

М  
Е  
Т  
О  
Д  
Ы  
В  
Х  
И  
М  
И  
И

Ю. С. Другов, А. Г. Муравьев, А. А. Родин

# ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБ



ИЗДАТЕЛЬСТВО

**БИНОМ**

# Оглавление

<b>Введение</b> .....	3
<b>Глава I. Индикаторные трубки и газоопределители</b> .....	5
1. Из истории развития метода измерений индикаторными трубками .....	6
1.1. Тест-методы и задачи химического анализа воздуха .....	6
1.2. Разработка индикаторных трубок для войсковой индикации .....	6
1.3. Первые газоанализаторы для количественного анализа .....	8
1.4. Газоанализаторы серии УГ .....	9
1.5. Современные тенденции в разработке индикаторных трубок .....	13
1.6. Производство индикаторных трубок сегодня .....	14
2. Устройство и принцип действия индикаторных трубок .....	16
2.1. Устройство индикаторных трубок .....	16
2.2. Принцип действия индикаторных трубок .....	18
2.2.1. Сведения о сорбентах и порошках-наполнителях для индикаторных трубок .....	18
2.2.2. Общая схема процессов, протекающих в индикаторных трубках при анализе .....	19
2.2.3. Основные типы химических реакций, происходящих при анализе индикаторными трубками .....	21
2.2.3.1. Окислительно-восстановительные реакции .....	22
2.2.3.2. Кислотно-основные реакции .....	26
2.2.3.3. Реакции органического синтеза .....	27
2.2.3.4. Реакции ионного обмена .....	30
2.2.4. Устройство, назначение и принцип действия фильтрующих трубок .....	30
2.2.5. Сохраняемость индикаторных трубок и процессы, протекающие при хранении .....	33
3. Характеристики индикаторных трубок как средств измерения ..	34
3.1. Особенности индикаторных трубок .....	34
3.2. Метрологические характеристики индикаторных трубок .....	36
3.2.1. Погрешности индикаторных трубок и точность измерения .....	36
3.2.2. Нормируемые метрологические характеристики .....	41
3.3. Способы выражения концентрации веществ в воздухе при измерениях индикаторными трубками .....	43
3.4. Некоторые законодательные и нормативные аспекты применения индикаторных трубок .....	44
3.5. Типовые ситуации и задачи, решаемые при использовании продукции на основе индикаторных трубок .....	46
4. Воздухозаборные устройства и устройства пробоподготовки для индикаторных трубок .....	49
4.1. Общие сведения .....	49
4.2. Насос-пробоотборник НП-3М .....	52
4.3. Аспиратор сильфонный АМ-5 .....	54
4.4. Зонд пробоотборный ЗП-ГХК .....	55
5. Газоопределители и комплекты на основе индикаторных трубок ..	57
5.1. Общие сведения о комплектах, для химического анализа воздуха и других газовых сред .....	57

