

УДК 681.518.5(075)
ББК 30.820.51я73
НЗ4

Рецензенты:

А. А. Кузнецов, д-р техн. наук, профессор,
заведующий кафедрой «Теоретическая электротехника»
Омского государственного университета путей сообщения;

Д. А. Титов, канд. техн. наук, доцент,
заведующий кафедрой «Электросвязь»
Института радиоэлектроники, сервиса и диагностики

Науменко, А. П. Теория и методы мониторинга и диагностики : учеб. пособие / А. П. Науменко, И. С. Кудрявцева ; Минобрнауки России, Ом. гос. техн. ун-т. – Омск : Изд-во ОмГТУ, 2022. – 1 CD-ROM (4,69 Мб). – Систем. требования: процессор с частотой 1,3 ГГц и выше ; 256 Мб RAM и более ; свободное место на жёстком диске 300 Мб и более ; Windows XP и выше ; разрешение экрана 1024×768 и выше ; CD/DVD-ROM дисковод ; Adobe Acrobat Reader 5.0 и выше. – Загл. с титул. экрана. – ISBN 978-5-8149-3493-2.

Рассмотрены основы технического диагностирования и теории надёжности, элементы теории и принципы построения систем мониторинга состояния техногенных объектов, а также основные методы диагностики машин, механизмов и технологических объектов нефтегазовой отрасли.

Предназначено для студентов магистратуры. Может быть полезно аспирантам, а также специалистам, работающим в области технической диагностики и мониторинга состояния.

Редактор *Е. Н. Завьялова*

Компьютерная вёрстка *О. Г. Белименко*

*Для дизайна этикетки использованы материалы
из открытых интернет-источников*

Сводный темплан 2022 г.

© ОмГТУ, 2022

Подписано к использованию 14.07.22.

Объём 4,69 Мб.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА	8
1.1. Виды технического состояния технических систем	12
1.2. Характеристики надёжности технических систем	20
1.3. Статистические показатели надёжности	28
Контрольные вопросы	34
2. ОБОБЩЁННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА	36
2.1. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЕТЕРМИНИРОВАННОГО ПРОЦЕССА ЕДИНОГО ЗАКОНА ДИНАМИКИ СТАРЕНИЯ	36
2.2. ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ДЕГРАДАЦИИ СОСТОЯНИЯ	39
2.2.1. Закономерности изнашивания деталей машин	39
2.2.2. Закономерности ползучести	42
2.2.3. Закономерности усталостного разрушения	43
2.2.4. Кривая интенсивности отказов	52
2.2.5. Вероятностная модель изменения потока (интенсивности) отказов во времени	53
2.2.6. Эмпирические кривые состояния объектов контроля (машин и механизмов)	56
2.3. БЛОК-СХЕМА ОБОБЩЁННОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТОВ	62
2.4. ОЦЕНКА ОШИБКИ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА	66
2.5. ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЯ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ	69
2.6. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА	70
2.7. СВЯЗЬ МЕЖДУ ПРИРАЩЕНИЕМ СИГНАЛА И ПРИРАЩЕНИЕМ ДЕГРАДАЦИИ	72
Контрольные вопросы	75
3. ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ	77
3.1. Методы и модели технической диагностики	77
3.2. ПАРАМЕТРЫ ТЕХНИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ	80
3.3. Характеристики параметров состояния	85
3.4. ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ВЫБОРА И ОБОСНОВАНИЯ КРИТЕРИЕВ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ	86
3.5. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ	89
Контрольные вопросы	91
4. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА	92
Контрольные вопросы	98
5. ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМ ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА	99
5.1. КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА И ДИАГНОСТИКИ	105

5.1.1. Классификация по количеству и виду используемых МНК	106
5.1.2. Классификация по типу экспертной системы	106
5.1.3. Классификация по объёму выявляемых неисправностей	107
5.1.4. Классификация по величине статической ошибки распознавания состояния оборудования	107
5.1.5. Классификация по величине динамической ошибки распознавания состояния оборудования	108
5.1.6. Классификация по риску пропуска внезапного отказа (R_6)	109
5.1.7. Классификация по числу измерительных каналов системы	109
5.1.8. Классификация по способу опроса датчиков	109
5.1.9. Классификация по архитектуре	110
5.1.10. Классификация по типу используемого анализатора сигналов	111
5.1.11. Классификация по типу индикатора состояния	111
5.1.12. Классификация по наличию и уровню диагностической сети	112
5.1.13. Классификация по типу управления	113
5.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССА СИСТЕМЫ	113
5.3. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ	116
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	117
6. ОЦЕНКА ОШИБКИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА	119
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	131
7. ОСНОВНЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ	132
7.1. ОБЗОР МЕТОДОВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ	132
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	141
7.2. ВИБРОАКУСТИЧЕСКИЙ МЕТОД ТЕХНИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ	141
7.2.1. Колебания и причины	143
7.2.2. Принципы и способы анализа сигналов	144
7.2.3. Особенности метода	145
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	147
7.3. МЕТОД АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ	148
7.3.1. Физические основы АЭ метода контроля	148
7.3.2. Аппаратура АЭ контроля	156
7.3.3. Цель АЭ контроля	160
7.3.4. Технология АЭ диагностики	160
7.3.5. Результаты АЭ контроля	164
7.3.6. Область применения АЭ метода	168
7.3.7. Основные параметры акустико-эмиссионного сигнала	169
7.3.8. Достоинства и недостатки АЭ метода	172
7.3.9. Чувствительность метода АЭ	174
7.3.10. Преобразователи АЭ	176
КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ	179
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	181
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	183