

С. С. Семенов, Е. М. Воронов,
А. В. Полтавский, А. В. Крянев

МЕТОДЫ ПРИНЯТИЯ
РЕШЕНИЙ
В ЗАДАЧАХ ОЦЕНКИ

**КАЧЕСТВА
И ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ
СЛОЖНЫХ
ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ**





ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
**ИНСТИТУТ
ПРОБЛЕМ
УПРАВЛЕНИЯ**
ИМ. В. А. ТРАПНИНОВА
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

**С. С. Семенов, Е. М. Воронов,
А. В. Полтавский, А. В. Крянев**

**МЕТОДЫ
ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
В ЗАДАЧАХ
ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА
И ТЕХНИЧЕСКОГО
УРОВНЯ
*сложных технических
систем***

Под редакцией
д-ра техн. наук, профессора
Е. Я. Рубиновича



URSS

МОСКВА

**Семенов Сергей Сергеевич, Воронов Евгений Михайлович,
Полтавский Александр Васильевич, Крянев Александр Витальевич**

Методы принятия решений в задачах оценки качества и технического уровня сложных технических систем / Под ред. д-ра техн. наук, проф. Е. Я. Рубиновича. — М.: ЛЕНАНД, 2016. — 520 с.

В данной монографии с позиций системного подхода рассмотрены основные положения системного анализа оценки качества и технического уровня сложных технических систем, процедура проведения и математическая модель принятия управленческих решений по выбору предпочтительного варианта сложной технической системы, классификация, перечень и сущность основных методов принятия решений и их сравнительный анализ, в том числе особенности экспертных методов. Предложены новые методические подходы к оценке технического уровня сложных технических систем и выбору оценочных показателей и определению их функций ценности, результаты практического использования в автоматизированной системе поддержки принятия решений на основе новых информационных технологий, а также новые методы для оценки качества технического уровня иерархических сложных технических систем.

Издание предназначено для руководителей и разработчиков сложных технических систем, принимающих управленческие решения, представителей заказывающих управлений и научно-исследовательских институтов МО РФ, специалистов, разрабатывающих системы поддержки принятия решений, профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов гражданских и слушателей военных вузов соответствующих специальностей.

Рецензенты:

зав. лабораторией Института проблем управления им. В. А. Трапезникова РАН, заслуженный деятель науки РФ, д-р техн. наук, проф. *В. В. Кульба*;
зав. кафедрой «Системы автоматизированного проектирования» МИТУ им. Н. Э. Баумана, д-р физ.-мат. наук, проф. *А. П. Карпенко*

Научное издание

Текст опубликован в авторской редакции.

Формат 60х90/16. Печ. л. 32,5. Зак. № ИН-02.

Отпечатано в ООО «ЛЕНАНД».

117312, Москва, пр-т Шестидесятилетия Октября, 11А, стр. 11.

ISBN 978-5-9710-2544-3

© ЛЕНАНД, 2015

16539 ID 204309



9

785971 025443

НАУЧНАЯ И УЧЕБНАЯ ЛИТЕРАТУРА	
	E-mail: URSS@URSS.ru
	Каталог изданий в Интернете:
	http://URSS.ru
	Тел./факс (многоканальный):
URSS	+ 7 (499) 724 25 45

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРОВ	12
Литература к предисловию	19
РЕЦЕНЗИИ	21
СОКРАЩЕНИЯ	32
ВВЕДЕНИЕ	35
ГЛАВА 1. Особенности структурно-функционального анализа исследования многообъектных многокритериальных иерархических сложных технических систем	54
1.1. Классификация сложных технических систем	54
1.2. О методе оптимизации многообъектных многокритериальных систем управления и принятия решений на основе стабильно-эффективных компромиссов для оценки, повышения качества и технического уровня сложных технических систем	61
1.3. О методе оптимизации иерархических систем управления и принятия решений на основе координированных стабильно-эффективных компромиссов для оценки, повышения качества и технического уровня сложных технических систем	68
1.4. Методические подходы к исследованию полииерархических сложных технических систем с ромбовидной и иерархической пента-структурой	77
Выводы	82
Литература к главе 1	82
ГЛАВА 2. Системный анализ при оценке технического уровня сложных систем с применением экспертного метода....	86
2.1. Семантика понятий «система» и «сложная техническая система».....	86
2.2. Системный подход при оценке технического уровня сложных систем	86
2.2.1. Системность как философская категория	86
2.2.2. Базовые признаки понятия «система»	91
2.2.3. Основные способы определения конфигурации систем	93
2.2.4. Понятие структуры системы	94
Литература к главе 2	98

