

# **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СВОЙСТВ УГЛЕВОДОРОДОВ**

Под общей редакцией **Ю.Д. ЗЕМЕНКОВА**

Рекомендовано  
Экспертным советом УМО в системе ВО и СПО  
в качестве **учебного пособия** для направлений  
бакалавриата и магистратуры «Нефтегазовое дело»  
и специальностей «Физические процессы горного  
или нефтегазового производства»,  
«Нефтегазовая техника и технологии»

УДК 665.6/.7+622.32(075.8)  
ББК 24.23+35.61+35.514я73  
Т38

**Рецензенты:**

**С.Ю. Удовиченко**, проф. кафедры прикладной и технической физики Тюменского государственного университета, руководитель Научно-образовательного центра «Нанотехнологии» ТюмГУ, д-р физ.-мат. наук,

**М.Н. Чекардовский**, проф. кафедры инженерных систем и сооружений Тюменского индустриального университета, д-р техн. наук, доц.

**Авторы:**

Ю.Д. Земенков, А.М. Короленок, В.В. Серeda, Г.Г. Васильев, В.В. Шалай, А.А. Гладенко, С.Ю. Подорожников, Н.Н. Гришин, С.Н. Волгин, И.Н. Квасов, М.А. Александров, М.Ю. Земенкова, Е.Л. Чижевская, В.В. Голик, П.Ф. Сильницкий

**Т38** **Технологический мониторинг свойств углеводородов** : учебное пособие / коллектив авторов ; под общ. ред. Ю.Д. Земенкова. — Москва : КНОРУС, 2021. — 374 с. — (Бакалавриат, магистратура и специалитет).

**ISBN 978-5-406-09434-1**

В учебном пособии изложены свойства углеводородосодержащих веществ, состав нефти и нефтепродуктов, требования к их качеству. Уделено внимание вопросам хранения нефти и нефтепродуктов, их количественного учета на объектах хранения, включая обзор отечественных систем учета, а также зарубежного опыта товарно-учетных операций. Рассмотрены мероприятия по сохранению качества нефти и нефтепродуктов. Систематизирована и обобщена информация о методах контроля производственных опасностей и охраны окружающей среды при транспорте и хранении углеводородов.

Соответствует ФГОС ВО последнего поколения.

*Для специалистов нефтегазовой отрасли, сотрудников научно-исследовательских организаций, профессорско-преподавательского состава, аспирантов, обучающихся уровней бакалавриата, специалитета, магистратуры, слушателей дополнительных образовательных программ отраслевых учебных заведений.*

УДК 665.6/.7+622.32(075.8)  
ББК 24.23+35.61+35.514я73

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ  
СВОЙСТВ УГЛЕВОДОРОДОВ**

Изд. № 644417. Подписано в печать 11.11.2021. Формат 60×84/16.

Гарнитура «Newton». Печать офсетная.

Усл. печ. л. 23,5. Уч.-изд. л. 20,3. Тираж 500 экз.

ООО «Издательство «КноРус».

117218, г. Москва, ул. Кедрова, д. 14, корп. 2.

Тел.: +7 (495) 741-46-28.

E-mail: welcome@knorus.ru www.knorus.ru

Отпечатано в АО «Т8 Издательские Технологии».

109316, г. Москва, Волгоградский проспект, д. 42, корп. 5.

Тел.: +7 (495) 221-89-80.