5.2. Газоопределители химические отечественного производства	58
5.2.1. Газоопределители для контроля источников загрязнения атмосферы	58
5.2.1.1. Газоопределители производства ЗАО «Крисмас+»	58
5.2.1.2. Газоопределители отечественного производства	61
5.2.2. Газоопределители специального назначения	61
5.3. Комплекты-лаборатории серии «Пчелка»	64
5.3.1. Комплект-лаборатория «Пчелка-Р»	64
5.3.2. Комплекты-лаборатории серии «Пчелка-У» для учебных экологических исследований	65
5.3.3. Комплектная мини-лаборатория «Пчелка-Р» для комплексного обследования химической загрязненности объектов окружающей среды в рабочей зоне	66
6. Сведения по эксплуатации индикаторных трубок и комплектов на их основе	68
6.1. Условия эксплуатации	68
6.2. Подготовка к выполнению и ход анализа	68
6.3. Применение индикаторных трубок в нестандартных условиях и приспособления, расширяющие область их применения	72
6.3.1. Измерения в условиях повышенной (пониженной) влажности	72
6.3.2. Измерения в условиях повышенной (пониженной) температуры	73
6.3.3. Измерения в условиях повышенного (пониженного) давления	74
6.3.4. Измерения в условиях повышенной запыленности	76
6.4. Хорошая практика при выполнении анализа индикаторными трубками	76
6.5. Типичные ошибки при применении индикаторных трубок	77
6.6. Техника безопасности при выполнении анализа индикаторными трубками	79
7. Характеристики некоторых индикаторных трубок производства ЗАО «Крисмас+»	82
7.1. Обозначения	82
7.2. Номенклатура	83
7.3. Внешний вид, маркировка и упаковка	84
7.4. Описания индикаторных трубок	86
Литература	106
<b>Глава II. Тест-методы химического анализа</b>	111
1. Области применения тест-методов	112
2. Классификация тест-методов	113
3. Общие требования и метрология	114
4. Химические основы тестов: реакции и реагенты	115
5. Способы использования реагентов	117
6. Каталитические реакции. Использование ферментов	118
7. Средства и приемы анализа жидких сред	118
7.1. Бумажные полоски и их аналоги	118
7.2. Концентрирование продуктов реакции	119
7.3. Индикаторные порошки	121
7.4. Индикаторные трубки	121
7.5. Таблетки и подобные им формы	122
7.6. Обычные ампулы и капельницы	124
7.7. Самонаполняющиеся ампулы	124
7.8. Наборы для титрования	125
8. Методология и области применения тест-систем	125
9. Тест-методы на основе модифицированных кремнезёмов	127

9.1. Сорбционно-атомно-абсорбционное и сорбционно-фотометрическое определение ионов металлов	129
9.2. Непрерывный проточный анализ: фотометрическое определение ионов металлов с online сорбционным концентрированием и разделением	130
9.3. Твердофазно-спектроскопическое и тест-определение неорганических и органических соединений	135
9.3.1. Индикаторные порошки	135
9.3.2. Метод индикаторных трубок	135
10. Определение загрязняющих веществ в воде	138
10.1. Методология измерений	138
11. Определение загрязнений воздуха	143
Литература	148
<b>Глава III. Инструментальные методы экспрессного экологического анализа</b>	<b>151</b>
1. Хроматографические методы	152
1.1. Портативные хроматографы	152
1.1.1. Газовые хроматографы	152
1.1.2. Компьютерная идентификация целевых соединений	165
1.1.3. Промышленные газовые хроматографы	170
1.1.4. Жидкостные хроматографы	175
1.1.5. Анализы в чрезвычайных ситуациях	185
2. Спектральные методы	196
2.1. Анализ загрязненного воздуха	198
2.2. Анализ загрязненной почвы	200
3. Электрохимические методы	207
3.1. Портативные автоматические газоанализаторы ЭЛАН	208
3.2. Передвижные экологические посты	214
4. Биологические методы	215
4.1. Микроорганизмы как аналитические индикаторы	217
4.2. Использование беспозвоночных в качестве индикаторных организмов	219
4.3. Использование позвоночных для определения микроколичеств элементов	219
4.4. Аналитические биосенсоры	220
4.4.1. Структура биосенсора	221
4.4.2. Иммуносенсоры	224
4.5. Поляризационный флуоресцентный иммуноанализ	229
5. Антиоксидантная активность	233
Литература	234
<b>Глава IV. Определение показателей качества воды полевыми методами</b>	<b>237</b>
1. О полевых методах анализа и портативности в гидрохимических измерениях	238
2. Методы определения показателей качества воды и особенности их применения	242
2.1. Характеристики методов определения показателей качества воды	242
2.2. Условия применения полевых методов при анализе	243
2.3. Особенности применения методов и выполнения операций	246
2.4. О способах выражения концентраций веществ в растворах	251
3. Погрешности при измерениях концентраций веществ в растворах	254
3.1. Неопределенности и погрешности измерений	254
3.2. Факторы, определяющие точность анализа	256
3.3. Хорошая практика при анализах воды полевыми методами	258
4. Меры безопасности при выполнении анализов	259
4.1. Факторы опасности	259
4.2. Общие правила безопасной работы	260
4.3. Правила работы с едкими веществами и растворами	261
4.4. Правила работы с растворителями	262

