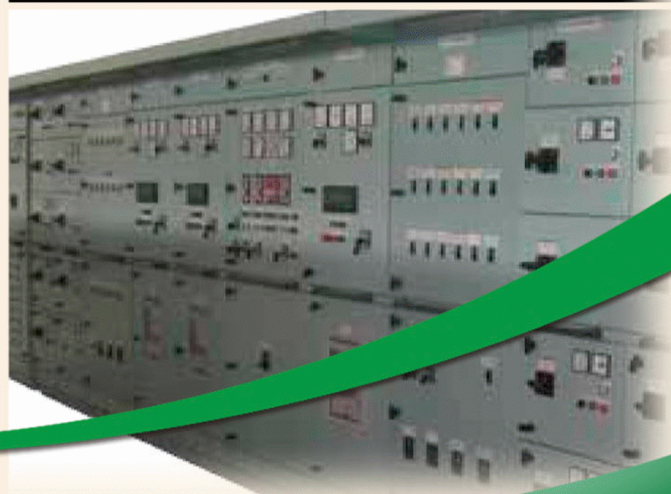
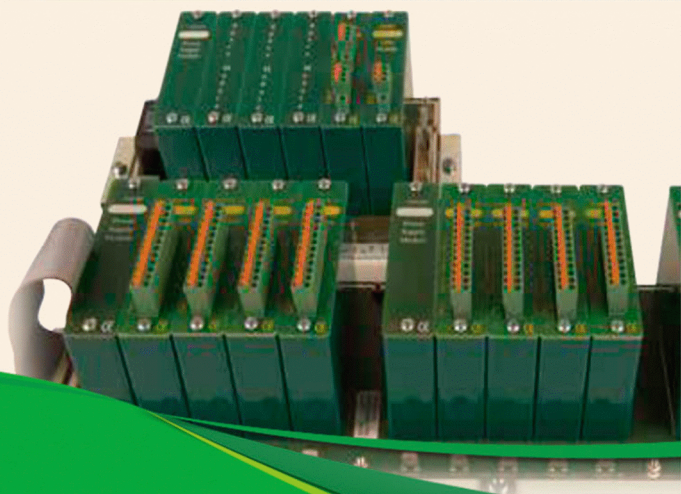
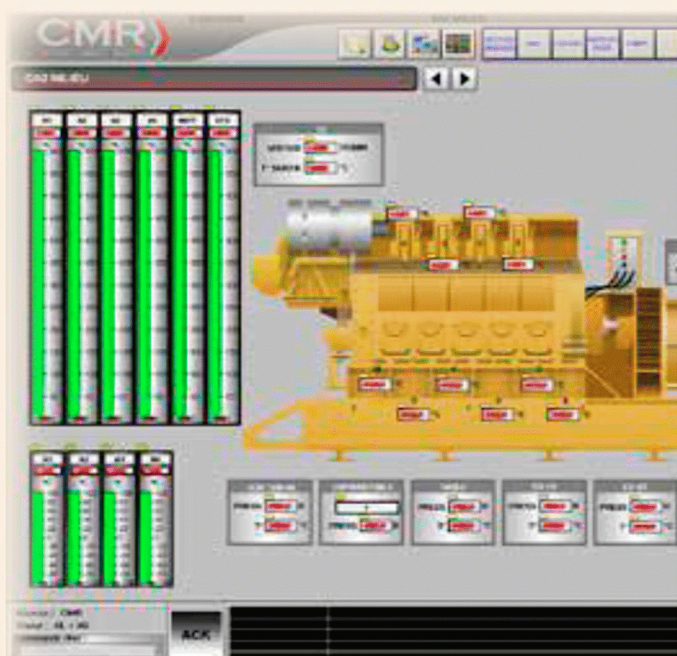




И. В. Худяков, С. А. Рожков

ПЕРВИЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ В ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ



Учебное пособие

Херсонская государственная морская академия

И. В. Худяков, С. А. Рожков

**ПЕРВИЧНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ
В СУДОВЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ
СИСТЕМАХ**

Учебное пособие

Херсон
ХГМА
2019

Рецензенты:

Рябенский В. М. – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедры теоретической электротехники и электронных систем Национального университета кораблестроения им. адм. Макарова;
Рудакова А. В. – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технической кибернетики Херсонского национального технического университета;
Манжелей В. С. – механик первого разряда