© Коллектив авторов, 2021

© ООО «Издательство «КноРус»,  
оформление, 2021

**ISBN 978-5-406-09434-1**

# ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |     |
|---|-----|
| Авторский коллектив.....  | 6   |
| Введение.....   | 8   |
| <b>Глава 1. СВОЙСТВА УГЛЕВОДОРОДОСОДЕРЖАЩИХ ВЕЩЕСТВ<br/>И МЕТОДЫ ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ</b> .....               | 15  |
| 1.1. Состав, свойства и классификация нефтей.....   | 15  |
| 1.2. Общая классификация и эксплуатационные свойства<br>нефтепродуктов.....                             | 19  |
| 1.3. Некоторые физические свойства нефти и нефтепродуктов<br>и методы их определения.....               | 34  |
| 1.3.1. Фракционный состав.....  | 35  |
| 1.3.2. Плотность.....   | 47  |
| 1.3.3. Вязкость.....  | 53  |
| 1.3.4. Давление насыщенных паров (ДНП).....   | 69  |
| 1.3.5. Испаряемость.....  | 73  |
| 1.3.6. Теплофизические свойства ГСМ.....  | 78  |
| <b>Глава 2. СОСТАВ И ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ<br/>НЕФТЕПРОДУКТОВ</b> .....                                 | 84  |
| 2.1. Топлива моторные и котельные.....  | 84  |
| 2.1.1. Бензины авиационные и автомобильные.....   | 84  |
| 2.1.2. Авиационные керосины.....  | 89  |
| 2.1.3. Топлива дизельные.....   | 94  |
| 2.1.4. Топлива газотурбинные.....   | 98  |
| 2.2. Топлива котельные и судовые.....   | 99  |
| 2.3. Масла смазочные.....   | 103 |
| 2.3.1. Масла моторные.....  | 104 |
| 2.3.2. Масла авиационные.....   | 105 |
| 2.3.3. Масла цилиндровые и циркуляционные.....  | 106 |
| 2.3.4. Масла трансмиссионные и гидравлические.....  | 107 |
| 2.3.5. Масла индустриальные и энергетические.....   | 109 |
| 2.3.6. Масла приборные.....   | 113 |
| 2.4. Жидкости тормозные и охлаждающие.....  | 114 |
| 2.5. Смазки пластичные.....   | 116 |
| <b>Глава 3. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ УЧЕТ НА ОБЪЕКТАХ ХРАНЕНИЯ<br/>НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ</b> .....               | 119 |
| 3.1. Технологические процессы количественного учета на объектах<br>хранения нефти и нефтепродуктов..... | 119 |
| 3.2. Методы количественного учета нефти и нефтепродуктов.....   | 122 |



|   |     |
|---|-----|
| 3.2.1. Основные способы измерения больших масс<br>нефтепродуктов и нефти .....  | 122 |
| 3.2.2. Тензометрический способ.....   | 122 |
| 3.2.3. Объемно-весовой способ .....   | 123 |
| 3.2.4. Гравиметрический способ.....   | 127 |
| 3.2.5. Пьезометрический способ.....   | 128 |
| 3.3. Средства и методика измерений нефти и нефтепродуктов.....  | 129 |
| 3.3.1. Объемно-массовый метод измерений .....   | 129 |
| 3.3.2. Массовый метод измерений .....   | 137 |
| 3.3.3. Объемный метод измерений .....   | 139 |
| 3.3.4. Гидростатический (пьезометрический) метод измерения....  | 140 |
| 3.3.5. Измерение вместимости резервуара для составления<br>калибровочных таблиц .....   | 143 |
| 3.4. Учет расхода нефтепродуктов и статистическая отчетность<br>на нефтебазах .....   | 148 |
| 3.5. Аппаратура коммерческого пьезометрического учета нефти<br>и нефтепродуктов.....  | 153 |
| 3.5.1. Информационно-измерительные системы коммерческого<br>учета «Радиус» и «Квант» .....  | 153 |
| 3.5.2. Система КОР-ВОЛ .....  | 159 |
| 3.6. Монтаж приборов измерения уровня .....   | 166 |
| 3.7. Автоматизированные системы управления резервуарными<br>парками .....   | 167 |
| 3.8. Условия приема и поставки нефти и учет ее количества<br>на нефтепроводе .....  | 169 |
| 3.9. Измерение количества нефти и нефтепродуктов на потоке .....  | 171 |
| 3.9.1. Типы используемых счетчиков.....   | 171 |
| 3.9.2. Средства для безрезервуарного товарного учета нефти<br>и нефтепродуктов .....  | 174 |
| 3.9.3. Система КОР-МАС .....  | 178 |
| 3.10. Зарубежный опыт проведения товарно-учетных операций.....  | 179 |
| 3.10.1. Учет нефтепродуктов на нефтебазах Великобритании.....   | 179 |
| 3.10.2. Ошибки измерений<br>при товарно-учетных операциях .....   | 182 |
| 3.10.3. Обработка документации на отпущенные нефтепродукты<br>в США.....  | 184 |
| 3.10.4. Отдельные примеры и сведения об устройствах и методах<br>измерения количества нефти в резервуарах и на потоке<br>для КУ и ОУ..... | 186 |

