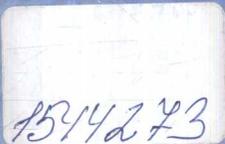




Л. П. Милешко, О. Б. Спиридонов
И. И. Черепухин, И. П. Щербинин, Е. А. Шестова
С. С. Алхасов, А. С. Камышева



Мультисенсорные системы

учебное пособие



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«ЮЖНЫЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-технологическая академия

МУЛЬТИСЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ

Учебное пособие

Ростов-на-Дону – Таганрог
Издательство Южного федерального университета
2023

УДК 681.586 33(075.8)

ББК 32.96-04я73

М902



7.5/4273

Печатается по решению заседания Ученого совета Института радиотехнических систем управления Южного федерального университета (протокол № 3 от 13 апреля 2023 г.)

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой «Химия»
Донского государственного технического университета *В. Э. Буракова*
доктор физико-математических наук, профессор кафедры химии Ростовского государственного университета путей сообщения *Ю. Ф. Мигаль*

Милешко, Л. П.

М902 Мультисенсорные системы : учебное пособие / Л. П. Милешко, О. Б. Спиридонов, И. И. Черепяхин, И. П. Щербинин, Е. А. Шестова, С. С. Алхасов, А. С. Камышева ; Южный федеральный университет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного федерального университета, 2023. – 273 с. – 3-е изд., перераб. и доп.

ISBN 978-5-9275-4484-4

Междисциплинарное учебное пособие, предназначенное для факультативного изучения студентами и магистрантами, обучающимися по направлениям подготовки «Техносферная безопасность» и «Электрооборудование автомобилей и тракторов».

Охарактеризованы многофункциональные датчики, аналитические микро- и нанолaborатории: газовый и жидкостный хроматографы, нейроподобная система «электронный нос» и мультисенсорные системы – «электронный язык».

Приведены основные результаты исследования направлений создания системы непрерывного мониторинга технического состояния образцов транспортной техники, полученные в НИИ МВС ЮФУ.

Материалы пособия могут быть полезны также для специалистов, работающих в области датчикостроения.

УДК 681.586 33(075.8)

ББК 32.96-04я73

ISBN 978-5-9275-4484-4

© Южный федеральный университет, 2023
© Милешко Л. П., Спиридонов О. Б., 2023
© Черепяхин И. И., Щербинин И. П., 2023
© Шестова Е. А., Алхасов С. С., Камышева А. С., 2023
© Оформление. Макет. Издательство
Южного федерального университета, 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	8
1. КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДАТЧИКОВ ...	11
1.1. Двухфункциональные датчики	12
1.1.1. Датчик усилия и температуры	12
1.1.2. Датчик температуры и пульса	12
1.1.3. Датчик температуры и влажности	12
1.1.4. Датчик для измерения температуры и напряженности магнитного поля	13
1.1.5. Датчик для измерения температуры и относительной влажности воздуха	14
1.1.6. Датчик для измерения линейных вибраций и углового ускорения	14
1.1.7. Перестраиваемый датчик контроля температуры и ос- вещенности	14
1.1.8. Датчики фирмы «Хьюмикерам»	15
1.1.9. Датчики давления и температуры	16
1.2. Трехфункциональные датчики	20
1.3. Перспективы применения многофункциональных датчиков ..	28
1.4. Коррекция погрешностей измерительных сигналов мно- гофункциональных датчиков	29
1.5. Повышение точности датчиков	33
Контрольные вопросы	36
2. АНАЛИТИЧЕСКИЕ МИКРО- И НАНОЛАБОРАТОРИИ	39
2.1. Лаборатории на кристалле	39
2.1.1. Газовый хроматограф	40
2.1.2. Жидкостный хроматограф	43
2.2. Детектирующие устройства микролабораторий	46
2.3. Наносенсорная нейроподобная система «электронный нос» ..	48
2.4. Мультисенсорные системы типа «электронный язык»	53
2.4.1. Массив сенсоров	54
2.4.1.1. Потенциометрические электроды	55

2.4.1.2. Химически чувствительные полевые транзисторы	61
2.4.1.3. Вольтамперометрические сенсоры	68
2.4.1.4. Импедансные сенсоры	70
2.4.2. Блок сбора данных	71
2.4.2.1. Архитектура измерительной системы	71
2.4.2.2. Платы сбора информации для ЭВМ	75
2.4.3. Блок обработки данных	76
2.4.3.1. Статистические методы	77
2.4.3.2. Нестатистические методы	80
2.4.4. МСС в информационной системе импактного мониторинга	84
2.4.4.1. Общие представления о региональных эколого-информационных системах	84
2.4.4.2. Состав и структура гидроэкологической базы данных	87
2.4.4.3. Оперативная аналитическая обработка данных	88
Контрольные вопросы	94
3. АНАЛИЗ СИСТЕМ СБОРА И ОБРАБОТКИ	
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ	
ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ	96
3.1. Тахографы	102
3.1.1. Автомобильные ЕС-тахографы	107
3.1.2. Цифровые тахографы	117
3.1.2.1. Цифровой тахограф DTСO 1381	117
3.1.2.2. Цифровой тахограф ВАКI ТАХО 2000	117
3.2. «Черные ящики»	119
3.2.1. Аппаратура регистрации параметров «черный ящик» АРП-10	119
3.2.2. Прибор защиты крана ПЗК-10	120
3.3. GPS-системы сбора и обработки информации	121
3.3.1. Автомобильный навигационный регистратор «Гранит Р-БД-АЦ.02»	122
3.3.2. Система записи параметров движения и состояния ТС со считыванием по каналам сети GSM	127
3.3.3. Система записи параметров движения и состояния ТС со считыванием по каналам сети GlobalStar	129

