

серия - Полное руководство - серия



---

**Наука и Техника**  
Санкт-Петербург  
2007



Назаров А. В., Козырев Г. И., Шитов И. В.,  
Обрученков В. П., Древин А. В., Краскин В. Б.,  
Кудряков С. Г., Петров А. И., Соколов С. М., Якимов В. Л.,  
Лоскутов А.И.

# **СОВРЕМЕННАЯ ТЕЛЕМЕТРИЯ**

---

## **в теории и на практике**

**ПОЛНЫЙ  
учебный курс**



---

**Наука и Техника**  
Санкт-Петербург  
2007

Назаров А. В., Козырев Г. И., Шитов И. В., Обрученков В. П., Древин А. В.,  
Краскин В. Б., Кудряков С. Г., Петров А. И., Соколов С. М., Якимов В. Л., Лоскутов А.И.

**СОВРЕМЕННАЯ ТЕЛЕМЕТРИЯ В ТЕОРИИ И НА ПРАКТИКЕ. ПОЛНЫЙ УЧЕБНЫЙ КУРС.**  
— СПб.: Наука и Техника, 2007. — 672 с., ил. цветные вкладки

**ISBN 5-94387-409-7**

Рецензент: Кузнецов С. В.

Серия «Полное руководство»

Данная книга представляет собой великолепное руководство по телеметрии, позволяющее получить наиболее полное представление об этой отрасли науки и техники. Слово «телеметрия» означает измерение на расстоянии. Содержание современной телеметрии составляет широкий круг проблем, связанных с получением, преобразованием, передачей и обработкой измерительной информации, используемой при управлении удаленными объектами, определении их состояния или при изучении физических процессов в местах, где непосредственное присутствие наблюдателя затруднено или невозможно.

Книга состоит из двух частей. В главах первой части дается общая теория современной телеметрии, начиная с основ и заканчивая последними разработками и стандартами в данной области. Главы второй части посвящены рассмотрению практического применения телеметрии в различных отраслях промышленности и народного хозяйства: в машиностроении, нефтяной и газовой промышленности, различных видах мониторинга (транспортный мониторинг, мониторинг окружающей среды и т.д.) и др.

Авторами книги является группа известных специалистов и ученых, которые, помимо научных разработок, преподают и осуществляют внедрение средств телеметрии на различных предприятиях в самых разных областях («Газпром», нефтяные компании, предприятия тяжелой металлургии, машиностроительные предприятия, охранные фирмы, операторы сотовой связи и др.). Книга написана доступным языком с большим количеством иллюстративного и аналитического материала. Рассчитана на широкий круг читателей – студентов, инженеров, специалистов.

ISBN 5-94387-409-7



Контактные телефоны издательства:

(812) 567 70 25, (812) 567 70 26, (044) 516 38 66

Официальный сайт: [www.nit.com.ru](http://www.nit.com.ru)

© Назаров А. В., Козырев Г. И., Шитов И. В и др.

© Наука и техника (оригинал-макет), 2007

# Содержание

<b>ГЛАВА 1. ЧТО ТАКОЕ ТЕЛЕМЕТРИЯ?</b>	<b>21</b>
<b>1.1. ТЕЛЕМЕТРИЯ И СФЕРЫ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ</b>	<b>22</b>
Общая информация	22
Основные понятия телеметрии	23
<b>1.2. СОСТАВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА И КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕЛЕ- МЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ</b>	<b>26</b>
1.2.1. Состав информационно-телеметрического комплекса (ИТК)	26
1.2.2. Классификация информационно-телеметрических систем	30
<b>ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 1</b>	<b>32</b>
<b>ГЛАВА 2. ТЕОРИЯ ТЕЛЕМЕТРИИ</b>	<b>33</b>
<b>2.1. ТЕЛЕМЕТРИРУЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ И СПОСОБЫ ИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ</b>	<b>34</b>
2.1.1. Классификация телеметрируемых параметров	35
2.1.2. Телеметрические сообщения	36
2.1.3. Способы представления телеметрируемых параметров	37
<b>2.2. ПОГРЕШНОСТИ ТЕЛЕИЗМЕРЕНИЙ</b>	<b>39</b>
2.2.1. Характеристика и классификация погрешностей телеизмерений	39
Верность оценки телеметрического сообщения и точность телеизмерения	39
Классификация погрешностей по признакам, отвлеченным от физической природы и свойственным самым различным погрешностям	42
2.2.2. Вычисление суммарной среднеквадратической погрешности по известным среднеквадратическим погрешностям составляющих	44
2.2.3. Суммирование систематических погрешностей	47
2.2.4. Погрешности квантования функциональных параметров	48
2.2.5. Погрешности дискретизации функциональных параметров	51
Общая информация	51
Погрешность дискретизации при восстановлении функциональных параметров с помощью фильтров	53
Погрешность дискретизации при восстановлении параметра с помощью степенных полиномов	56

