

УДК 681.586 33(075.8)

ББК 32.96-04я73

М902

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. Бурлакова*
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, нейрореподобная 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 датчикоостроения.

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 |

Оглавление

| | |
|--|-----------|
| 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 ТАХO 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 |