*Рекомендовано к печати Ученым советом
Херсонской государственной морской академии
(протокол № 13 от 17.05.2018 г.)*

Худяков И. В.
Х 98 Первичные преобразователи в судовых информационно-измерительных системах : учебное пособие / И. В. Худяков, С. А. Рожков. – Херсон : ХГМА, 2019. – 184 с.
ISBN 978-966-2245-51-6

Цель написания учебного пособия «Первичные преобразователи в информационно-измерительных системах» состоит в предоставлении слушателям профессиональных компетенций, теоритических знаний связанных с безопасной эксплуатацией, техническим обслуживанием и мониторингом судовых технических средств в соответствии с правилами А-III\1, А-III\2, А-III\6 Кодекса ПДНВ.

Данное учебное пособие представляет собой обзор устройства и применения современных первичных преобразователей информационно-измерительных систем, в том числе первичных преобразователей давления, температуры, параметров светового излучения, характеристик газов и жидкостей. Приведены многочисленные примеры конструкций выпускаемых преобразователей, а также схемных решений как основы автоматизации и компьютеризации различных процессов. Продемонстрированы возможности использования преобразователей в промышленности и, в частности, в судостроении.

УДК 681.51/54:629.5(075)

Оглавление

Словарь сокращений	5
Введение	7
Информационно-измерительные системы. Общие сведения	8
1. Термоэлектрические преобразователи температуры. Теория, практика, развитие	9
1.1. Преобразователи термоэлектрические, основные типы и области применения	9
2. Структура измерительной системы на базе пассивных датчиков	23
2.1. Пассивные датчики и общие характеристики схем их подключения	23
2.2. Основные типы схем	24
2.3. Потенциметрические схемы с резистивными датчиками	25
2.4. Мостовая схема с резистивным датчиком	27
2.5. Линеаризация характеристики преобразования и компенсация влияющих факторов	28
2.6. Трёх- и четырёхпроводное подключение датчика	29
3. Измерение давления в автоматизированных системах	34
3.1. Давление, его виды и единицы измерения	34
3.2. Виды измеряемых давлений	34
3.3. Системные и внесистемные единицы измерения давления	36
3.4. Классификация средств измерения давления	38
3.5. Чувствительные элементы, используемые в манометрах	39
3.6. Общепромышленные измерительные преобразователи давления	50
3.7. Установка и использование измерительных преобразователей давления в автоматизированных системах контроля и учёта энергоресурсов (АСКУЭ)	54
4. Ультразвуковые датчики для систем управления	58
4.1. Распространение звука в воздухе	58
4.2. Формирование ультразвуковых колебаний	59
4.3. Электростатический ультразвуковой преобразователь	60
4.4. Преобразователь с изгибаемыми пластинами	61
4.5. Мембранный преобразователь	61
4.6. Электронная часть датчика	64
4.7. Блок излучателя	65
4.8. Блок приёмного усилителя	65
4.9. Блок обработки и управления	66
4.10. Конструктивное исполнение	66
4.11. Непосредственное обнаружение системой с одним преобразователем	68
4.12. Непосредственное обнаружение системой с двумя отдельными преобразователями	69
4.13. Ретрорефлективный метод	69
4.14. Метод прерывания луча	70
4.15. Сравнение методов	70
5. Индуктивные датчики положения	76
5.1. Основные параметры и особенности применения	77
5.2. Способы подключения	80
5.3. Датчики обычные, встраиваемые и с расширенным диапазоном срабатывания	81
5.4. Датчики специального назначения ИД с выходом типа NAMUR	86
5.5. ИД повышенной безопасности	87

