

# СОДЕРЖАНИЕ

---

<b>Список основных сокращений</b>	<b>24</b>
<b>Предисловие ко второму изданию</b>	<b>29</b>
Список работ по организационно-техничко-экономическим системам .....	32
<b>Предисловие к первому изданию</b>	<b>38</b>
<b>Часть I Интегрированная логистическая поддержка</b>	<b>43</b>
<b>Глава 1. Элементы современной системы послепродажного обслуживания изделий</b>	<b>45</b>
1.1. Введение .....	45
Вводные замечания. ....	45
1.2. Техническое обслуживание изделий наукоемкой продукции по состоянию .....	47
Вводные замечания. ....	47
1.3. Фирменное обслуживание .....	50
Вводные замечания. ....	50
1.3.1. Задачи фирменного обслуживания .....	50
1.3.2. Предлагаемый типовой порядок предоставления услуг. ....	51
1.3.3. Услуги по выполнению оперативных видов подготовки изделий наукоемкой продукции к использованию. ....	51
1.3.4. Услуги по оценке технического состояния. ....	52
1.3.5. Услуги по поддержанию заданного уровня исправности. ....	52
1.3.6. Услуги по материально-техническому обеспечению эксплуатации изделий наукоемкой продукции. ....	52
1.3.7. Услуги по поставке информации о совершенствовании способов и методов эксплуатации изделий наукоемкой продукции, повышению надежности и эффективности и снижению эксплуатационных затрат. ....	53
1.4. Единая система сервисного технического обслуживания изделий наукоемкой продукции .....	53
Вводные замечания. ....	53
1.5. Оценка влияния структур управления на эффективность процессов жизненного цикла изделий наукоемкой продукции .....	60
Вводные замечания. ....	60
1.5.1. Линейно-функциональная структура управления. ....	61

1.5.2. Линейно-штабная организационная структура.....	62
1.5.3. Дивизионная структура управления.....	63
1.5.4. Матричная структура управления.....	65
1.5.5. Процессное управление.....	68
1.6. Послепродажное обслуживание изделий наукоемкой продукции на принципах интегрированной логистической поддержки.....	73
Выводы по главе 1.....	74
Задания и вопросы для самоконтроля по главе 1.....	76
Литература к главе 1.....	76
<b>Глава 2. Интегрированная логистическая поддержка изделий наукоемкой продукции</b>	<b>78</b>
2.1. Постановка задач.....	78
2.2. Основное содержание концепции непрерывной информационной поддержки поставок и жизненного цикла.....	79
2.3. Каталогизация продукции — основа концепции непрерывной информационной поддержки поставок и жизненного цикла.....	84
2.4. Интегрированная логистическая поддержка продукции — обеспечение высокой доступности услуг с минимальными затратами.....	86
Вводные замечания.....	86
Основные компоненты интегрированной логистической поддержки и содержание решаемых задач.....	90
2.5. Принципы построения и использования электронных иллюстрированных каталогов предметов снабжения.....	96
2.6. Состояние и перспективы развития системы каталогизации продукции Российской Федерации.....	103
Вводные замечания.....	103
2.6.1. Современное состояние Федеральной системы каталогизации продукции.....	105
2.6.2. Цели, задачи и принципы развития Федеральной системы каталогизации продукции.....	108
2.6.3. Объект каталогизации.....	110
2.6.4. Федеральный каталог продукции.....	110
2.6.5. Процесс каталогизации.....	111
2.6.6. Описание каталогизированной продукции.....	111
2.6.7. Области применения Федерального каталога продукции.....	112
2.6.8. Направления развития Федеральной системы каталогизации продукции.....	113
2.6.9. Реализация Концепции.....	123
Выводы по главе 2.....	124
Задания и вопросы для самоконтроля по главе 2.....	125
Литература к главе 2.....	126

<b>Глава 3. Организация создания и поддержания интегрированной информационной среды интегрированной логистической поддержки</b>	<b>128</b>
Вводные замечания.....	128
3.1. Анализ состава и структуры процессов по формированию информационного обеспечения интегрированной логистической поддержки технических систем и оборудования .....	129
3.1.1. Типовые требования заказчиков к информационному обеспечению интегрированной логистической поддержки изделий наукоемкой продукции.....	129
3.1.2. Документационное обеспечение процессов интегрированной логистической поддержки.....	130
3.1.3. Анализ поддерживаемости образца изделия наукоемкой продукции.....	130
3.2. Основные мероприятия по внедрению технологий информационного обеспечения интегрированной логистической поддержки в бизнес-процессы предприятия .....	132
Вводные замечания.....	132
3.2.1. Реинжиниринг бизнес-процессов интегрированной логистической поддержки продукции предприятия.....	133
3.2.2. Функциональная модель процесса «Интегрированная логистическая поддержка образца изделия наукоемкой продукции» (по типу «как надо»).....	141
3.3. Организация создания информационной инфраструктуры интегрированной логистической поддержки образца изделия наукоемкой продукции .....	156
Общие положения.....	156
3.3.1. Основы типового подхода к организации выполнения работ по внедрению системы информационного обеспечения интегрированной логистической поддержки на предприятии.....	159
3.3.2. Организация управления проектом.....	160
3.3.3. Организация проектных работ по внедрению системы информационного обеспечения интегрированной логистической поддержки.....	164
3.3.4. Технологии управления рисками, проблемами, изменениями.....	164
3.3.5. Обучение персонала работе по новым информационным технологиям интегрированной логистической поддержки.....	171
3.4. Организация анализа поддерживаемости образца изделия наукоемкой продукции на основе информационных технологий интегрированной логистической поддержки .....	172
3.4.1. Общие положения.....	172
3.4.2. Типовые разделы плана анализа поддерживаемости образца изделия наукоемкой продукции.....	172

