

УДК 658.512.011.56(075)
ББК 32.965я7
Г14

*Печатается по решению редакционно-издательского совета
Казанского национального исследовательского технологического университета*

Рецензенты:

*д-р техн. наук, проф. К. Х. Гильфанов
канд. техн. наук, доц. С. А. Терентьев*

Гайнуллин Р. Н.

Г14 Измерение основных параметров технологических процессов : учебно-методическое пособие / Р. Н. Гайнуллин, А. Р. Герке, А. В. Лира; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2020. – 128 с.

ISBN 978-5-7882-2930-0

Рассмотрены основные теоретические сведения в области измерения основных параметров технологических процессов, включая методы проведения проверок средств измерений. Приведено описание экспериментальных установок, изложен порядок проведения лабораторных работ.

Предназначено для студентов всех форм обучения, обучающихся по специальности 18.05.01 и по направлениям бакалавриата 09.03.01, 13.03.01, 14.03.01, 15.03.02, 16.03.03, 18.03.01, 18.03.02, 19.03.01, 19.03.02, 19.03.03, 19.03.04, 20.03.01, 21.03.01, 22.03.01, 27.03.01, 27.03.03, 27.03.04, 28.03.02, при изучении ими следующих дисциплин: «Управление техническими системами», «Системы управления технологическими процессами», «Системы управления технологическими процессами и информационные технологии», «Системы управления химико-технологическими процессами», «Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов», «Автоматизация и управление технологическими процессами», «Автоматизированные системы управления», «Автоматизированные системы управления технологическими процессами», «Основы автоматизации технологических процессов нефтегазового производства», «Технологические измерения и приборы» и «Технические измерения и приборы».

Подготовлено на кафедре автоматизированных систем сбора и обработки информации.

**УДК 658.512.011.56(075)
ББК 32.965я7**

ISBN 978-5-7882-2930-0 © Гайнуллин Р. Н., Герке А. Р., Лира А. В., 2020
© Казанский национальный исследовательский
технологический университет, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
ИЗМЕРЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ.....	7
Жидкостные манометры	9
Деформационные приборы.....	11
Манометры с одновитковой трубчатой пружиной.....	12
Грузопоршневые манометры.....	13
Электрические манометры	15
Емкостной манометр	15
Пьезоэлектрический датчик давления.....	17
Тензорезисторные и пьезорезистивные датчики давления	18
Частотно-резонансный датчик давления.....	21
Интеллектуальные преобразователи давления.....	24
Методы и средства поверки манометров	25
<i>Лабораторная работа. ИЗМЕРЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ.....</i>	<i>28</i>
ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕРМОПАРАМИ.....	34
Требования к материалам для изготовления термоэлектрических преобразователей (термопар)	35
Конструкция термопар	36
Виды стандартных термопар и диапазоны измеряемых температур.....	37
Удлиняющие провода	40
Способы компенсации изменения температуры холодных спаев термопары.....	40
Схема автоматического введения поправки на температуру холодных спаев	41

Преобразователи термоэлектрические с унифицированным токовым выходным сигналом	42
Измерительные (вторичные) приборы, применяемые в комплекте с термопарами	43
Принцип действия магнитоэлектрического милливольтметра.....	44
Потенциометр	45
Достоинства термоэлектрических термометров	46
<i>Лабораторная работа. ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ТЕРМОПАРАМИ</i>	<i>47</i>
ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ СОПРОТИВЛЕНИЯ.....	53
<i>Лабораторная работа. ИЗМЕРЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ТЕРМОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМИ СОПРОТИВЛЕНИЯ.....</i>	<i>63</i>
МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА.....	69
Метод переменного перепада давления	69
Расходомеры постоянного перепада давления	72
Тахометрические расходомеры и счетчики	75
Электромагнитные расходомеры	77
Кориолисовы расходомеры	79
Вихревые расходомеры.....	83
Акустические (ультразвуковые) расходомеры	84
Градуировочная характеристика средств измерения.....	87
<i>Лабораторная работа. МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА</i>	<i>89</i>
ИЗМЕРЕНИЕ УРОВНЯ ЖИДКИХ И СЫПУЧИХ СРЕД.....	98
Приборы и преобразователи для измерения уровня	98
Уровнемеры с визуальным отсчетом.....	99

Поплавковые и буйковые уровнемеры	99
Гидростатические уровнемеры	322
Электрические уровнемеры	102
Акустические ультразвуковые уровнемеры	103
Радиоизотопные уровнемеры	105
Радарные (микроволновой радиолокации) уровнемеры	106
Ротационные датчики уровня	108
Вибрационные датчики уровня	109
Лотовые уровнемеры	110
Градуировочная характеристика уровнемера	111
<i>Лабораторная работа. ИЗМЕРЕНИЕ УРОВНЯ</i>	112
ЛИТЕРАТУРА	118
Приложение	119