМЕТ И ЗАДАЧИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА.....	5
1.1. СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ И ЕГО МЕСТО СРЕДИ ДРУГИХ НАУЧНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ.....	5
1.2. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА В ЭКОНОМИКЕ	8
1.3. БАЗОВЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОСНОВНЫЕ МОДЕЛИ СИСТЕМ.....	9
1.3.1. <i>Первое определение системы. Система как средство достижения цели.....</i>	9
1.3.2. <i>Модель «черного ящика»</i>	10
1.3.3. <i>Модель состава системы.....</i>	12
1.3.4. <i>Модель структуры системы</i>	13
1.3.5. <i>Второе определение системы. Структурная схема системы ...</i>	14
1.3.6. <i>Динамические модели систем.....</i>	17
1.4. ПОНЯТИЯ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ СТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМ.....	18
1.5. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ СИСТЕМ	20
1.6. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ.....	23
1.7. БОЛЬШИЕ И СЛОЖНЫЕ СИСТЕМЫ	29
1.8. МОДЕЛИРОВАНИЕ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ	36
ГЛАВА 2. ЛОГИКА И МЕТОДОЛОГИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА.....	40
2.1. ЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА	40
2.2. ПОНЯТИЕ О МЕТОДЕ И МЕТОДОЛОГИИ	44
2.3. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА.....	46
ГЛАВА 3. МЕТОДЫ ФОРМАЛИЗОВАННОГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СИСТЕМ.....	49
3.1. АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ.....	49
3.2. СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ.....	50
3.3. ТЕОРЕТИКО-МНОЖЕСТВЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ	52
3.4. ЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ.....	54
3.5. ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ И СЕМИОТИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ.....	56
3.6. ГРАФИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ	57
ГЛАВА 4. ЭКСПЕРТНЫЕ МЕТОДЫ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА	59
4.1. МЕТОДЫ ТИПА «МОЗГОВОЙ АТАКИ».....	59
4.2. МЕТОДЫ ТИПА «СЦЕНАРИЕВ»	62
4.3. МЕТОДЫ ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК	65
4.4. МЕТОДЫ ТИПА «ДЕЛЬФИ».....	66

4.5. МЕТОДЫ ТИПА «ДЕРЕВА ЦЕЛЕЙ»	68
4.6. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ	69
4.7. МАТРИЧНЫЙ МЕТОД.....	73
4.8. АССОЦИАТИВНЫЕ И АЛГОРИТМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ..	76
4.9. ДРУГИЕ ЭКСПЕРТНЫЕ МЕТОДЫ.....	77
ГЛАВА 5. МЕТОДИКИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА	80
5.1. О РАЗРАБОТКЕ МЕТОДИКИ	80
5.2. ЭТАПЫ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА.....	80
ГЛАВА 6. МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ	87
6.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ	87
6.2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ПРИНЯТИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ	88
6.3. ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ КОНФЛИКТА. МАТРИЧНЫЕ ИГРЫ	90
6.3.1. Основные понятия матричных игр	91
6.3.2. Смешанные стратегии.....	95
6.3.3. Частные случаи решения задач в смешанных стратегиях.....	97
6.3.4. Свойства решений матричных игр	101
6.3.5. Сведение матричной игры к задаче линейного программирования	105
6.4. ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ РИСКА (СТАТИСТИЧЕСКИЕ ИГРЫ)....	106
6.4.1. Риск и его измерение	106
6.4.2. Статистические игры.....	110
6.4.3. Идеальный эксперимент.....	113
6.4.4. Неидеальный эксперимент.....	114
6.5. ФОРМАЛЬНАЯ СТРУКТУРА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ.....	116
6.5.1. Матрица решений	116
6.5.2. Оценочная функция	116
6.6. КЛАССИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ.....	118
6.6.1. Максиминный критерий Вальда	118
6.6.2. Критерий Байеса-Лапласа	119
6.6.3. Критерий минимаксного риска Сэвиджа.....	119
6.6.4. Критерий азартного игрока	120
6.6.5. Применение классических критериев.....	121
6.7. ПРОИЗВОДНЫЕ КРИТЕРИИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ.....	122
6.7.1. Критерий пессимизма-оптимизма Гурвица	122
6.7.2. Критерий Ходжа-Лемана.....	123
6.7.3. Критерий Гермейера.....	124
6.7.4. $VL(MM)$ -критерий	125
6.7.5. Критерий произведений	126

6.7.6. <i>Применение производных критериев</i>	127
ГЛАВА 7. ИНФОРМАЦИОННЫЕ АСПЕКТЫ ИЗУЧЕНИЯ СИСТЕМ...	130
7.1. СИГНАЛЫ В СИСТЕМАХ	130
7.2. ИНФОРМАЦИОННАЯ ЭНТРОПИЯ.....	133
7.3. КОЛИЧЕСТВО ИНФОРМАЦИИ	135
7.3.1. <i>Количество информации как мера снятой неопределённости.</i>	135
7.3.2. <i>Количество информации как мера соответствия случайных объектов</i>	137
7.3.3. <i>Единицы измерения энтропии и количества информации</i>	138
7.3.4. <i>Количество информации в индивидуальных событиях</i>	138
ГЛАВА 8. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНТРОПИЯ КАК МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ	140
8.1. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНТРОПИЯ СЛУЧАЙНОГО ВЕКТОРА	140
8.2. ЭНТРОПИЯ КАК ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ	142
8.3. ЭНТРОПИЯ КАК МОДЕЛЬ СЛОЖНОЙ СИСТЕМЫ.....	144
ГЛАВА 9. ПРИМЕРЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА В ЭКОНОМИКЕ.....	150
9.1. ВЫБОР РЕШЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ ДЕРЕВА РЕШЕНИЙ	150
9.1.1. <i>Принятие решений с применением дерева решений</i>	150
9.1.2. <i>Анализ и решение задач с помощью дерева решений</i>	151
9.1.3. <i>Ожидаемая ценность точной информации</i>	156
9.2. НЕКОТОРЫЕ ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМНОГО АНАЛИЗА.....	157
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	159
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	160

Учебное издание

Тырсин Александр Николаевич

Системный анализ. Модели и методы

Учебное пособие

Издание публикуется в авторской редакции

Дизайн обложки С.А. Кравец

Подписано в печать 09.01.2018. Формат 60x84 1/16

Усл. печ. л. 10,5. Заказ 000. Тираж 500 экз.

ООО Издательство «Научная книга»
394077, Россия, г. Воронеж, ул. 60-й Армии, 25-120
<http://www.sbook.ru/>

Отпечатано с готового оригинал-макета
в ООО «Цифровая полиграфия»
394036, Россия, г. Воронеж, ул. Ф. Энгельса, 52
Тел. (473) 261-03-61