3.4.3. Выбор задач анализа поддерживаемости. ....	176
3.4.4. Анализ поддерживаемости образца изделия наукоемкой продукции на этапе подготовки тендерных материалов .....	176
3.4.5. Анализ поддерживаемости при проектировании, производстве и эксплуатации.....	178
3.4.6. Учет данных анализа поддерживаемости.....	179
3.4.7. Создание объединенной рабочей группы интегрированной логистической поддержки. ....	180
Выводы по главе 3 .....	180
Задания и вопросы для самоконтроля по главе 3 .....	181
Литература к главе 3 .....	182
<b>Глава 4. Существующие системы и средства информационной поддержки послепродажного обслуживания серийной продукции</b>	<b>184</b>
4.1. Жизненный цикл продукции и основные задачи послепродажного обслуживания .....	184
4.2. Автоматизированные системы управления жизненным циклом продукции .....	187
4.3. Обзор существующих систем и средств информационной поддержки послепродажного обслуживания продукции .....	189
4.3.1. Решение IFS Applications. ....	189
4.3.2. Цель и задачи, стоящие перед информационной системой. ....	190
4.3.3. IFS Applications и общие требования к информационной системе .....	191
4.4. Типовые российские системы и средства информационной поддержки послепродажного обслуживания .....	196
4.4.1. Информационно-управляющая система «Эрлан-2».....	196
4.4.2. Система ILS Suite «Анализ логистической поддержки». ....	205
4.4.3. Система ILS Suite «Мониторинг технической эксплуатации»	212
4.4.4. Система PDM Step Suite — автоматизированная система для управления данными об изделии. ....	216
4.4.5. Краткая характеристика существующих систем и средств информационной поддержки послепродажного обслуживания.	217
4.4.6. Перспективы развития базы данных и программного обеспечения. ....	220
4.5. Типовой пример создания базы данных анализа поддерживаемости	220
4.5.1. Описание таблиц базы данных. ....	221
4.5.2. Интегрированные формы. ....	230
Выводы по главе 4 .....	233
Задания и вопросы для самоконтроля по главе 4 .....	235
Литература к главе 4 .....	236

<b>Часть II Элементы теории стохастических систем и компьютерной поддержки научных исследований</b>	<b>237</b>
<b>Глава 5. Сведения из теории вероятностей и математической статистики</b>	<b>239</b>
5.1. Случайные величины .....	239
5.1.1. Вероятностные пространства. ....	239
5.1.2. Определения случайной величины. ....	240
5.1.3. Вероятностная мера. ....	241
5.1.4. Условные вероятности. ....	242
5.1.5. Свойства условной вероятности. ....	243
5.1.6. Регулярная условная вероятность. ....	243
5.1.7. Условное распределение случайной величины. ....	244
5.1.8. Вероятности и меры в конечных произведениях пространств	244
5.1.9. Независимость случайных величин. ....	247
5.2. Случайные функции и стохастические процессы. ....	248
5.2.1. Определения и свойства случайных функций. ....	248
5.2.2. О вероятностях в бесконечных произведениях пространств. ...	249
5.2.3. Многомерные распределения стохастических процессов. ....	252
5.2.4. Вероятности событий, связанных со стохастическим процес- сом. ....	253
5.2.5. Математическое ожидание. ....	254
5.2.6. Моменты второго порядка. ....	254
5.2.7. Моменты высших порядков. ....	255
5.2.8. Характеристическая функция и характеристический функци- онал. ....	256
5.2.9. Условные моменты. ....	257
5.3. Потоки событий. Процессы восстановления и регенерации. ....	259
5.3.1. Потоки событий. ....	259
5.3.2. Процессы восстановления. ....	261
5.3.3. Регенерирующие процессы. ....	263
5.4. Элементы теории марковских стохастических цепей и процессов. ....	264
5.4.1. Определения. ....	264
5.4.2. Непрерывный марковский стохастический процесс. ....	265
5.4.3. Цепи Маркова. ....	266
5.4.4. Марковские процессы с дискретным множеством состояний	268
5.4.5. Эргодичность марковского процесса. ....	270
5.4.6. Процессы размножения и гибели. ....	272
5.5. Оценивание статистических параметров .....	273
Вводные замечания. ....	273
5.5.1. Эффективное оценивание. ....	274
5.5.2. Методы нахождения оценок. Метод максимального правдо- подобия. ....	278
5.5.3. Метод моментов. ....	280

5.6. Статистическое оценивание и моделирование случайных величин ..	280
Вводные замечания. ....	280
5.6.1. Оценивание вероятностей событий, функций распределения и плотностей. ....	281
5.6.2. Оценивание математических ожиданий и дисперсий случай- ных величин. ....	281
5.6.3. Оценивание ковариационных моментов. ....	284
5.6.4. О точности оценивания вероятностных характеристик. ....	288
5.6.5. Метод статистического моделирования. ....	292
5.7. Статистическое оценивание и моделирование случайных функций..	294
5.7.1. Оценивание математических ожиданий, ковариационных функций эргодических стационарных случайных функций. ..	294
5.7.2. Оценивание спектральных плотностей. ....	297
5.7.3. О других методах оценивания и моделирования. ....	300
Выводы по главе 5 .....	300
Задания и вопросы для самоконтроля по главе 5 .....	300
Литература к главе 5 .....	301