5.6. Контроль цепи датчика:	89
5.7. Конвертор сигналов типа «NAMUR»	92
5.8. ИД для применения во взрывоопасных средах	96
5.9. ИД со степенью защиты IP69K	96
5.10. ИД для работы в условиях высокого давления	97
5.11. ИД для контроля скорости	97
5.12. ИД для применения в сильных электромагнитных полях	97
5.13. Селективные датчики	99
5.14. ИД со встроенным механическим стопором	100
5.15. Аналоговые ИД	103
5.16. ИД с расширенным диапазоном рабочих температур	103
5.17. ИД для позиционеров клапанов	104
5.18. ИД для позиционеров клапанов на основе стандартных датчиков	105
5.19. Интегрированные сдвоенные ИД	106
5.20. Сдвоенные ИД для непосредственного монтажа на привод	107
5.21. Датчики с AS-интерфейсом	108
5.22. Аксессуары и принадлежности	109
6. Ультразвуковые расходомеры и система учета на их основе	112
6.1. Ультразвуковые датчики. Общие сведения. Принцип действия.	112
6.2. Ультразвуковой времяимпульсный расходомер с накладными датчиками УВР-011	117
6.3. Ультразвуковой доплеровский расходомер	122
7. Сигнализаторы изменения уровня	125
7.1. Основные типы сигнализаторов уровня	125
7.2. Ёмкостный метод определения предельного уровня	140
8. Основные типы Поворотных шифраторов. Особенности применения	146
8.1. Измерение перемещении и углов поворота	147
8.2. Абсолютные шифраторы и шифраторы приращений	150
8.3. Оптические шифраторы приращений интерферометрического типа	154
8.4. Интерферометрический метод	155
8.5. Технические требования по выбору шифраторов и их установке	157
8.6. Обработка квадратурных сигналов	159
8.7. Разъяснения по терминологии	161
8.8. К вопросу о точности	162
Приложение 1	164
Приложение 2	165
Приложение 3	171
Приложение 4	174
Приложение 5	178
Литература	179

СЛОВАРЬ СОКРАЩЕНИЙ

Обозначение	Расшифровка	Пояснение
AC	Alternate current	Переменный ток
A/D	Analog to Digital converter	Аналого-цифровой преобразователь
AND		Логическая функция «И»
ASCII	American Standard Code for Information Interchange	Американский стандартный код для обмена информацией
ASIC	Application specific integrated circuit	Специализированная интегральная схема
CCD	Charge Coupled Device	Прибор с зарядовой связью
CE	Communautés Européennes	(Евросоюз) – маркировка на приборе, обозначающая соответствие европейским стандартам
CMOS	Complementary Metal Oxide Semiconductor	КМОП-структура (комплементарная структура металл-окисел-полупроводник)
D/A	Digital to Analog converter	Цифро-аналоговый преобразователь
DC	Direct current	Постоянный ток
DIN	Deutsche Industrielle Normen	Немецкие промышленные стандарты
DPDT	Double-Pole Double-Throw	Двухполюсный переключатель на два направления (два переключающих контакта)
DPST	Double-Pole Single-Throw	Двухполюсный переключатель на одно направление (два замыкающих/размыкающих контакта)
EMC	Electromagnetic compatibility	Электромагнитная совместимость
EN	Europa Norm	Европейский стандарт
FET	Field Effect Transistor	Полевой транзистор
FM	Frequency modulation	Частотная модуляция
IEC	International Electrotechnical Commission	Международная электрическая комиссия
I/O	Input/output	Вход/выход
IP	International Protection	Степень (вид) защиты, последующие 2 цифры обозначают степень защиты от проникновения твердых тел и воды
ISO	International Standard Organisation	Международная организация по стандартизации
LED	Light Emitting Diode	Светодиод
NAMUR	Normenarbeitsgemeinschaft für Meß- und Regelungstechnik	Объединённый комитет по технике измерений и авторегулирования. Сокращение используется для 2-х проводных датчиков, работающих с переключающими усилителями, имеющими искробезопасные входные цепи
NAND		Логическая функция «И-НЕ»
NC	Normally Closed	Нормально закрытый
NO	Normally Open	Нормально открытый
NOR		Логическая функция «ИЛИ-НЕ»

OEM	Original Equipment Manufacturer	Производитель оригинального оборудования
PA	Polyamide	Полиамид
PC	Polycarbonate	Поликарбонат
PCM	Pulse code modulation	Импульсно-кодовая модуляция
PLC	Programmable Logic Controller	Программируемый логический контроллер
RoHS	Restriction of Hazardous Substances	Ограничения содержания вредных веществ в электрических и электронных приборах, действующие в Европе в соответствии с директивой 2002/95/EG
PTFE	Polytetrafluoroethylene	Политетрафторэтилен (тефлон)
PUR	Polyurethane	Полиуретан
PVC	Polyvinyl chloride	Поливинилхлорид (ПВХ)
PWM	Pulse Width Modulation	Широтно-импульсная модуляция
QD	Quick disconnect	Быстроразъемное соединение
SMD	Surface-mounted device	Компонент для поверхностного монтажа
SPDT	Single-Pole Double-Throw	Однополюсный переключатель на два направления (один переключающий контакт)
SPST	Single-Pole Single-Throw	Однополюсный переключатель на одно направление (один замыкающий/размыкающий контакт)
TTL	Transistor Transistor Logic	Транзисторно-транзисторная логика, цифровые схемы на биполярных транзисторах
UL	Underwriters laboratory, Inc	Аккредитованная организация испытания оборудования, продаваемого в США. Наличие маркировки «UL» говорит о соответствии стандартам США
VDE	Verband Deutscher Elektrotechniker	Общество немецких электротехников
XOR		Логическая функция «исключающее ИЛИ»