2.2.6. Погрешности дискретизации сигнальных параметров .....	59
2.2.7. Погрешность отсчета времени при передаче сигнальных параметров в канале с шумами .....	60
2.2.8. Оценка шумовой погрешности в канале связи .....	62
<b>2.3. КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ .....</b>	<b>65</b>
2.3.1. Количество информации, получаемой при измерении функциональных параметров .....	65
2.3.2. Оценка количества информации о функциональных параметрах .....	68
Пример 1 .....	68
Пример 2 .....	69
Пример 3 .....	69
2.3.3. Оценка количества информации о сигнальных параметрах .....	69
<b>2.4. АДАПТИВНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ В ТЕЛЕМЕТРИИ .....</b>	<b>73</b>
<b>2.4.1. Проблемы сжатия .....</b>	<b>73</b>
<b>2.4.2. Задачи и общая характеристика техники сжатия данных в телеметрии .....</b>	<b>74</b>
<b>2.4.3. Информационное содержание задачи сжатия данных .....</b>	<b>78</b>
Количество информации в телеметрическом сообщении .....	78
Объем аналого-дискретных сообщений .....	81
Объем сообщений и количество передаваемой информации ....	83
Сжатие объема сообщений .....	84
<b>2.4.4. Математическое содержание задачи сжатия данных .....</b>	<b>85</b>
Постановка задачи .....	85
Параметры алгоритмов сжатия .....	88
Адаптивные алгоритмы сжатия .....	90
<b>2.4.5. Классификация и основные определения теории и техники сжатия данных .....</b>	<b>91</b>
Необратимые и квазиобратимые преобразования .....	91
Детальная классификация методов сжатия .....	93
<b>2.4.6. Принципы построения адаптивных алгоритмов сжатия данных .....</b>	<b>96</b>
<b>2.4.7. Критерии оценки алгоритмов сжатия данных .....</b>	<b>99</b>
Классификации и отличительные особенности алгоритмов сжатия .....	99
Коэффициент сжатия данных .....	101

Эффективность представления сообщений .....	102
Коэффициент сложности алгоритма .....	104
Время задержки сообщения в аппаратуре сжатия.....	104
Показатель помехоустойчивости .....	104
<b>2.5. ПРИНЦИПЫ РАЗДЕЛЕНИЯ СИГНАЛОВ .....</b>	<b>106</b>
2.5.1. Общие сведения о многоканальных системах телеметрии.....	106
2.5.2. Основы линейного разделения сигналов .....	107
2.5.3. Нелинейное разделение сигналов .....	110
Комбинационный метод разделения.....	110
Метод разделения сигналов по уровню.....	111
<b>2.6. АНАЛОГОВЫЕ МЕТОДЫ ПЕРЕДАЧИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ .....</b>	<b>112</b>
2.6.1. Показатели качества аналоговых телеметрических радиолиний.....	112
2.6.2. Информационно-телеметрическая система с сигналами АИМ-ЧМ.....	114
2.6.3. Помехоустойчивость радиолинии ВИМ-АМ.....	117
<b>2.7. ЦИФРОВЫЕ МЕТОДЫ ПЕРЕДАЧИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ .....</b>	<b>122</b>
2.7.1. Показатели качества цифровых телеметрических радиолиний и предельные соотношения между ними.....	122
2.7.2. Представление символов в виде сигнальных векторов .....	125
Свойства векторного представления цифровых сигналов .....	125
Скалярное произведение.....	126
Расстояние между концами сигнальных векторов .....	126
2.7.3. Геометрическое представление шума.....	129
Вероятность возникновения заданной шумовой реализации ...	131
2.7.4. Алгоритм оптимального когерентного приема.....	133
2.7.5. Вероятность ошибок приема цифровых двоичных сигналов в оптимальном приемнике .....	135
2.7.6. Оценка помехоустойчивости двоичных радиолиний .....	139
2.7.7. Цифровые радиолинии с многоосновными кодами.....	140
Ортогональные сигналы.....	140
Симплексные сигналы .....	141
Биортогональные коды .....	143
Помехоустойчивость приема многоосновных сигналов.....	144