## **Глава 6. Элементы стохастического анализа и стохастических уравнений** **302**

6.1. Операции анализа над случайными функциями .....	302
Вводные замечания. ....	302
6.1.1. Средняя квадратическая сходимость. ....	303
6.1.2. Средняя квадратическая непрерывность случайной функции	303
6.1.3. Дифференцирование случайной функции. ....	304
6.1.4. Интегрирование случайной функции. ....	305
6.1.5. Средние квадратические интегралы с переменными пределами	307
6.1.6. Формула интегрирования по частям. ....	307
6.1.7. Обобщенные случайные функции и белый шум. ....	308
6.2. Стохастические интегралы от неслучайных функций .....	310
6.2.1. Процессы с некоррелированными приращениями. ....	310
6.2.2. Стандартный винеровский процесс. ....	311
6.2.3. Пуассоновские процессы. ....	311
6.2.4. Стохастический интеграл. ....	312
6.2.5. Векторный стохастический интеграл. ....	314
6.2.6. Интегрирование по частям. ....	314
6.2.7. Стохастические интегралы как интегралы, содержащие бе- лый шум. ....	314
6.2.8. Стохастические интегралы от неслучайных функций вектор- ного аргумента. ....	315
6.3. Стохастические интегралы от стохастических процессов. ....	317
6.3.1. Процессы с независимыми приращениями. ....	317
6.3.2. Белый шум в строгом смысле. ....	318
6.3.3. Винеровские стохастические процессы. ....	318

6.3.4. Интегральное представление общего пуассоновского процесса	319
6.3.5. Общая форма стохастического процесса с независимыми приращениями.....	322
6.3.6. Стохастический интеграл Ито. ....	323
6.3.7. Другие виды стохастических интегралов. ....	325
6.4. Стохастические дифференциалы .....	326
6.4.1. Определения. ....	326
6.4.2. Формула Ито для стохастического дифференциала нелинейной функции. ....	327
6.4.3. Обобщенная формула Ито для стохастического дифференциала нелинейной функции. ....	328
6.4.4. Стохастические $\theta$ -дифференциалы. ....	329
6.5. Стохастические дифференциальные уравнения .....	329
6.5.1. Дифференциальные уравнения, содержащие случайные функции. ....	329
6.5.2. Стохастические дифференциальные и интегральные уравнения. ....	331
6.5.3. Существование точного разностного уравнения, соответствующего стохастическому дифференциальному уравнению. ....	334
6.5.4. Метод Эйлера. ....	335
6.5.5. Более точные уравнения. ....	337
6.5.6. Алгоритмы статистического моделирования. ....	343
Выводы по главе 6 .....	346
Задания и вопросы для самоконтроля по главе 6 .....	347
Литература к главе 6 .....	347

## **Глава 7. Вероятностные методы и информационные технологии моделирования, анализа и синтеза стохастических систем** **350**

7.1. Модели стохастических систем и информационные технологии исследований.....	350
7.1.1. Модели систем.....	350
7.1.2. Общие характеристики систем. ....	352
7.1.3. Соединения систем. ....	353
7.1.4. Стохастические системы. ....	354
7.1.5. Задачи, принципы и подходы к компьютерной поддержке статистических научных исследований. ....	356
7.1.6. Особенности компьютерной поддержки статистических научных исследований. ....	357
7.2. Распределения процессов в непрерывных стохастических системах	359
7.2.1. Уравнения процессов в непрерывных стохастических системах	359
7.2.2. Приведение уравнений непрерывных стохастических систем к стохастическим дифференциальным уравнениям. ....	361

7.2.3.	Одно- и многомерные распределения в непрерывных стохастических системах. ....	362
7.2.4.	Конкретная форма уравнений для характеристических функций. ....	363
7.2.5.	Формулы для функции $\chi$ . ....	365
7.2.6.	Уравнение Фоккера–Планка–Колмогорова. ....	366
7.2.7.	Уравнения для плотностей. ....	368
7.2.8.	Уравнения Колмогорова–Феллера. ....	368
7.2.9.	Корреляционная теория линейных непрерывных стохастических систем. ....	369
7.2.10.	Распределения в линейных непрерывных стохастических системах. ....	369
7.2.11.	Достаточные условия существования одно- и многомерных вероятностных определений. ....	370
7.3.	Распределения процессов в дискретных и непрерывно-дискретных стохастических системах. ....	371
7.3.1.	Уравнения процессов в дискретных стохастических системах. ....	371
7.3.2.	Одно- и многомерные распределения в дискретных стохастических системах. ....	371
7.3.3.	Корреляционная теория линейных дискретных стохастических систем. ....	373
7.3.4.	Распределения в линейных дискретных стохастических системах. ....	373
7.3.5.	Распределения процессов в непрерывно-дискретных стохастических системах. ....	374
7.4.	Методы вероятностного анализа и моделирования стохастических систем. ....	377
7.4.1.	Методы нормальной аппроксимации и статистической линеаризации. ....	377
7.4.2.	Развитие методов вероятностного анализа и моделирования. ....	380
7.4.3.	Вычислительно-аналитические методы анализа и моделирования. ....	381
7.5.	Задачи теории синтеза оптимальных, суб- и условно-оптимальных организационно-технических и организационно-техничко-экономических систем. ....	382
7.5.1.	Задачи синтеза оптимальных систем. ....	382
7.5.2.	Вероятностные критерии оптимальности. ....	385
7.5.3.	Определение оптимальных структурных параметров системы. ....	391
7.5.4.	Приближенные методы теории оптимальных систем. ....	392
	Выводы по главе 7. ....	392
	Задания и вопросы для самоконтроля по главе 7. ....	393
	Литература к главе 7. ....	393