3.3.4. Система записи параметров движения и состояния ТС с использованием электронного считывателя	132
3.3.5. Система мониторинга и управления ТС с использованием УКВ-связи	133
3.3.6. Системы ЗАО «АСКО-информационные технологии»	137
3.4. Состав и технические параметры блоков непрерывной регистрации данных	138
3.5. Описание ЭО СНМ, разработанной в НИИ МВС ЮФУ	141
3.5.1. Назначение ЭО СНМ	142
3.5.2. Использование разработанной в НИИ МВС ЮФУ ЭО СНМ на объектах АТ	143
3.5.3. Параметры, контролируемые ЭО СНМ на объектах АТ со штатным комплектом датчиков и сигнализаторов	143
3.5.4. Диагностические параметры, оцениваемые ЭО СНМ	143
3.5.5. Диагностические параметры, оцениваемые ЭО СНМ при установке дополнительных датчиков	144
3.5.6. Состав ЭО СНМ	144
3.5.7. Назначение БНРД	146
3.5.8. Назначение ПО МРМ	146
3.5.9. Конструктивное исполнение БНРД	147
3.5.10. Системные требования программного обеспечения СНМ	147
3.5.11. Основные технические характеристики ЭО СНМ	150
Контрольные вопросы	152
4. АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ ДАТЧИКОВОЙ АППАРАТУРЫ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ	153
4.1. Штатные датчики отечественной автомобильной техники	153
4.2. Дополнительная датчиковая аппаратура повышенной точности	157
Контрольные вопросы	168
5. КОНСТРУКТИВНОЕ ИСПОЛНЕНИЕ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВЫХ УСТРОЙСТВ ПОВЫШЕННОГО КЛАССА ТОЧНОСТИ ДЛЯ БОРТОВЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБРАЗЦОВ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ, РАЗРАБОТАННЫХ И ИЗГОТОВЛЕННЫХ в НИИ МВС ЮФУ	169

5.1. Семейство дополнительной диагностической датчиковой аппаратуры с унифицированным токовым выходным сигналом	171
5.1.1. Датчики температуры с токовым выходным сигналом ...	172
5.1.2. Датчики давления (разрежения) с токовым выходным сигналом	175
5.2. Диагностическая датчиковая аппаратура с унифицированным частотным выходным сигналом	180
5.3. Диагностическая датчиковая аппаратура с унифицированным цифровым выходным сигналом	183
5.3.1. Датчики температуры с цифровым выходным сигналом	184
5.3.2. Датчики давления (разрежения) с цифровым выходным сигналом	187
5.3.3. Датчик угла поворота с цифровым выходным сигналом ...	190
5.3.4. Датчики расхода дизельного топлива с цифровым выходным сигналом	195
Контрольные вопросы	208
6. МЕТОДИКА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗНАЧЕНИЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АТ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ С УСТРОЙСТВОМ РЕГИСТРАЦИИ ДАННЫХ	209
6.1. Модель прогнозирования значений диагностических параметров АТ при использовании бортовой системы контроля с устройством регистрации данных	209
6.2. Алгоритм методики прогнозирования значений диагностических параметров АТ	217
6.3. Модель оптимизации состава датчиков для бортовых систем контроля автомобильной техники	222
6.3.1. Модель функционирования датчиков бортовой системы контроля АТ	223
6.3.2. Постановка задачи оптимизации состава датчиков бортовой системы контроля АТ	229
6.3.3. Имитационная модель оптимизации состава датчиков бортовой системы контроля АТ	230
Контрольные вопросы	234

7. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ МУЛЬТИСЕНСОРНЫЕ МОНИТОРИНГОВЫЕ СИСТЕМЫ СБОРА ИНФОРМАЦИИ, КОНТРОЛЯ, ДИАГНОСТИКИ И УПРАВЛЕНИЯ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ МОРСКОЙ, АВИАЦИОННОЙ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОНОМНЫХ РЕЖИМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ, ЦИФРОВЫХ И БЕСПРОВОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	235
7.1. Описание предметной области исследования	237
7.2. Современное состояние проблемы	241
7.3. Выбор и обоснование приоритетных направлений исследования	243
Контрольные вопросы	250
8. НОВЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В СФЕРЕ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИСЕНСОРНЫХ СИСТЕМ	251
8.1. Мультисенсорные системы типа «электронный нос»	251
8.2. Мультисенсорные системы типа «электронный язык»	253
Контрольные вопросы	256
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	257
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	259