Вероятность ошибки в радиолинии с многоосновными симплексными сигналами .....	144
Вероятность ошибки в радиолиниях с многоосновными ортогональными сигналами .....	145
Вероятность ошибки в радиолиниях с биортогональными символами .....	146
Оценка потенциальной помехоустойчивости многоосновных радиолиний .....	146
Оценка частотной эффективности цифровых радиолиний .....	148
2.7.8. Сравнение информационно-телеметрических систем .....	149
Общий подход .....	149
Алгоритм сравнения аналоговых и цифровых радиолиний .....	149
Сравнительный анализ цифровых и аналоговых радиолиний ...	151
<b>ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 2 .....</b>	<b>156</b>
<b>ГЛАВА 3. СРЕДСТВА ТЕЛЕМЕТРИИ .....</b>	<b>157</b>
<b>3.1. ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЕ ДАТЧИКИ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ .....</b>	<b>158</b>
3.1.1. Определения и основные характеристики .....	158
3.1.2. Классификация телеметрических датчиков .....	159
3.1.3. Активные датчики .....	160
3.1.4. Пассивные датчики .....	161
3.1.5. Комбинированные датчики .....	163
3.1.6. Влияющие величины .....	163
<b>3.2. КАНАЛЫ И ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ .....</b>	<b>165</b>
3.2.1. Общие сведения о каналах и линиях передачи телеметрической информации .....	165
3.2.2. Проводные линии связи .....	168
Общая информация .....	168
Симметричные и коаксиальные кабельные линии связи .....	169
Варианты передачи цифровых данных (данных телеизмерений) .....	170
<b>3.3. ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ С ЧАСТОТНЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ .....</b>	<b>172</b>
3.3.1. Принцип частотного разделения каналов .....	172
3.3.2. Структурная схема радиотелеметрической системы с ЧРК .....	173
<b>3.4. РАДИОТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ С ВРЕМЕННЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ .....</b>	<b>176</b>



3.4.1. Принцип временного разделения каналов .....	176
3.4.2. Структурная схема РТС с временным разделением каналов .....	180
3.4.3. Многоступенчатая коммутация каналов .....	185
3.4.4. Назначение и структура системы синхронизации .....	191
3.4.5. Выделение сигналов символьной синхронизации .....	196
3.4.6. Формирование и выделение канальных синхросигналов .....	201
3.4.7. Маркерные сигналы в аналоговых РТС .....	209
3.4.8. Вероятностная оценка поиска маркерного синхросигнала при цифровой передаче .....	212
Ситуации, возникающие при поиске маркера .....	212
Поиск маркера длиной в одно слово с шагом в один символ в отсутствие помех .....	213
Поиск маркера длиной в одно слово с шагом в один символ при помехах в канале передачи .....	214
Поиск маркера с шагом в одно слово при $n_M = n$ .....	217
Поиск маркера длиной в два слова: $n_M = 2n$ .....	218
Анализ результатов вероятностной оценки поиска маркеров .....	219
<b>3.5. ШТАТНЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ .....</b>	<b>221</b>
3.5.1. Бортовая информационно-телеметрическая система БР-92 ....	221
3.5.2. Бортовая информационно-телеметрическая система БР-93 ....	229
Общие сведения о бортовой радиотелеметрической системе БР-93 .....	229
Основные технические характеристики системы БР-93-1 .....	234
Структура группового телеметрического сигнала .....	235
3.5.3. Бортовая информационно-телеметрическая система БР-91Ц .....	236
Назначение, состав и технические характеристики БИТС .....	236
Система коммутации и кодирования БИТС БР-91Ц .....	237
Тракт передачи цифровой информации в системе БР-91Ц .....	239
Тракт передачи информации о бортовом времени в системе БР-91Ц .....	239
Особенности функционирования системы в режиме воспроизведения информации .....	242
Особенности построения кодирующего устройства .....	243
3.5.4. Бортовая информационная телеметрическая система «Сириус» .....	244