<b>Глава 8. Статистические методы и информационные технологии оценивания и управления в стохастических системах</b>	<b>399</b>
8.1. Оптимальное оценивание в стохастических системах .....	399
8.1.1. Оптимальное оценивание в непрерывных стохастических системах .....	399
8.1.2. Оптимальное оценивание в дискретных стохастических системах .....	404
8.1.3. О возможности решения задач оптимальной фильтрации при автокоррелированной помехе в наблюдениях.....	405
8.2. Оптимальное оценивание в линейных стохастических системах.....	406
8.2.1. Оптимальная фильтрация в непрерывных системах. ....	406
8.2.2. Оптимальная экстраполяция в непрерывных системах. ....	408
8.2.3. Оптимальная фильтрация и экстраполяция в дискретных линейных стохастических системах.....	408
8.3. Субоптимальная фильтрация. Методы нормальной аппроксимации и статистической линеаризации для нахождения апостериорного распределения .....	410
8.3.1. Общая характеристика приближенных методов оптимальной нелинейной фильтрации. ....	410
8.3.2. Методы нормальной аппроксимации и статистической линеаризации для нахождения апостериорного распределения в непрерывных системах. ....	411
8.3.3. Методы, основанные на упрощении фильтрационных уравнений. ....	414
8.3.4. Априорная оценка точности фильтрации. ....	415
8.3.5. Дискретные субоптимальные фильтры. ....	416
8.4. Условно-оптимальные фильтры Пугачёва.....	418
8.4.1. Основная идея условно-оптимального оценивания. ....	418
8.4.2. Непрерывные нелинейные фильтры Пугачёва для гауссовских систем. ....	421
8.4.3. Непрерывные нелинейные фильтры Пугачёва для негауссовских систем.....	424
8.4.4. О точности непрерывных фильтров Пугачёва. ....	424
8.4.5. Линейные условно-оптимальные непрерывные фильтры Пугачёва. ....	425
8.4.6. Фильтр Калмана–Бьюси и линейный фильтр Пугачёва. ....	425
8.5. Условно-оптимальные экстраполяторы Пугачёва .....	426
8.5.1. Постановка задач непрерывной условно-оптимальной экстраполяции. ....	426
8.5.2. Уравнения, определяющие непрерывный условно-оптимальный экстраполятор Пугачёва. ....	426
8.5.3. Линейные условно-оптимальные экстраполяторы Пугачёва...	428

8.6. Дискретные условно-оптимальные фильтры и экстраполяторы Пугачёва .....	428
8.6.1. Постановка задач дискретного условно-оптимального оценивания. ....	428
8.6.2. Дискретный фильтр Пугачёва для нелинейных регрессионных уравнений. ....	430
8.6.3. Дискретный фильтр Пугачёва для нелинейных авторегрессионных уравнений. ....	432
8.6.4. О двух трактовках линейных дискретных фильтров Калмана и Пугачёва. ....	433
8.6.5. Дискретный условно-оптимальный экстраполятор Пугачёва .	434
8.7. Условно-оптимальное оценивание при автокоррелированной помехе в наблюдениях .....	436
Вводные замечания. ....	436
8.7.1. Нелинейная условно-оптимальная фильтрация. ....	437
8.7.2. Линейная условно-оптимальная фильтрация. ....	440
8.7.3. Нелинейная условно-оптимальная экстраполяция. ....	443
8.7.4. Линейная условно-оптимальная экстраполяция. ....	444
8.8. Условно-оптимальная фильтрация по байесовым и сложностатистическим критериям .....	445
Вводные замечания. ....	445
8.8.1. Непрерывный условно-оптимальный фильтр. ....	446
8.8.2. Непрерывный условно-оптимальный фильтр при ограничениях. ....	448
8.8.3. Определение моментов вектора $\left[ X_t^T Y_t^T \hat{X}_t^T \right]^T$ . ....	449
8.8.4. Фильтр Калмана–Бьюси по байесовому критерию. ....	450
8.8.5. Условно-оптимальный фильтр по сложностатистическому критерию. ....	451
8.8.6. Дискретная условно-оптимальная фильтрация по сложностатистическому критерию. ....	454
8.8.7. Условно-оптимальная фильтрация при автокоррелированной помехе по сложностатистическому критерию. ....	457
8.9. Условно-оптимальное управление по байесовым и сложностатистическим критериям .....	461
8.9.1. Уравнения стохастических систем при автоматическом управлении. ....	461
8.9.2. Условно-оптимальное управление по Пугачёву. ....	462
8.9.3. Развитие теории условно-оптимального управления по локальным критериям. ....	466
Выводы по главе 8 .....	470
Задания и вопросы для самоконтроля по главе 8 .....	470
Литература к главе 8 .....	471