ГЛАВА 3. Основные положения по оценке качества и определению технического уровня сложных технических систем	99
3.1. Определение семантики понятий «качество», «технический уровень», «эффективность» и их соотношения	99
3.2. Классификация методов оценки уровня качества	104
3.3. Показатели качества продукции	106
3.4. Принципы и процедуры оценки качества технической продукции	112
Литература к главе 3	115
ГЛАВА 4. Постановка задачи и процедура принятия управленческих решений при разработке сложных технических систем	117
4.1. Актуальность использования методов принятия решений при разработке сложных технических систем	117
4.2. Постановка задачи к вопросам принятия решений и выбор альтернатив	118
4.3. Основные свойства «сложной технической системы» и основные стадии жизненного цикла в процессе принятия решений	120
4.4. Процесс принятия решений при разработке сложных технических систем	125
Выводы	131
Литература к главе 4	133
ГЛАВА 5. Математическое моделирование в процессе подготовки принятия управленческих решений при создании и модернизации объектов сложных технических систем	135
5.1. Особенности моделирования многокритериальных задач разработки сложных технических систем	135
5.2. Математическая модель выбора предпочтительного варианта сложной технической системы. Основные компоненты и функциональная схема модели	136
5.3. Структурная схема построения модели и направление ее использования	139
5.4. Выбор критерия эффективности системы	142
Литература к главе 5	147

ГЛАВА 6. Методы принятия управленческих решений в разработке сложных технических систем и их классификация по уровням и задачам	149
6.1. Классификация методов принятия управленческих решений при разработке сложных технических систем ...	149
6.2. Перечень основных методов принятия решений	158
Литература к главе 6	162
ГЛАВА 7. Содержание и алгоритмические основы методов принятия управленческих решений и оценки технического уровня сложных технических систем.....	163
7.1. Метод свертки векторного критерия	163
7.2. Метод весовых коэффициентов (метод простого взвешивания)	164
7.3. Метод последовательных уступок	165
7.4. Метод минимизации уступок	166
7.5. Метод оптимизации по доминирующему критерию	167
7.6. Метод идеальной точки	168
7.7. Метод ЭЛЕКТРА	170
7.8. Статистические методы оценки уровня качества и показателей продукции	171
7.8.1. Общие сведения	171
7.8.2. Корреляционный анализ.....	172
7.8.3. Регрессионный анализ	176
7.9. Метод суда	177
7.10. Метод комиссий	177
7.11. Метод Дельфи	178
7.12. Метод «мозговой атаки» («мозгового штурма», метод генерации идей) и его модификации	181
7.12.1. Метод индивидуального «мозгового штурма» ...	183
7.12.2. Метод массового «мозгового штурма»	183
7.12.3. Метод письменного «мозгового штурма»	184
7.12.4. Метод двойного «мозгового штурма».....	184
7.12.5. Метод обратного «мозгового штурма»	184
7.12.6. Конференция идей	185
7.13. Метод упорядочения	185
7.13.1. Метод ранжирования	186
7.13.2. Метод непосредственной оценки	191