Назначение и основные характеристики БИТС «Сириус» .....	244
Принципы организации информационных процессов в БИТС «Сириус» .....	245
Структурная схема БИТС «Сириус» .....	250
3.5.5. Бортовая информационная телеметрическая система «Кварц» («Скут») .....	251
3.5.6. Бортовая информационная телеметрическая система «Скиф» ..	252
3.5.7. Приемно-регистрирующая аппаратура МА-9МКТМ-4 .....	254
3.5.8. Приемно-регистрирующая аппаратура ПРА-МК .....	260
<b>ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 3 .....</b>	<b>268</b>
<b>ГЛАВА 4. ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ .....</b>	<b>269</b>
<b>4.1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ .....</b>	<b>270</b>
<b>4.1.1. Задачи и этапы обработки телеметрической информации .....</b>	<b>270</b>
Определения .....	270
Основные задачи обработки телеметрической информации....	270
<b>4.1.2. Назначение и задачи первичной обработки телеметрической информации .....</b>	<b>272</b>
Этапы обработки ТМИ.....	273
Последовательность операторов первичной обработки ТМИ...	274
<b>4.1.3. Назначение и задачи вторичной обработки телеметрической информации .....</b>	<b>275</b>
Место вторичной обработки в системе управления объектом .....	275
Анализ состояния объекта как решение задач технического диагностирования .....	276
Локализация неисправностей методами технической диагностики .....	279
Исследование поведения объекта как решение задач идентификации систем .....	281
<b>4.2. ПЕРВИЧНАЯ ОБРАБОТКА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ .....</b>	<b>282</b>
<b>4.2.1. Методы обработки при согласовании потоков данных с каналами связи и системой анализа .....</b>	<b>282</b>
Согласование потока данных по скорости передачи .....	282
Согласование по структуре данных .....	283
<b>4.2.2. Методы обработки при оценке значений параметров по косвенным измерениям .....</b>	<b>285</b>

Оценка спектральной плотности программными средствами ..	285
Оценка спектральной плотности в специализированных аналоговых устройствах.....	286
Методы узкополосной фильтрации .....	288
<b>4.2.3. Оперативная обработка быстро меняющихся параметров .....</b>	<b>290</b>
Особенности быстро меняющихся параметров и их обработки	290
Способы оперативной обработки БМП.....	292
Определение среднего и средневыпрямленного значений .....	294
Определение дисперсии и кажущейся частоты .....	297
<b>4.2.4. Методы повышения достоверности данных телеконтроля при обработке информации.....</b>	<b>300</b>
Методы повышения точности измерения физических процессов.....	300
Методы учета влияния помех .....	302
<b>4.2.5. Дешифровка телеметрической информации .....</b>	<b>309</b>
Алгоритмы автоматизированной дешифровки телеизмерения	309
Аппроксимация тарифовочных характеристик .....	312
Привязка результатов обработки телеизмерений ко времени..	315
<b>4.3. ВТОРИЧНАЯ ОБРАБОТКА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ.....</b>	<b>317</b>
<b>4.3.1. Исследование поведения объекта и решение задач идентификации .....</b>	<b>317</b>
Задача и методы определения характеристик систем.....	317
Идентификация телеметрируемых объектов.....	322
<b>4.3.2. Контроль функционирования и работоспособности объекта .....</b>	<b>334</b>
Схемы контроля .....	334
Контроль по параметру .....	335
Контроль по показателю качества .....	337
Контроль функционирования систем .....	341
Контроль работоспособности с помощью алгоритмов обучения .....	342
Классификация методов распознавания технических состояний объекта диагностирования .....	350
<b>4.3.3. Поиск места и определение причин неисправностей объекта .....</b>	<b>361</b>
Алгоритм обучения распознаванию отказов.....	361
Поиск дефектов в электро-радиоэлектронной аппаратуре .....	369