<b>Часть III Основы математического моделирования, анализа и синтеза систем послепродажного обслуживания</b>	<b>473</b>
<b>Глава 9. Математическое моделирование процессов в системах послепродажного обслуживания</b>	<b>475</b>
9.1. Обзор работ .....	475
Вводные замечания. ....	475
9.2. Моделирование процессов, порождаемых потоками в системах послепродажного обслуживания .....	481
9.2.1. Граф состояний системы послепродажного обслуживания. ...	481
9.2.2. Дискретные марковские процессы с непрерывным временем в пространстве состояний системы послепродажного обслуживания.....	483
9.2.3. Немарковские процессы в системах послепродажного обслуживания.....	484
9.2.4. Описание процессов в системах послепродажного обслуживания на основе стохастических дифференциальных уравнений Ито. ....	490
9.3. Уравнения для одномерных плотности вероятности и характеристической функции фазовых координат системы послепродажного обслуживания .....	493
Вводные замечания. ....	493
9.3.1. Локальное распределение процесса в системе послепродажного обслуживания. ....	495
9.3.2. Уравнение Колмогорова–Феллера для плотности вероятности фазовых координат системы послепродажного обслуживания	496
9.3.3. Уравнение Пугачёва для одномерной характеристической функции фазовых координат системы послепродажного обслуживания. ....	497
9.4. Уравнения для вероятностных моментов первого и второго порядка фазовых координат системы послепродажного обслуживания.....	498
9.4.1. Уравнения для вероятностных моментов. ....	498
9.4.2. Эквивалентная линеаризация моментных уравнений.....	500
9.5. О приближенных уравнениях для одномерных дискретных вероятностных распределений .....	502
9.6. Аппроксимация вероятностных рядов дискретных переменных на основе усеченного нормального распределения.....	508
9.7. Уравнения для вероятностных характеристик процессов в системах послепродажного обслуживания с поглощением реализаций на границе заданной области.....	513
Вводные замечания. ....	513
9.7.1. Уравнение Пугачёва для одномерной характеристической функции процесса в системе послепродажного обслуживания с поглощением реализаций. ....	515

9.7.2.	Уравнение для вероятности недостижения границ. ....	518
9.7.3.	Уравнения для вероятностных моментов первого и второго порядка процессов в системах послепродажного обслуживания с поглощением реализаций. ....	520
9.8.	Примеры аналитического моделирования и анализа процессов в системах послепродажного обслуживания .....	525
9.8.1.	Системы послепродажного обслуживания с параметрическими шумами. ....	525
9.8.2.	Вероятностные характеристики восстанавливаемых систем при эрланговых аппроксимациях распределений отказов. ....	527
9.8.3.	Моделирование ударных нагрузок. ....	528
9.8.4.	Управление суммирующими процессами для достижения заданного уровня. ....	530
9.8.5.	Управление суммирующими процессами при переменном пороговом значении. Задача преследования. ....	534
9.8.6.	Вычисление функции надежности. ....	536
	Выводы по главе 9 .....	538
	Задания и вопросы для самоконтроля по главе 9 .....	541
	Литература к главе 9 .....	543
<b>Глава 10. Моделирование систем послепродажного обслуживания со смешанными потоками расходования, восстановления и пополнения ресурсов</b>		<b>550</b>
10.1.	Моделирование системы послепродажного обслуживания со смешанными потоками .....	550
10.2.	Моделирование системы послепродажного обслуживания с периодическим пополнением случайными объемами и случайным запаздыванием поставок .....	553
10.2.1.	Уравнения для одномерных вероятностных характеристик фазовых координат системы послепродажного обслуживания	553
10.2.2.	Уравнения для вероятностных моментов при линейных функциях интенсивностей и ординарных переходах. ....	559
10.2.3.	Уравнения для вероятностных моментов при групповых переходах с интенсивностями, не зависящими от фазовых координат. ....	562
10.2.4.	Уравнения для вероятностных моментов при ординарных переходах и нелинейных интенсивностях. ....	567
10.2.5.	Уравнения для вероятностных моментов процессов в системе послепродажного обслуживания общего вида. ....	568
10.3.	Моделирование системы послепродажного обслуживания с периодическим пополнением до фиксированного уровня с запаздыванием поставок .....	569
	Вводные замечания. ....	569
10.3.1.	Уравнения для одно- и двумерных вероятностных моментов с периодической подачей заявок. ....	569

10.3.2. Уравнения для вероятностных моментов с прогнозом состояния ресурсов на моменты времени поставок. ....	574
10.4. Моделирование системы послепродажного обслуживания с пополнением случайными объемами при достижении критического уровня ресурсов. ....	575
Вводные замечания. ....	575
10.4.1. Однократное пополнение при достижении поглощающего уровня без запаздывания поставки. ....	575
10.4.2. Однократное пополнение при достижении непоглощающего уровня без запаздывания поставок. ....	577
10.4.3. Однократное пополнение ресурсов с запаздыванием поставки, распределенным с равномерной плотностью вероятности. ....	580
10.4.4. Многократное пополнение ресурсов без запаздывания поставок. Прогнозируемые по вероятности моменты времени поставок. ....	583
Выводы по главе 10 .....	589
Задания и вопросы для самоконтроля по главе 10 .....	591
Литература к главе 10 .....	592
<b>Глава 11. Вероятностный анализ и синтез систем послепродажного обслуживания</b>	<b>593</b>
11.1. Вероятностный анализ и параметрический синтез систем послепродажного обслуживания .....	593
11.1.1. Критерии эффективности системы. ....	593
11.1.2. Вероятностный анализ системы послепродажного обслуживания с однократным пополнением ресурсов партией случайного объема. ....	595
11.1.3. Параметрический синтез системы послепродажного обслуживания с периодическим пополнением до фиксированного уровня и запаздыванием поставок. ....	602
11.1.4. Задача параметрического синтеза систем послепродажного обслуживания при ограничениях, заданных в виде неравенств .....	613
11.2. Синтез оптимального управления системой послепродажного обслуживания в функциональном пространстве по терминальным критериям .....	617
11.2.1. Постановка задачи синтеза управления в системе с непрерывно-дискретным временем. Необходимые условия оптимальности. ....	617
11.2.2. Оптимальное управление в линейно-квадратичной задаче. ....	620
11.2.3. Решение задачи оптимизации управления в системах послепродажного обслуживания. ....	622
11.3. Алгоритмы оптимального управления в системе с нелинейными интенсивностями переходов .....	628
11.3.1. Постановка задачи. ....	628

