

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ МОБИЛЬНЫХ МАШИН

*Рекомендовано Учебно-методическим объединением
по аграрному техническому образованию
в качестве пособия
для студентов учреждений высшего образования
группы специальностей 74 06 Агроинженерия*

Минск
БГАТУ
2013

Оглавление

Предисловие	3
Принятые сокращения	5
Раздел 1. Электроника в системах управления ДВС мобильных машин	9
1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЭЛЕКТРОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВС	9
2. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ТОПЛИВНЫМ СИСТЕМАМ И УПРАВЛЕНИЮ СОВРЕМЕННЫХ ДВС	10
3. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭСАУ	11
4. ЭСАУ БЕНЗИНОВЫХ (КАРБЮРАТОРНЫХ) ДВС	13
4.1. ЭЛЕКТРОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭПХХ	14
Электронное управление ЭПХХ грузового автомобиля	17
Комплексное электронное управление зажиганием и ЭПХХ (микропроцессорная система).....	21
4.2. ЭЛЕКТРОННОЕ УПРАВЛЕНИЕ КАРБЮРАТОРАМИ	22
Работа ЭСАУ карбюратора	23
4.3. ДИНАМИЧЕСКИЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ	24
Система зажигания с магнитоэлектрическим датчиком	24
Система зажигания с датчиком Холла	26
4.4. ЭЛЕКТРОННЫЕ (МИКРОПРОЦЕССОРНЫЕ) СТАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ	29
Статическая система зажигания с распределителем	30
Функции отдельных блоков микропроцессорной системы	34
Основные сигналы, поступающие в микропроцессорную систему	35
5. ЭСАУ БЕНЗИНОВЫХ (ИНЖЕКТОРНЫХ) ДВС	46
5.1. ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫМ ВПРЫСКОМ ТОПЛИВА	48
5.2. КОМПЛЕКСНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗАЖИГАНИЕМ И ВПРЫСКОМ	54
Электронная система <i>Motronic</i> (комплексное управление зажиганием и центральным впрыском).....	55
Коррекции впрыска топлива в зависимости от входных и выходных параметров	59
5.3. ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНЫМ ВПРЫСКОМ ТОПЛИВА (МОНОВПРЫСК)	62
5.4. ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ НЕПРЕРЫВНОГО РАСПРЕДЕЛЕННОГО ВПРЫСКА С РЕГУЛЯТОРОМ ДАВЛЕНИЯ	65
6. ЭЛЕКТРОННЫЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВС	67
Технические требования к дизельным топливным системам	67
6.1. КРАТКИЙ ОБЗОР ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВС	68
Стандартные рядные многоплунжерные ТНВД	69
ТНВД распределительного типа	70
Топливная система с насос-форсунками	72
Топливная система с индивидуальными ТНВД	72
Аккумуляторная топливная система (<i>CRS – Common Rail System</i>).....	73
6.2. АККУМУЛЯТОРНАЯ ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА <i>CRS</i>	74
Снижение токсичности ОГ	81
Рециркуляция отработавших газов (РОГ)	82
Схема аккумуляторной топливной системы (<i>CRS</i>)	83
Устройство и работа составных частей аккумуляторной топливной системы	85
7. ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВС	92
7.1. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЭБУ	92
7.2. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ЭБУ	93
7.3. ОБРАБОТКА ВХОДНОЙ ИНФОРМАЦИИ	94