<b>4.3.4. Задачи технического генеза.....</b>	<b>373</b>
<b>4.3.5. Прогнозирование технического состояния объектов диагностирования .....</b>	<b>381</b>
Задачи прогнозирования .....	381
Методы эвристического прогнозирования.....	382
Математические методы временной экстраполяции.....	384
Математические методы пространственной экстраполяции ....	392
Методы моделирования процессов функционирования систем .....	393
Логические и структурные методы искусственного интеллекта	394
<b>ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 4 .....</b>	<b>400</b>
<b>ГЛАВА 5. СТАНДАРТЫ И ТЕХНОЛОГИИ СОВРЕМЕННОЙ ТЕЛЕМЕТРИИ.....</b>	<b>401</b>
<b>5.1. КОНЦЕПЦИЯ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ.....</b>	<b>402</b>
5.1.1. Организаторы CCSDS .....	402
5.1.2. Понятие телеметрической системы .....	406
<b>5.2. МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ.....</b>	<b>407</b>
5.2.1. Методика стандартизации телеметрических систем.....	407
Общая концепция .....	407
Уровень пакетирования .....	410
Уровень сегментации.....	410
Уровень фреймов.....	410
Уровень кодирования канала .....	410
Физический уровень .....	411
Связь телеметрической и командной систем .....	411
Механизм управления потоком данных .....	412
5.2.2. Управление потоком данных .....	413
<b>5.3. СТАНДАРТЫ И ТЕХНОЛОГИИ ПАКЕТНОЙ ТЕЛЕМЕТРИИ .....</b>	<b>415</b>
<b>5.3.1. Соглашения CCSDS.....</b>	<b>415</b>
<b>5.3.2. Пакет источника .....</b>	<b>416</b>
Основной заголовок пакета источника .....	417
Номер версии пакета .....	418
Идентификатор типа .....	418
Флаг вторичного заголовка .....	419
Идентификатор прикладного процесса.....	419

Поле контроля последовательности пакетов .....	419
Флаги группирования .....	419
Счетчик последовательности пакетов .....	420
Поле длины пакета .....	420
Поле данных пакета источника .....	420
Поле данных вторичного заголовка .....	421
Поле данных пакета источника .....	421
<b>5.3.3. Сегмент пакета .....</b>	<b>422</b>
Основной заголовок сегмента .....	422
Номер версии .....	422
Поле идентификации сегмента .....	423
Поле контроля последовательности сегментов .....	423
Флаги сегментации .....	423
Счетчик последовательности сегментов .....	424
Остаточная длина пакета .....	424
Поле данных сегмента .....	424
<b>5.3.4. Другие типы пакетов .....</b>	<b>425</b>
Сетевой протокол CCSDS (NP) и интернет-протокол (IPv4) .....	425
Инкапсуляционный пакет (IPv4) .....	426
<b>5.3.5. Фрейм передачи .....</b>	<b>426</b>
Основной заголовок фрейма передачи .....	428
Номер версии фрейма передачи .....	429
Идентификатор фрейма .....	429
Счетчик фреймов главного канала .....	430
Счетчик фреймов виртуального канала .....	430
Поле состояния поля данных фрейма .....	430
Флаг вторичного заголовка фрейма .....	431
Флаг синхронизации .....	431
Флаг порядка пакетов .....	431
Идентификатор длины сегмента .....	432
Указатель заголовка 1-го пакета .....	432
Вторичный заголовок фрейма передачи .....	432
Поле данных фрейма передачи .....	433
Поле операционного управления .....	433
<b>5.4. ПОМЕХОУСТОЙЧИВАЯ ПЕРЕДАЧА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ ДАННЫХ .....</b>	<b>434</b>
Сверточное кодирование .....	437