11.3.2. Сведение задачи функциональной оптимизации управления системой послепродажного обслуживания к параметрическому синтезу.....	629
11.3.3. Решение задачи с ограничениями на распределяемые ресурсы	631
Выводы по главе 11 .....	633
Задания и вопросы для самоконтроля по главе 11 .....	635
Литература к главе 11.....	635
<b>Глава 12. Моделирование, анализ и параметрический синтез системы послепродажного обслуживания на стороне заказчика</b>	<b>637</b>
12.1. Общие проблемы послепродажного обслуживания .....	637
Вводные замечания. ....	637
12.2. Анализ российского опыта и основных проблем по послепродажному обслуживанию изделий .....	639
12.3. Анализ мирового опыта и задачи, решаемые при переходе на новые технологии управления заказами на поставку запасных частей.....	644
12.4. Комплексная математическая модель процессов эксплуатации и послепродажного обслуживания .....	648
12.4.1. Предварительные замечания. ....	648
12.4.2. Граф состояний комплексной системы (потокосная часть). ....	650
12.4.3. Граф состояний комплексной системы (сигнальная часть)....	653
12.4.4. Моделирование подсистем технического обслуживания и ремонта. ....	655
12.4.5. Моделирование подсистемы обеспечения процессов эксплуатации изделий наукоемкой продукции запасными частями. ..	656
12.4.6. Уравнения для вероятностных моментов процессов технического обслуживания, ремонта и материально-технического обеспечения. ....	657
12.4.7. Некоторые результаты моделирования системы послепродажного обслуживания.....	662
12.5. Свойства комплексной модели системы послепродажного обслуживания .....	664
12.6. Параметрическая оптимизация системы послепродажного обслуживания .....	667
12.6.1. Решение задачи с помощью градиентного метода.....	667
12.6.2. Оптимальное планирование поставок запасных частей на произвольный период эксплуатации изделий наукоемкой продукции. ....	671
12.6.3. Оценка коэффициента исправности изделия на основе совокупности оценок его составных частей. ....	680
Выводы по главе 12 .....	683
Задания и вопросы для самоконтроля по главе 12 .....	684
Литература к главе 12.....	686

<b>Глава 13. Моделирование, анализ и параметрический синтез системы послепродажного обслуживания на стороне поставщика</b>	<b>687</b>
13.1. Анализ процессов послепродажного обслуживания на стороне поставщика .....	687
13.2. Граф состояний запасов у поставщика .....	688
13.3. Уравнения для вероятностных моментов процессов системы послепродажного обслуживания .....	691
13.4. Параметрическая оптимизация системы расходования запасных частей со склада поставщика и его пополнения .....	695
13.5. Свойства системы расходования запасных частей со склада поставщика и его пополнения.....	698
13.6. Учет ограничений в задаче поиска экстремума критерия эффективности .....	700
13.7. Структура процессов и основных информационных объектов в интегрированной информационной среде заказчика и поставщика .....	701
13.7.1. Планирование заявок на поставку запасных частей на год. ..	701
13.7.2. Обработка заявок и формирование заказов на поставку запасных частей на год. ....	704
13.7.3. Планирование производства запасных частей на год. ....	706
13.8. Моделирование инвестиционных процессов интегрированной логистической поддержки .....	707
Вводные замечания. ....	707
13.8.1. Основные термины и обозначения. Граф состояний экономической системы. ....	708
13.8.2. Математическая модель системы. ....	712
Выводы по главе 13 .....	719
Задания и вопросы для самоконтроля по главе 13 .....	720
Литература к главе 13.....	722

## **Часть IV Организационно-технико-экономические системы интегрированной логистической поддержки**

**723**

<b>Глава 14. Базовые элементы стохастического моделирования интероперабельных процессов организационно-технико-экономических систем</b>	<b>725</b>
14.1. Структура и жизненный цикл ОТЭС.....	725
Вводные замечания. ....	725
14.1.1. Функциональная и физическая структура организационно-технико-экономической системы. ....	727
14.1.2. Структура составных элементов организационно-технико-экономической системы. ....	728

14.1.3. Жизненный цикл организационно-технико-экономической системы. ....	730
14.2. Базовые элементы стохастического моделирования процессов .....	734
14.2.1. Особенности управления стоимостью жизненного цикла организационно-технико-экономической системы с применением единой стохастической модели интероперабельных процессов. ....	734
14.2.2. Задачи, решаемые при моделировании процессов послепродажного обслуживания базовых технических средств. ....	740
14.2.3. Задачи, решаемые при моделировании процессов профессиональной поддержки персонала организационно-технико-экономической системы. ....	741
14.2.4. Задачи, решаемые при моделировании процессов медицинского обеспечения персонала организационно-технико-экономической системы. ....	742
14.3. Структурные схемы потоков смены состояний составных элементов организационно-технико-экономической системы. ....	744
Вводные замечания. ....	744
14.3.1. Граф состояний базовых технических средств организационно-технико-экономической системы, оборудования инфраструктуры и их составных частей. ....	745
14.3.2. Граф состояний профессионального уровня подразделений организационно-технико-экономической системы. ....	747
14.3.3. Граф состояний медицинского обеспечения персонала организационно-технико-экономической системы. ....	750
14.3.4. Объединенный граф состояний персонала организационно-технико-экономической системы. ....	751
Выводы по главе 14 .....	753
Задания и вопросы для самоконтроля по главе 14 .....	755
Литература к главе 14 .....	756
<b>Глава 15. Методическое обеспечение технологий стохастического моделирования интероперабельных процессов жизненного цикла организационно-технико-экономической системы</b>	<b>758</b>
Вводные замечания. ....	758
15.1. Потоки ресурсов и стохастические процессы в организационно-технико-экономической системе .....	759
15.2. Основные матрицы и параметры моделей организационно-технико-экономической системы. Особенности вероятностного аналитического моделирования процессов .....	763
15.2.1. Матрично-векторные представления моделей состояния базовых технических средств организационно-технико-экономической системы, оборудования инфраструктуры и их составных частей. ....	763