ВВЕДЕНИЕ

Информационно-измерительная техника (ИИТ) – предназначена для получения опытным путем количественно определенной информации об объектах. Основными процессами, позволяющими получить такую информацию, являются обнаружение событий, процессы счета, измерения, контроля, диагностики.

Измерение – нахождение значения физической величины опытным путем с помощью специальных технических средств. В процессе измерения получается численное отношение между измеряемой величиной и некоторым значением, принятым за единицу сравнения.

Под контролем понимается установление соответствия между состоянием (свойством) объекта контроля и заданной нормой, определяющей качественно различные области его состояния. В результате контроля выдается суждение о состоянии объекта контроля.

Во многих случаях для восстановления нормальной работы объекта необходимо выявить элементы, послужившие причиной его неправильного функционирования. Такое направление развития методов и средств контроля работы технических устройств называется технической диагностикой.

Счет, т.е. определение количества каких-либо событий или предметов, в ИИТ относительно редко имеет самостоятельное значение и чаще входит составяющей в процессы измерения, контроля и т.д.

Все перечисленные процессы включают восприятие техническими средствами исследуемых (измеряемых, контролируемых) величин, часто с преобразованием в некоторые промежуточные величины, сравнение их опытным путем с известными величинами, с описаниями состояний или свойств объектов, формирование и выдачу результатов в виде именованных чисел, их отношений, суждений, основанных на количественных соотношениях.

Учебное пособие предназначено для подготовки специалистов образовательного уровня «бакалавр» в области знаний 0701 «Транспорт и транспортная инфраструктура», направления подготовки 6.070104 «Морской и речной транспорт», профессионального направления «Эксплуатация электрооборудования и автоматики судов» и «Эксплуатация судовой энергетической установки» на базе полного общего среднего образования. Данное пособие создано в соответствии с Кодексом подготовки и дипломирования моряков и несения вахты (Раздел А III \ 1, А III \ 2, А III \ 6) и IMO MODEL COURSE, 7.02 старший и второй механик, 7.04 вахтенный механик, 7.08 офицер электротехник.

Мета написання навчального посібника «Первинні перетворювачі в інформаційно-вимірювальних системах» полягає в наданні слухачам професійних компетенцій, теоритичних знань пов'язаних з безпечною експлуатацією, технічним обслуговуванням і моніторингом судових технічних засобів відповідно до правил А-III \ 1, А-III \ 2, А-III \ 6 Кодексу ПДНВ.

Даний навчальний посібник є оглядом пристрою та застосування сучасних первинних перетворювачів інформаційно-вимірювальних систем, зокрема первинних перетворювачів тиску, температури, параметрів світлового випромінювання, характеристик газів і рідин. Наведено численні приклади конструкцій випускаються перетворювачів, а також схемних рішень як основи автоматизації та комп'ютеризації різних процесів. Продемонстровано можливості використання перетворювачів у промисловості і, зокрема, в суднобудуванні.

Навчальне видання

Худяков Ігорь Владімірович
Рожков Сергей Александрович

Первинні перетворювачі в судових інформаційно-вимірювальних системах

Навчальний посібник

(рос. мова)

Відповідальний за випуск Р. Є. Врублевський
Технічний редактор Т. О. Радул
Друк, фальцювальню-палітурні роботи В. Г. Удов

Формат 60x84/16. Папір офсетний.
Ум. друк. арк. 11,5
Підписано до друку року
05.06.2018 Тираж 50 примірників.
Зам. 51

Видавництво
Херсонська державна морська академія,
просп. Ушакова, 20, м. Херсон, 73000
Тел.: 49-20-20
Ел. адреса: rvv@ksma.ks.ua

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої
справи до Державного реєстру
ДК № 4319 від 10.05.2012