Спецификация базового сверточного кода .....	438
Сверточный кодер с выбиванием битов .....	439
Спецификация сверточного кода с выбиванием битов .....	439
Турбо-коды .....	440
Спецификация турбо-кода .....	440
Прямые и обратные образующие вектора .....	443
Спецификация блока турбо-кода .....	444
Синхронизация блока турбо-кода .....	446
Синхронизация фреймов .....	446
Синхромаркер вложенного потока данных .....	447
Псевдорандомизация .....	448
Синхронизация и псевдорандомизация .....	449
Спецификация псевдослучайной последовательности .....	449
<b>ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 5 .....</b>	<b>450</b>
<b>ГЛАВА 6. ТЕЛЕМЕТРИЯ В КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ .....</b>	<b>454</b>
<b>6.1. ОСОБЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ     ЭКСПЕРИМЕНТОВ И ОБЪЕКТОВ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ .....</b>	<b>455</b>
<b>6.2. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ БОРТОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ .....</b>	<b>456</b>
6.2.1. Бортная информационно-телеметрическая система «Орбита-IV» .....	456
6.2.2. Система телеметрических измерений «ПИРИТ» .....	465
6.2.3. Телеметрическая аппаратура «ОРБИТА-4МТ» .....	470
6.2.4. Модификации малогабаритной цифровой телеметрической системы ТА-932 .....	471
6.2.5. Телеметрическая система БР-9ЦК-1 .....	474
<b>6.3. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СТАНЦИИ ПРИЕМА И РЕГИСТРАЦИИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ     ИНФОРМАЦИИ .....</b>	<b>476</b>
6.3.1. Малогабаритная приемно-регистрирующая станция МПРС-5 ..	477
6.3.2. Приемно-регистрирующая станция НПРС-9 .....	482
6.3.3. Комплекс аппаратуры обработки и регистрации цифровой информации «Литон-3» .....	483
6.3.4. Малогабаритный переносной телеметрический комплекс .....	486
6.3.5. Аппаратура приема, регистрации и информационного контроля «Опал-М» .....	487

6.3.6. Агрегатируемые антенно-приемные средства «МАРС» .....	489
6.3.7. Наземная приемно-регистрирующая станция комплекса «Монитор» .....	490
6.3.8. Мобильный измерительный пункт РНИИ КП .....	492
6.3.9. Средства сбора и обработки телеметрической информации «Родник» .....	495
<b>6.4. ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА В МЕЖДУНАРОДНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ПРОЕКТАХ .....</b>	<b>496</b>
6.4.1. Телеметрическое обеспечение проектов «Предвестник», «Интербол», «Коронас» .....	497
6.4.2. Телекоммуникационное оборудование и станции приема телеметрической информации в системе «Иридиум» .....	500
6.4.3. Аппаратно-программный комплекс приема и накопления научно-измерительной информации проекта «Метеор» .....	502
6.4.4. Телекоммуникационная станция «Славянка» .....	504
6.4.5. Информационно-телеметрическое обеспечение проекта «Воздушный старт» .....	506
6.4.6. Применение радиомодемов в космической телеметрии .....	506
6.4.7. Комплекс по приему, обработке и представлению телеметрической информации проекта «Спектр-Рентген-Гамма» .....	506
<b>ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 6 .....</b>	<b>507</b>
<b>ГЛАВА 7. ТЕЛЕМЕТРИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭНЕРГЕТИКЕ. ТЕЛЕМЕХАНИКА .....</b>	<b>509</b>
<b>7.1. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ В СОВРЕМЕННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭНЕРГЕТИКЕ .....</b>	<b>510</b>
Общие положения .....	510
Современные мировые тенденции .....	511
<b>7.2. СИСТЕМА ТЕЛЕМЕТРИИ КАК ИНФОРМАЦИОННАЯ ЧАСТЬ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ .....</b>	<b>512</b>
Понятие телемеханики .....	512
SCADA — что это такое? .....	514
<b>7.3. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СОВРЕМЕННЫМ СИСТЕМАМ ТЕЛЕМЕХАНИКИ .....</b>	<b>515</b>
Промышленный объект(ПО) как обобщенный прототип широкого класса технологических установок и комплексов. Общие положения. ....	515
Задачи системы телемеханики .....	517