15.2.2. Особенности моделирования динамики процессов технического и материально-технического обеспечения организационно-техничко-экономической системы. ....	767
15.2.3. Матрично-векторные представления моделей динамики профессиональной готовности организационно-техничко-экономической системы. ....	770
15.2.4. Матрично-векторные представления моделей динамики кадрового потенциала организационно-техничко-экономической системы. ....	773
15.2.5. Особенности моделирования процессов обеспечения кадрового потенциала организационно-техничко-экономической системы. ....	781
15.3. Аналитическое вероятностное моделирование процессов организационно-техничко-экономической системы. ....	787
15.4. Тестовый пример разработки программного комплекса моделирования и статистического анализа стоимости жизненного цикла составных частей подгруппы $K_i$ парка воздушных судов. ....	798
15.4.1. Описание элементов тестового программного комплекса [7–11].	798
15.4.2. Интерфейс информационно-аналитического комплекса моделирования процессов послепродажного обслуживания воздушных судов. ....	801
15.4.3. Результаты численных экспериментов. ....	801
15.5. Стохастическое моделирование непрерывно-дискретных организационно-техничко-экономической систем. ....	807
Вводные замечания. ....	807
15.5.1. Модель процессов организационно-техничко-экономической системы, порожденных смесью пуассоновских и регулярных потоков ресурсов. ....	809
15.5.2. Обобщенная линейная модель непрерывно-дискретной организационно-техничко-экономической системы. ....	813
15.5.3. Модель нелинейной непрерывно-дискретной организационно-техничко-экономической системы. ....	816
Выводы по главе 15. ....	817
Задания и вопросы для самоконтроля по главе 15. ....	821
Литература к главе 15. ....	822
<b>Глава 16. Задачи вероятностного аналитического моделирования процессов на рынке финансов, товаров и услуг</b>	<b>824</b>
16.1. Постановка задач. ....	824
16.2. Моделирование процессов кредитных организаций на рынке финансов, товаров и услуг. ....	828
16.2.1. Основные термины и обозначения. Граф состояний экономической системы. ....	828
16.2.2. Математическая модель процессов коммерческого банка. ....	834

16.3. Особенности стохастического моделирования организационно-техничко-экономической системы по производству и реализации продукции и услуг .....	842
16.3.1. Граф состояний рынка финансов, товаров и услуг .....	843
16.3.2. Критерии эффективности организационно-техничко-экономической системы по производству и распределению продукции .....	849
16.3.3. Векторно-матричное представление параметров организационно-техничко-экономической системы на рынке производимой и распределяемой продукции .....	854
Выводы по главе 16 .....	856
Задания и вопросы для самоконтроля по главе 16 .....	859
Литература к главе 16 .....	860
<b>Глава 17. Базовые технологии оптимальной фильтрации и управления процессами в организационно-техничко-экономических системах</b>	<b>862</b>
17.1. Постановка задач .....	862
17.2. Особенности моделирования пуассоновских процессов в организационно-техничко-экономической системе .....	866
17.3. Моделирование стохастических процессов организационно-техничко-экономической системы .....	870
17.3.1. Нелинейные модели ОТЭС, ОТЭС-Н и ОТЭС-П .....	870
17.3.2. Линейные модели ОТЭС, ОТЭС-Н и ОТЭС-П .....	872
17.4. Общие уравнения линейной условно-оптимальной фильтрации .....	878
17.5. Субоптимальный квазилинейный фильтр на основе метода статистической линеаризации .....	881
17.6. Тестовый пример задачи линейной фильтрации .....	889
17.6.1. Аналоговые модели .....	889
17.6.2. Имитационная модель процессов .....	899
17.6.3. Программные решения задачи фильтрации. Анализ результатов .....	900
17.7. Оптимальное управление процессами организационно-техничко-экономической системы .....	903
Вводные замечания .....	903
17.7.1. Синтез оптимального управления формализованной непрерывно-дискретной детерминированной системой .....	906
17.7.2. Оптимальное планирование и управление организационно-техничко-экономической системой в условиях помех .....	913
17.7.3. Использование имитационных моделей организационно-техничко-экономической системы в задачах оптимизации планов (программного управления) .....	917
Выводы по главе 17 .....	919
Задания и вопросы для самоконтроля по главе 17 .....	922
Литература к главе 17 .....	923