7.13.3. Метод последовательных сравнений	192
7.13.4. Метод бинарных отношений (парных сравнений)	193
7.14. Матричный метод прогнозирования и планирования ...	198
7.15. Спектральный метод ранжирования альтернативных вариантов	201
7.16. Метод анализа иерархий	208
7.17. Выбор альтернатив на основе метода пересечения нечетких множеств	219
7.18. Выбор альтернатив на основе метода нечеткого предпочтения	220
7.19. Выбор альтернатив на основе метода нечеткого логического вывода	222
Литература к главе 7	224
ГЛАВА 8. Методы оценки и оценивания технического уровня сложных технических систем	227
8.1. Метод оценки технического уровня, основанный на использовании весовых коэффициентов	227
8.2. Метод оценки технического уровня, основанный на использовании кластерного анализа	230
8.3. Метод оценки технического уровня, основанный на анализе взаимосвязей показателей	232
8.4. Метод, использующий интерактивные процедуры выбора объекта по показаниям многих критериев	234
8.5. Метод построения регрессионных моделей для обобщенного показателя технического уровня объекта ..	236
Литература к главе 8	238
ГЛАВА 9. Особенности экспертных методов в оценке качества и технического уровня сложных технических систем	240
9.1. Актуальность проблемы оценки технического уровня сложных технических систем на базе знаний экспертов ..	240
9.2. Процедура проведения экспертных оценок	242
9.3. Необходимая точность оценки и достаточность числа экспертов в оценке качества и технического уровня сложных технических систем	247
9.4. Определение допустимых «размеров» экспертной группы в оценке качества и технического уровня сложных технических систем	249

9.5. Компетентность экспертов в оценке качества и технического уровня сложных технических систем	252
9.6. Оценка возможных ошибок экспертов при получении сводной оценки группы назначенных экспертов	255
Выводы	259
Литература к главе 9	259
ГЛАВА 10. Сравнительный анализ методов принятия управленческих решений при создании сложных технических систем и продукции двойного назначения	262
10.1. Сравнительная оценка методов принятия управленческих решений	262
10.2. Пример сравнительного анализа методов принятия управленческих решений	271
10.3. Сравнительный анализ современных методов поддержки принятия многокритериальных решений, используемых в системах поддержки принятия решений	272
Выводы	276
Литература к главе 10	276
ГЛАВА 11. Методы многокритериальной оптимизации в задачах управления и принятия решений	278
11.1. Общая характеристика задачи и методов многокритериальной оптимизации процессов регулирования, управления и принятия решений	278
11.2. Постановка многокритериальных задач оптимизации управления и принятия решений	278
11.3. Понятие оптимальности	280
11.4. Основные методы многокритериальной оптимизации управления и принятия решений	283
11.5. Краткий анализ методов многокритериальной оптимизации	285
11.5.1. Метод конусов доминирования (1.1)	285
11.5.2. Генетический алгоритм многокритериальной оптимизации (1.2)	291
11.5.3. Метод многокритериальной оптимизации на основе скаляризации в форме линейной свертки показателей (2.1)	295

11.5.4. Метод лексикографической оптимизации (метод последовательных уступок) (2.2)	297
11.5.5. Метод скаляризации многокритериальной оптимизации на основе пороговой оптимизации (2.3).....	298
11.5.6. Метод многокритериальной оптимизации в форме компромисса на основе «идеальной» (утопической) точки (3.1)	300
11.5.7. Метод компромиссов при решении задач многокритериальной оптимизации на основе равновесно-арбитражных алгоритмов (3.2)	302
11.5.8. Метод компромиссов в методе многокритериальной оптимизации на основе точки Шепли (3.3)	305
11.6. Примеры применения методов многокритериальной оптимизации в форме компромисса на основе «идеальной» точки с анализом обобщений.....	307
11.7. Экспертное сравнение многокритериальных альтернатив на основе метода анализа иерархий (4.2) ...	313
11.8. Интерактивный подход принятия решений на основе аппроксимации функции предпочтений ЛПР (5.1, 5.2)	319
Литература к главе 11	323
ГЛАВА 12. Автоматизированные системы подготовки принятия управленческих решений – современный инструмент создания высококонкурентных сложных технических систем и продукции двойного назначения	326
12.1. Роль современных систем поддержки принятия решений в создании высококонкурентной продукции. Общая схема метода оценки технического уровня сложных технических систем	326
12.2. Метод выбора основных оценочных показателей для оценки технического уровня сложных технических систем	333
12.2.1. Формирование единичных оценочных показателей и их типовая структура	333

