



О.Ф. САВЧЕНКО, И.П. ДОБРОЛЮБОВ,  
В.В. АЛЬТ, С.Н. ОЛЬШЕВСКИЙ

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ  
ЭКСПЕРТИЗЫ ДВИГАТЕЛЕЙ**

06-11788



**НОВОСИБИРСК 2006**

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК  
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
СИБИРСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ  
АГРАРНЫХ ПРОБЛЕМ  
(ГНУ СибФТИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
(ФГОУ ВПО НГАУ)

О.Ф. САВЧЕНКО, И.П. ДОБРОЛЮБОВ,  
В.В. АЛЬТ, С.Н. ОЛЬШЕВСКИЙ

# АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ЭКСПЕРТИЗЫ ДВИГАТЕЛЕЙ

НОВОСИБИРСК 2006

УДК 621.43

**Савченко О.Ф., Добролюбов И.П., Альт В.В., Ольшевский С.Н.**  
Автоматизированные технологические комплексы экспертизы двигателей / РАСХН. Сиб. отд.-ние. СибФТИ. – Новосибирск, 2006. – 272 с.

ISBN 5-9657-0024-5

В монографии обобщены результаты исследований по разработке методологических принципов автоматизированных технологических комплексов на базе компьютерной техники для экспертизы и управления состоянием ДВС (АТК ЭУ). Показана возможность применения АТК ЭУ на всех этапах жизненного цикла (CALS-технологии) ДВС. Рассмотрены вопросы моделирования в системе технической экспертизы, разработки методики поиска информативных признаков, обеспечения качества экспертизы и управления. Особое внимание уделено методологическим вопросам по накоплению и использованию знаний, по различным моделям представления знаний, обоснованию структуры базы знаний и интерфейса пользователя АТК ЭУ. В монографии представлены также результаты экспериментальных исследований по наполнению базы знаний, по совершенствованию алгоритмического и программного обеспечения.

Приведённые в работе материалы исследований составляют важнейшую часть методики разработки и совершенствования программно-технических средств обеспечения работоспособности сельскохозяйственной техники.

Монография рассчитана на научных работников, специалистов сельского хозяйства, аспирантов и студентов аграрных вузов.

Рекомендована к печати ученым советом ГНУ СибФТИ (протокол № 8 от 13 октября 2005 г.) и объединённым научным советом СО РАСХН по инженерному обеспечению производства и переработке сельскохозяйственной продукции (протокол № 2 от 24 октября 2005 г.).

#### **Рецензенты:**

доктор технических наук А.Е. Немцев;

доктор технических наук, профессор В.М. Крохта

ISBN 5-9657-0024-5

© О.Ф. Савченко, И.П. Добролюбов, В.В. Альт, С.Н. Ольшевский, 2006

© Государственное научное учреждение Сибирский физико-технический институт аграрных проблем (ГНУ СибФТИ), 2006

© Федеральное государственное образовательное учреждение Новосибирский государственный аграрный университет (ФГОУ ВПО НГАУ), 2006

# СОДЕРЖАНИЕ

	ПРЕДИСЛОВИЕ.....	5
	ОСНОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ.....	7
	ВВЕДЕНИЕ.....	9
<i>Глава 1</i>	<b>ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ КОМПЛЕКСОВ ЭКСПЕРТИЗЫ И УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ ДВИГАТЕЛЕЙ.....</b>	<b>15</b>
	1.1. Применение CALS-технологий для оценки технического состояния ДВС.....	15
	1.2. Техническая эксплуатация в CALS-технологии ДВС.....	32
	1.3. Обоснование периодичности экспертизы .....	43
	1.4. Структура, алгоритм и характеристики систем технической экспертизы.....	51
<i>Глава 2</i>	<b>МОДЕЛИРОВАНИЕ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ .....</b>	<b>66</b>
	2.1. Выбор моделей для экспертной системы.....	66
	2.2. Моделирование ДВС как объекта экспертизы и управления.....	84
<i>Глава 3</i>	<b>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПОИСКА ИНФОРМАТИВНЫХ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ .....</b>	<b>95</b>
	3.1. Информационная ценность признаков при распознавании состояния ДВС .....	95
	3.2. Оптимизация выбора информативных признаков .....	103
	3.3. Применение предельных динамических характеристик.....	109
	3.4. Применение сигналов неравномерности вращения.....	112
	3.5. Применение сигналов автоколебаний .....	115
<i>Глава 4</i>	<b>ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭКСПЕРТИЗЫ .....</b>	<b>133</b>
	4.1. Погрешность измерения динамических характеристик объекта.....	133
	4.2. Выбор интервала дискретизации при измерении динамических характеристик объекта.....	140
	4.3. Метрологическое обеспечение спектрального анализа рабочих процессов ДВС.....	141
	4.4. Точность и достоверность измерения динамических характеристик при свободном разгоне и выбеге ДВС.....	159
	4.5. Оптимизация параметров процедуры экспертизы технического состояния ДВС по статистическому критерию.....	162
	4.6. Оптимизация процесса экспертизы по информационно-стоимостному критерию.....	165

<i>Глава 5</i>	<b>МЕТОДОЛОГИЯ НАКОПЛЕНИЯ, ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗНАНИЙ.....</b>	168
	5.1. Общая характеристика информационной сферы.....	168
	5.2. Технология инженерии знаний.....	174
	5.3. Моделирование баз данных и знаний.....	180
	5.4. Построение интерфейса пользователя.....	189
	5.5. Обоснование модульно-алгоритмического принципа формирования базы знаний.....	201
<i>Глава 6</i>	<b>ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДЛЯ НАПОЛНЕНИЯ ЗНАНИЯМИ АТК ЭУ.....</b>	210
	6.1. Экспериментальная установка .....	210
	6.2. Примеры аккумуляирования данных и знаний.....	218
<i>Глава 7</i>	<b>ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ .....</b>	229
	7.1. Обоснование структуры АТК ЭУ.....	229
	7.2. Реализация алгоритма экспертизы.....	232
	7.3. Алгоритмы извлечения диагностической измерительной информации .....	249
	7.4. Система автоматизированного мониторинга.....	255
	<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	260
	<b>ЛИТЕРАТУРА.....</b>	262