**Глава 4. ПРОБЛЕМЫ ХРАНЕНИЯ НЕФТЕЙ  
И НЕФТЕПРОДУКТОВ .....** 202

|  |     |
|--|-----|
| 4.1. Показатели качества нефтепродуктов .....                      | 202 |
| 4.1.1. Ассортимент нефтепродуктов.....                             | 202 |
| 4.1.2. Эксплуатационные требования, предъявляемые к топливам ..... | 203 |

|   |            |
|---|------------|
| 4.1.3. Показатели качества бензинов.....  | 204        |
| 4.1.4. Топлива дизельные .....  | 208        |
| 4.1.5. Показатели качества смазочных материалов.....                                      | 210        |
| 4.1.6. Рабочие жидкости для гидросистем.....  | 218        |
| 4.1.7. Нефтепродукты различного назначения .....  | 221        |
| 4.2. Изменение качества топлива и смазочных материалов .....                              | 225        |
| 4.2.1. Причины изменения качества нефтепродуктов.....                                     | 226        |
| 4.3. Сохранение качества нефти и нефтепродуктов.....                                      | 239        |
| 4.3.1. Правила хранения нефтепродуктов.....   | 239        |
| 4.3.2. Нормы естественной убыли нефтепродуктов .....                                      | 244        |
| 4.3.3. Специальные мероприятия по сохранению качества<br>нефтепродуктов .....             | 254        |
| 4.4. Восстановление качества нефти и нефтепродуктов.....                                  | 260        |
| 4.5. Контроль качества нефтепродуктов.....  | 267        |
| <b>Глава 5. КОНТРОЛЬ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОПАСНОСТЕЙ<br/>И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....</b>   | <b>270</b> |
| 5.1. Опасные и вредные производственные факторы.....                                      | 270        |
| 5.2. Опасные свойства углеводородных смесей .....   | 278        |
| 5.3. Выбросы углеводородов при их транспорте и хранении.....                              | 296        |
| 5.4. Проблемы мониторинга при эксплуатации трубопроводов .....                            | 301        |
| 5.4.1. Проблемы мониторинга природной среды .....   | 303        |
| 5.4.2. Понятия и термины экологической безопасности .....                                 | 304        |
| 5.5. Контроль за загрязнениями при эксплуатации магистральных<br>нефтепроводов .....      | 312        |
| 5.5.1. Загрязнение водных участков .....  | 312        |
| 5.5.2. Загрязнения почвенно-растительного слоя Земли .....                                | 324        |
| 5.5.3. Методы расчета выбросов углеводородов в атмосферу .....                            | 334        |
| 5.6. Проблемы охраны окружающей среды.....  | 338        |
| 5.6.1. Законодательство Российской Федерации о защите<br>окружающей природной среды ..... | 338        |
| 5.6.2. Характеристика питьевой воды.....  | 340        |
| 5.6.3. Методы очистки сточных вод .....   | 343        |
| 5.6.4. Степень очистки сточных вод от нефтепродуктов.....                                 | 348        |
| 5.6.5. Методы подготовки питьевой воды.....   | 349        |
| 5.6.6. Способы сбора нефти с водной поверхности.....                                      | 350        |
| 5.6.7. Способы очистки земель от нефтяных загрязнений.....                                | 353        |
| 5.6.8. Определение объемов работ при рекультивации земель .....                           | 355        |
| 5.6.9. Источники загрязнения атмосферного воздуха на НПС<br>и меры борьбы с ними .....    | 356        |
| 5.6.10. Метод определения ущерба от загрязнения окружающей<br>среды .....                 | 356        |
| 5.6.11. Топливно-энергетический комплекс и окружающая<br>среда .....                      | 359        |
| <b>Библиографический список.....</b>  | <b>362</b> |