12.2.2. Формирование единичных оценочных показателей, соответствующих своим интегральным показателям качества и эффективности	337
12.2.3. Пример формирования оценочных показателей технического уровня продукции двойного назначения	341
Выводы	346
12.3. Определение функций ценности единичных оценочных показателей при оценке технического уровня сложных технических систем	347
12.3.1. Роль функций ценности оценочных показателей при оценке технического уровня	347
12.3.2. Основные принципы формирования функций ценности оценочных показателей	349
12.3.3. Пример из определения функций ценности для единичных оценочных показателей технического уровня транспортного средства (автомобиля двойного назначения)	355
12.4. Практическое использование разработанных методов и моделей при оценке технического уровня сложных технических систем	360
12.4.1. Оценка технического уровня систем наведения управляемых авиационных бомб	360
Выводы	363
12.4.2. Оценка технического уровня комплексов беспилотных летательных аппаратов	364
12.4.2.1. Структура и система интегральных оценочных показателей в оценке технического уровня многофункциональных беспилотных летательных аппаратов	364
Выводы	375
12.4.2.2. Определение функций ценности единичных оценочных показателей при оценке технического уровня ударных комплексов беспилотных летательных аппаратов	375
Выводы	385
Литература к главе 12	385

ГЛАВА 13. Экспертные подходы к оценке качества и определению уровня разработки многоуровневых сложных технических систем	392
13.1. Комбинированный метод оценки технического состояния и уровня разработки сложных технических систем	392
Выводы	395
13.2. Методические подходы к оценке технического уровня многоуровневых сложных технических систем	395
13.2.1. Поэтапный метод оценки и определения технического уровня многоуровневых сложных технических систем	395
Выводы	402
13.2.2. Комплексный подход к оценке качества и определению технического уровня иерархических сложных технических систем и продукции двойного назначения	402
Выводы	407
13.3. Основные принципы и метод оценки технического уровня сложных технических систем с зарождающимися технологиями	407
Выводы	413
Литература к главе 13	413
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	416
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Краткий обзор литературы по методам принятия решений, оценке качества продукции и технического уровня сложных технических систем	420
А.1. Роль методов принятия решений, оценки качества и технического уровня в процессе создания новой техники	420
А.2. Обзор литературы по системам, системному анализу и методам проектирования новой техники	424
А.3. Обзор литературы по теории и математическим методам принятия решений	433
А.4. Обзор литературы по методам оценки качества и технического уровня сложных технических систем	441

А.5. Обзор литературы по методам оценки качества и технического уровня сложных технических систем на основе экспертных оценок	451
А.6. Обзор литературы по системам поддержки принятия решений на основе компьютерных технологий	456
А.7. Обзор литературы по теоретическим основам прогнозирования в технике и технического уровня продукции	466
Выводы	470
Литература к приложению А	470
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Библиография	481
Б.1. Общие понятия, анализ и синтез сложных технических систем. Знания и информация	481
Б.2. Оценка качества и технического уровня сложных технических систем. Методы принятия решений. Базы данных и их обработка	486
Б.3. Экспертные методы принятия решений и экспертные системы	505
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Патенты	511
В.1. Патент РФ на изобретение № 2475827. Устройство для оценки технического уровня сложных технических систем.....	511
В.2. Патент РФ на изобретение № 2435209. Устройство для формирования единичных оценочных показателей при определении технического уровня сложных технических систем	512
В.3. Патент РФ на изобретение № 2445687. Устройство для определения функции ценности единичных оценочных показателей сложных технических систем	513
В.4. Патент РФ на полезную модель № 80604. Автоматизированная система распределения ресурсов для оптимального решения целевых задач	514
В.5. Патент РФ на полезную модель № 142322. Автоматизированная система многокритериального выбора параметров трехканальной системы стабилизации летательного аппарата с перекрестными связями	515
ОБ АВТОРАХ	516