Требования к структуре системы телемеханики .....	517
Требования к элементной базе .....	518
Требования к программному обеспечению .....	518
<b>7.4. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕМЕХАНИКИ.....</b>	<b>519</b>
7.4.1. Задачи системы телемеханики .....	519
7.4.2. Особенности измеряемых и анализируемых технологических процессов.....	520
7.4.3. Система телеметрии .....	521
7.4.4. Состав системы телеметрии промышленных объектов.....	522
7.4.5. Структура системы телеметрии промышленных объектов .....	522
7.4.6. Информационная структура системы телеметрии промышленных объектов .....	524
7.4.7. Выводы.....	525
<b>7.5. ЭЛЕМЕНТНАЯ БАЗА И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕМЕХАНИКИ .....</b>	<b>526</b>
7.5.1. Выбор и обоснование элементной базы .....	526
Основные требования, предъявляемые к элементной базе .....	526
Выбор элементной базы .....	527
Основные сведения об устройствах серии ADAM-5000 .....	528
Технические характеристики устройств серии ADAM-5000.....	529
7.5.2. Выбор и обоснование математического обеспечения.....	530
Основные требования, предъявляемые к математическому обеспечению .....	530
Описание пакета GENESIS32.....	532
<b>7.6. ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕМЕТРИИ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ .....</b>	<b>535</b>
<b>ГЛАВА 8. ТЕЛЕМЕТРИЯ В АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ .....</b>	<b>539</b>
<b>8.1. ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМ ТЕЛЕМЕТРИИ В АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....</b>	<b>540</b>
<b>8.2. СИСТЕМА ТЕЛЕКОНТРОЛЯ УСТАНОВКИ ПРОИЗВОДСТВА СТАБИЛЬНЫХ ИЗОТОПОВ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ .....</b>	<b>542</b>
Задачи системы телемеханики производства стабильных изотопов .....	543
Этапы разработки системы телемеханики для варианта промышленного объекта в виде комплекса тепломассообменных высотных колонн (изотопный обогатительный каскад) .....	544



<b>8.3. КОМПЛЕКСЫ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АСУ ТП АЭС «ВУЛКАН» И «ВУЛКАН-М» .....</b>	<b>555</b>
Информационно-вычислительные системы АСУ ТП АЭС .....	555
Системы представления параметров безопасности .....	556
Системы автоматического регулирования .....	556
Системы радиационного контроля .....	557
Система радиационного контроля Запорожской АЭС .....	558
Системы контроля турбогенераторов .....	558
Системы регистрации аварийных параметров .....	558
Программно-аппаратная платформа «ВУЛКАН-М»/«ВУЛКАН»..	559
Основные данные .....	559
Программное обеспечение .....	560
<b>8.4. ПРИМЕР ОРГАНИЗАЦИИ КАНАЛА СБОРА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ .....</b>	<b>561</b>
<b>8.5. СИСТЕМА РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АТОМНЫХ ОБЪЕКТОВ.     ПРОЕКТ АМЕС 1.5-1 .....</b>	<b>562</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 8 .....</b>	<b>565</b>
<b>ГЛАВА 9. ТЕЛЕМЕТРИЯ В НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ .....</b>	<b>566</b>
<b>9.1. МАЛЫЕ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ .....</b>	<b>568</b>
9.1.1. Малогабаритная телеметрическая навигационная система с кабельным каналом связи МТНСК-1 .....	568
9.1.2. Телеметрическая система ТМ-ПЭНП .....	569
9.1.3. Малогабаритная гироскопическая телесистема .....	571
9.1.4. Система автоматического регулирования уровня жидких сред .....	576
9.1.5. Комплекс погружной телеметрии .....	577
Основные особенности и преимущества: .....	577
9.1.6. Система быстрой скважинной телеметрии .....	579
9.1.7. Телеметрические системы в процессе бурения .....	582
9.1.8. Сейсморазведка в скважинах глубокого бурения .....	590
<b>9.2. БОЛЬШИЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ НЕФТЕГАЗОВОЙ     ПРОМЫШЛЕННОСТИ .....</b>	<b>592</b>
9.2.1. Автоматизированная система управления технологическими процессами установки каталитического крекинга .....	592
9.2.2. Система автоматизации для узла сепарации нефти .....	595
9.2.3. Коммерческие проекты нефтегазовой промышленности с использованием средств телеметрии .....	596