7.4. МИКРОПРОЦЕССОР	96
7.5. ВЫХОДНЫЕ СИГНАЛЫ	98
7.6. ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ ВНУТРИ ЭБУ	98
7.7. ПРОГРАММИРОВАНИЕ НА ЛИНИИ КОНВЕЙЕРА (EoL).....	99
7.8. ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ ДРУГИМ СИСТЕМАМ.....	99
Передача данных с помощью CAN-шин	101
Организация передачи данных (на примере автомобиля)	103
7.9. ВСТРОЕННАЯ ДИАГНОСТИКА (САМОДИАГНОСТИКА).....	105
Самодиагностика датчиков и исполнительных устройств	105
8. ДАТЧИКИ ЭСАУ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВС	106
8.1. λ -РЕГУЛИРОВАНИЕ	106
8.2. РАСХОДОМЕРЫ ВОЗДУХА	110
8.3. ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ.....	116
8.4. ДАТЧИКИ ДАВЛЕНИЯ	119
Применение микромеханических датчиков давления.....	119
Устройство и работа микромеханических датчиков давления.....	121
Мембранные датчики давления	127
Бесконтактные индукционные датчики давления	128
8.5. ДАТЧИКИ ПОЛОЖЕНИЯ И ПЕРЕМЕЩЕНИЯ.....	129
9. ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА ЭСАУ БЕНЗИНОВЫХ И ДИЗЕЛЬНЫХ ДВС	140
9.1. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ФОРСУНКИ	140
9.2. ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ КЛАПАНЫ.....	146
9.3. ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ	151
10. РЕЦИРКУЛЯЦИЯ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ (РОГ)	158
11. СИСТЕМЫ ОБЛЕГЧЕНИЯ ПУСКА ДИЗЕЛЬНЫХ ДВС	161
12. ЭСАУ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВС С РЯДНЫМИ ТНВД.....	165
Раздел 2. ЭСАУ автотракторных шасси	168
1. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ТРАНСМИССИИ (КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ)	
ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ	168
1.1. ТРАДИЦИОННЫЕ (ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЕ) АКП.....	169
1.2. АКП С ДВОЙНЫМ МНОГОДИСКОВЫМ СЦЕПЛЕНИЕМ «МОКРОГО» ТИПА.....	173
1.3. ЭЛЕКТРОННО-ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ АКП.....	177
2. КОМПЛЕКСНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТРАНСМИССИЕЙ (КЭСУТ)	
ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС» МОЩНОСТЬЮ 280–350 л. с.	182
2.1. ЭЛЕКТРОННО-ГИДРАВЛИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ ПЕРЕДАЧ.....	182
Переключение диапазонов КП.....	184
Переключение передач	185
Выбор режима переключения передач (режима работы)	188
2.2. САМОДИАГНОСТИКА. КОДЫ НЕИСПРАВНОСТЕЙ.....	188
3. ЭЛЕКТРОННОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОДВЕСКИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	190
3.1. РЕГУЛИРУЕМЫЕ ПОДВЕСКИ.....	191
Пневматическая подвеска	193
Гидропневматическая подвеска.....	198
Датчики электронного регулирования подвески	206
4. ЭЛЕКТРОНИКА КОЛЕСНЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ.....	210
4.1. НЕГАТИВНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУХА В ШИНАХ	210
4.2. СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ДАВЛЕНИЯ ВОЗДУХА В ШИНАХ	
(TPMS – АНГЛ. TIRE PRESSURE MONITORING SYSTEM)	211
Главные причины необходимости мониторинга давления в шинах.....	211
Система контроля давления в шинах на базе электронных компонентов	
Philips, Motorola и др.	212
Архитектура системы	215
Система контроля давления (RDK) с указанием неисправного колеса	
автомобилей Volkswagen Touareg и Phaeton	216

5. ЭЛЕКТРОННЫЕ АНТИБЛОКИРОВОЧНЫЕ И ПРОТИВОБУКСОВОЧНЫЕ ТОРМОЗНЫЕ СИСТЕМЫ (АБС и ПБС) ЛЕГКОВЫХ И ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ	219
5.1. АНТИБЛОКИРОВОЧНАЯ ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА	221
Схемы АБС	223
АБС с гидростатическим приводом тормозов (легковые автомобили и легкие грузовики).....	224
АБС с открытым гидроприводом тормозов (привод высокого давления)	225
АБС легкового автомобиля, работающая по трехфазовому циклу, типа <i>BOSCH 2S</i>	226
АБС легкового автомобиля <i>Volvo S40</i>	231
АБС и ПБС грузовых автомобилей	233
5.2. ПРОТИВОБУКСОВОЧНАЯ СИСТЕМА	236
5.3. ЭЛЕКТРОННЫЙ БЛОК УПРАВЛЕНИЯ АБС И ПБС	239
Функциональные контуры ЭБУ	239
Устройство и работа ЭБУ	240
Раздел 3. Электроника тракторного гидравлического оборудования	243
1. ЭСАУ задним навесным устройством (ЗНУ) ТРАКТОРА «БЕЛАРУС-1523, -1523В»	243
1.1. РАБОТА И ФУНКЦИИ ЦИФРОВОГО ЭЛЕКТРОННО-ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ (<i>EHR-D</i>)	243
1.2. ОСНОВНЫЕ СИСТЕМНЫЕ БЛОКИ ЭСАУ	245
Датчики	245
Задающие устройства	251
Исполнительные устройства	253
1.3. РЕЖИМ ДЕМПФИРОВАНИЯ КОЛЕБАНИЙ (ГАЛОПИРОВАНИЯ) ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТА	254
1.4. ФУНКЦИЯ САМОДИАГНОСТИКИ ЭЛЕКТРОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЗНУ	257
2. ЭСАУ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН	258
2.1. РАБОТА ЭСАУ	260
Управление секциями электрогидрораспределителя в ручном режиме (с помощью джойстиков)	261
Управление секциями электрогидрораспределителя <i>EHS</i> в автоматическом режиме	263
2.2. ЭЛЕКТРОННО-ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНАЯ СЕКЦИЯ <i>EHS</i> (ИСПОЛНИТЕЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО)	267
Устройство и работа распределительной секции <i>EHS</i>	267
Раздел 4. Электронная диагностика компонентов мобильных машин	272
1. САМОДИАГНОСТИКА	272
Текущий контроль входных сигналов	272
Текущий контроль выходных сигналов	274
Текущий контроль системы передачи данных ЭБУ	274
Текущий контроль внутренних функций ЭБУ	274
Работа с неисправностями.....	275
2. ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЗАРУБЕЖНОЙ МОБИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ	300
Литература	316