<b>Часть V Прикладные задачи интегрированной логистической поддержки на этапах проектирования и предпродажной подготовки экспортно-ориентированной продукции</b>	<b>925</b>
<b>Глава 18. Анализ технико-экономических факторов, определяющих экспортный потенциал изделий наукоемкой продукции, на этапе проектирования</b>	<b>927</b>
18.1. Постановка задач .....	927
18.2. Современные тенденции и факторы, определяющие экспортный потенциал на мировых рынках .....	927
18.3. Определение путей влияния эксплуатационно-технических характеристик на экспортный потенциал изделий наукоемкой продукции...	932
18.3.1. Факторы экспортного потенциала. ....	932
18.3.2. Выбор показателей. ....	936
18.3.3. Постановка задачи обоснования направлений совершенствования эксплуатационно-технических характеристик изделий	941
Выводы по главе 18 .....	942
Задания и вопросы для самоконтроля по главе 18 .....	943
Литература к главе 18 .....	944
<b>Глава 19. Математическая модель процессов эксплуатации изделий наукоемкой продукции для оценки показателей экспортного потенциала</b>	<b>945</b>
19.1. Постановка задачи .....	945
19.2. Анализ процессов эксплуатации изделий наукоемкой продукции и обоснование метода математического моделирования .....	945
19.3. Математическая модель процессов эксплуатации изделий наукоемкой продукции .....	949
19.3.1. Граф состояния парка изделий. ....	949
19.3.2. Учет эксплуатационно-технических характеристик изделий наукоемкой продукции. ....	954
19.3.3. Моделирование процессов использования изделий наукоемкой продукции. ....	957
19.3.4. Моделирование подсистем подготовки и восстановительного ремонта изделий наукоемкой продукции. ....	959
19.3.5. Свойства математической модели процессов эксплуатации изделий наукоемкой продукции. ....	964
Выводы по главе 19 .....	967
Задания и вопросы для самоконтроля по главе 19 .....	968
Литература к главе 19 .....	969

<b>Глава 20. Оценка влияния эксплуатационно-технических характеристик на экспортный потенциал изделий наукоемкой продукции и определение основных направлений их совершенствования</b>	<b>970</b>
20.1. Методика оценки показателей экспортного потенциала на основе моделирования процессов эксплуатации изделий наукоемкой продукции .....	970
20.2. Анализ показателей экспортного потенциала изделий наукоемкой продукции в фазе использования .....	973
20.3. Оценка влияния эксплуатационно-технических характеристик на показатели экспортного потенциала изделий .....	974
20.3.1. Оценка влияния эксплуатационно-технических характеристик на показатели экспортного потенциала для фазы ожидания использования изделий наукоемкой продукции. ....	974
20.3.2. Исследование влияния эксплуатационно-технических характеристик на показатели экспортного потенциала для фазы использования изделий наукоемкой продукции. ....	979
20.4. Оценка влияния эксплуатационно-технических характеристик на показатели экспортного потенциала в течение рассматриваемого периода эксплуатации изделия наукоемкой продукции.....	985
20.5. Оценка влияния параметров системы технического обслуживания и ремонта на показатели экспортного потенциала изделий .....	987
20.5.1. Оценка влияния для фазы ожидания использования изделий наукоемкой продукции. ....	987
20.5.2. Оценка влияния для фазы использования изделий наукоемкой продукции. ....	987
Выводы по главе 20 .....	994
Задания и вопросы для самоконтроля по главе 20 .....	995
Литература к главе 20 .....	996
<b>Глава 21. Оценка стоимости информационных систем интегрированной логистической поддержки и обучение персонала предприятий изготовителя и заказчика по их использованию</b>	<b>997</b>
21.1. Оценка стоимости разработки и сопровождения элементов системы информационного обеспечения интегрированной логистической поддержки .....	997
Вводные замечания. ....	997
21.1.1. Оценка стоимости покупки вычислительного и телекоммуникационного оборудования. ....	1000
21.1.2. Оценка стоимости покупки общесистемного программного обеспечения. ....	1000
21.1.3. Оценка стоимости разработки специального программного обеспечения. ....	1003

21.1.4. Оценка стоимости сопровождения системы информационного обеспечения интегрированной логистической поддержки. ....	1015
21.1.5. Рекомендации по подготовке исходных данных. ....	1016
21.2. Обучение персонала предприятий-изготовителей по вопросам информационного обеспечения интегрированной логистической поддержки экспортируемой продукции на стадии эксплуатации.....	1018
Вводные замечания. ....	1018
21.2.1. Программа обучения специалистов предприятий изготовителей образцов экспортно ориентированной технической продукции гражданского и военного назначения по дисциплине «Информационное обеспечение интегрированной логистической поддержки наукоемкой продукции на стадии ее эксплуатации». ....	1019
21.3. Обучение персонала заказчика по вопросам информационного обеспечения интегрированной логистической поддержки экспортно ориентированной технической продукции гражданского и военного назначения на стадии эксплуатации.....	1030
Вводные замечания. ....	1030
21.3.1. Программа обучения специалистов заказчика по дисциплине «Информационное обеспечение интегрированной логистической поддержки экспортно ориентированной технической продукции гражданского и военного назначения на стадии ее эксплуатации». ....	1031
Выводы по главе 21 .....	1042
Задания и вопросы для самоконтроля по главе 21 .....	1043
Литература к главе 21 .....	1044
<b>Заключение</b>	<b>1046</b>
<b>Приложения</b>	<b>1049</b>
Приложение П1. Программа работ по анализу логистической поддержки и созданию системы послепродажного обслуживания изделий на принципах CALS (ИПИ) .....	1049
Приложение П2. Эквивалентная статистическая линеаризация линейных преобразований .....	1057
Приложение П3. Функция Лапласа и ее производная .....	1059
<b>Предметный указатель</b>	<b>1061</b>