9.2.4. Использование телеметрических средств космических систем в интересах нефтегазодобывающей отрасли .....	599
9.2.5. Система сбора телеметрической информации в автоматизированных информационно-управляющих системах	607
Структурная схема автоматического сбора информации .....	608
<b>ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 9 .....</b>	<b>612</b>
<b>ГЛАВА 10. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕЛЕМЕТРИИ В ТРАНСПОРТНОМ МОНИТОРИНГЕ .....</b>	<b>613</b>
<b>10.1. СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА МОБИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ .....</b>	<b>614</b>
10.1.1. Система сбора информации .....	616
10.1.2. Система позиционирования .....	617
10.1.3. Система связи (каналы обмена данными с мобильными объектами) .....	618
Системы на базе геостационарных спутников .....	618
Системы на базе низкоорбитальных спутников .....	619
Системы на базе транкинговой связи .....	620
Системы на базе КВ-связи .....	621
Системы на базе сотовой связи (GSM) .....	621
10.1.4. Система обработки, хранения и анализа поступающей телеметрической информации (диспетчерский пункт) .....	624
<b>10.2. ПРИМЕРЫ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА МОБИЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ .....</b>	<b>626</b>
10.2.1. Диспетчерская система DAXON-DS .....	626
Программно-аппаратный комплекс диспетчерской системы DAXON-DS: .....	627
Типовая диспетчерская система радиосвязи DAXON-DS .....	629
10.2.2. Мониторинг подвижных объектов на базе радиосвязи и GPS-модемов KGP – 2A/KGP-2B .....	630
10.2.3. Система TrackMaster .....	631
Диспетчерская система TrackCenter .....	632
Техническое построение системы .....	633
10.2.4. Система мониторинга автотранспорта G4echo .....	637
10.2.5. Интернет-система диспетчеризации WebLocator .....	640
Схема функционирования .....	640
Оборудование .....	640
10.2.6. Информационно-навигационная диспетчерская система ИНС-КОНТРОЛЬ .....	641

Назначение .....	641
Функции.....	641
Принцип действия.....	642
Программное обеспечение системы ИНС-Контроль .....	642
Основные функции.....	643
10.2.7. Диспетчерская система GPS-контроля грузоперевозок НАУЦИЛУС .....	643
10.2.8. Спутниковый комплекс «Эшелон» .....	646
Функциональные возможности спутникового охранного комплекса «Эшелон» .....	647
Принцип работы спутникового охранного комплекса «Эшелон» .....	650
<b>ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 10 .....</b>	<b>652</b>
<b>ГЛАВА 11. МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....</b>	<b>653</b>
<b>11.1. ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ БАЗ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА .....</b>	<b>654</b>
<b>11.2. ВЕРТИКАЛЬНАЯ ГРАДИЕНТНАЯ СИСТЕМА СБОРА ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ .....</b>	<b>657</b>
<b>11.3. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СЕЙСМИЧНОСТИ .....</b>	<b>660</b>
<b>11.4. СИСТЕМА СБОРА, ОБРАБОТКИ И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА БАЗЕ ПЛАТФОРМЫ MOSCAD .....</b>	<b>663</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА К ГЛАВЕ 11 .....</b>	<b>667</b>