

УДК 658.011.56:665.6(075)
ББК 32.965:35.514я7
К89

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

*Рецензенты:
д-р техн. наук, проф. К. Х. Гильфанов
канд. техн. наук Н. А. Николаев*

Кузьмин В. В.

К89 Технические средства автоматизации узлов коммерческого учета нефти, нефтепродуктов и природного газа : учебное пособие / В. В. Кузьмин, А. В. Чупаев, А. Н. Ахмерова; Минобрнауки России, Казан. нац. исслед. технол. ун-т. – Казань : Изд-во КНИТУ, 2020. – 252 с.

ISBN 978-5-7882-2834-1

Рассматриваются нормативные требования к современным узлам коммерческого учета нефти, нефтепродуктов и природного газа, варианты схем их исполнения и аппаратный состав для реализации динамических и статических режимов функционирования. Описаны физические принципы работы, устройство и условия применения рекомендуемых для их комплектации технических средств.

Предназначено инженерно-техническим работникам, обучающимся по программам дополнительного образования, а также магистрантам направлений подготовки 27.04.04 «Управление в технических системах» и 15.04.04 «Автоматизация технологических процессов и производств».

Подготовлено на кафедре систем автоматизации и управления технологическими процессами.

**УДК 658.011.56:665.6(075)
ББК 32.965:35.514я7**

ISBN 978-5-7882-2834-1

© Кузьмин В. В., Чупаев А. В.,
Ахмерова А. Н., 2020

© Казанский национальный исследовательский
технологический университет, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ ОБ УСТРОЙСТВЕ УЗЛОВ КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА НЕФТИ, НЕФТЕПРОДУКТОВ И ПРИРОДНОГО ГАЗА.....	6
1.1. Блок измерительных линий.....	8
1.2. Блок контроля параметров качества.....	17
1.3. Блок фильтров.....	28
1.4. Блок рабочих эталонов расхода.....	30
1.5. Система обработки информации и управления(oooooooo)	34
1.6. Особенности статических методов измерения массы нефтей и нефтепродуктов при коммерческом учете.....	36
2. СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ УЗЛОВ УЧЕТА ЖИДКИХ И ГАЗООБРАЗНЫХ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ.....	38
2.1. Средства измерения расхода.....	38
2.1.1. Расходомеры переменного перепада давления с сужающим устройств м	41
2.1.2. Расходомеры переменного перепада давления с напорными трубами.....	51
2.1.3. Массовые кориолисовы расходомеры.....	57
2.1.4. Вихревые расходомеры.....	61
2.1.5. Акустические (ультразвуковые) расходомеры.....	69
2.1.6. Тахометрические расходомеры-счетчики.....	81
2.2. Средства измерения давления.....	89
2.2.1. Потенциометрические датчики.....	98
2.2.2. Индуктивные датчики.....	99
2.2.3. Емкостные датчики.....	102
2.2.4. Тензорезистивные (пьезорезистивные) датчики.....	106
2.2.5. Частотно-резонансные датчики.....	110
2.2.6. Условия правильного выбора и эксплуатации средств измерения давления.....	112
2.3. Средства измерения температуры.....	113
2.3.1. Датчики, основанные на эффекте теплового расширения термометрических веществ.....	115
2.3.2. Датчики на основе терморезистивных преобразователей.....	118
2.3.3. Датчики на основе термоэлектрических преобразователей....	124
2.3.4. Универсальный микропроцессорный преобразователь серии УТА.....	129

2.3.5. Диодные преобразователи температуры.....	132
2.3.6. Условия правильного выбора и эксплуатации средств измерения температуры.....	133
2.4. Средства измерения уровня в емкостях хранения и мерных емкостях.....	135
2.4.1. Поплавковые и буйковые уровнемеры.....	135
2.4.2. Гидростатические уровнемеры.....	138
2.4.3. Емкостные уровнемеры.....	140
2.4.4. Кондуктометрические уровнемеры.....	146
2.4.5. Акустические уровнемеры.....	148
2.5. " средства измерения параметров качества и состава жидких газообразных веществ.....	156
2.5.1. Измерение вязкости.....	156
2.5.1.1. Капиллярные вискозиметры.....	158
2.5.1.2. Вискозиметры с падающим шариком.....	163
2.5.1.3. Вискозиметры ротационного типа.....	165
2.5.1.4. Вибрационные вискозиметры.....	169
2.5.2. Измерение плотности.....	172
2.5.2.1. Ареометрический и пикнометрический плотномеры.....	173
2.5.2.2. Гидростатические плотномеры.....	177
2.5.2.3. Газодинамические плотномеры.....	179
2.5.2.4. Вибрационные плотномеры.....	182
2.5.2.5. Ультразвуковые плотномеры.....	189
2.6. Хроматография.....	193
2.7. Средства оперативного измерения влажности.....	216
2.7.1. Диэлькометрические влагомеры.....	216
2.7.2. Оптические влагомеры.....	218
2.7.3. Микроволновые влагомеры.....	219
2.7.4. Анализаторы точки росы.....	223
2.7.5. Кулонометрические влагомеры.....	226
2.7.6. Емкостные анализаторы на основе Al_2O_3 или SiO_2	229
2.7.7. Влагомеры, построенные на основе пьезокристалла (пьезосорбционные гигрометры)	231
3. ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ.....	234
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	244
ПРИЛОЖЕНИЕ	248