5. Отбор проб воды и их консервация .....	263
6. Показатели качества воды и их определение .....	269
6.1. Органолептические показатели .....	270
6.1.1. Цветность .....	271
6.1.2. Запах .....	274
6.1.3. Вкус и привкус .....	276
6.1.4. Мутность и прозрачность .....	277
6.1.5. Пенистость .....	281
6.2. Общие и суммарные показатели .....	281
6.2.1. Температура .....	281
6.2.2. Водородный показатель (рН) .....	283
6.2.3. Щелочность и кислотность .....	284
6.2.4. Растворенный кислород .....	286
6.2.5. Биохимическое потребление кислорода (БПК) .....	295
6.2.6. Окисляемость — химическое потребление кислорода (ХПК) .....	300
6.2.6.1. Определение бихроматной окисляемости ускоренным методом .....	304
6.2.6.2. Перманганатная окисляемость (метод Кубеля) ..	308
6.3. Минеральный состав .....	310
6.3.1. Карбонаты, гидрокарбонаты, карбонатная жесткость и щелочность .....	312
6.3.2. Сульфаты .....	318
6.3.3. Хлориды .....	321
6.3.4. Сухой остаток .....	322
6.3.5. Общая жесткость, кальций и магний .....	324
6.3.6. Натрий и калий .....	329
6.3.7. Общее солесодержание .....	329
6.4. Биогенные элементы .....	329
6.4.1. Аммоний .....	330
6.4.2. Нитраты .....	332
6.4.3. Нитриты .....	335
6.4.4. Фосфаты и общий фосфор .....	337
6.5. Металлы .....	344
6.5.1. Железо общее .....	344
6.5.2. Сумма тяжелых металлов .....	347
6.5.3. Алюминий .....	353
6.6. Некоторые важнейшие показатели .....	357
6.6.1. Фтор (фториды) .....	357
6.6.2. Хлор активный .....	359
6.6.3. Нефтепродукты .....	363
6.6.4. Поверхностно-активные вещества, анионоактивные ..	368
6.6.5. Фенолы .....	372
6.7. Тест-системы для контроля водных растворов .....	377
6.8. Полевые комплектные лаборатории «НКВ» с комплектами пополнения .....	380
7. Интегральная и комплексная оценка качества воды .....	385
Литература .....	391
<b>Приложение 1.</b> Подготовка контрольных шкал образцов окраски для визуального колориметрирования .....	394
<b>Приложение 2.</b> Протокол исследования качества воды .....	408
<b>Приложение 3.</b> Подготовка реагентов и растворов для анализа ..	409
<b>Приложение 4.</b> Комплексный подход к оснащению отраслевых, научных и учебных лабораторий .....	420



**Другов Юрий Степанович** – доктор химических наук, член-корр. Петровской академии наук и искусств, член Научного совета по аналитической химии РАН, член Научного совета по адсорбции и хроматографии РАН, председатель комиссии по анализу объектов окружающей среды при Научном совете по аналитической химии РАН. Награжден медалью имени М. С. Цвета «За развитие хроматографии». Научные интересы: методология газохроматографического анализа газов и неорганических веществ, теория и практика газохроматографической идентификации загрязнений природной среды.

Автор более 200 научных статей и 28 монографий в области экологической аналитической химии, опубликованных в СССР, в России и за рубежом.



**Муравьев Александр Григорьевич** – кандидат химических наук, директор производственно-лабораторного комплекса ЗАО «Крисмас+», руководитель учебного центра ЗАО «Крисмас+» и регионального органа по сертификации системы «УЧСЕРТ» РАО. Ведущий разработчик портативных химических комплектных лабораторий, тест-комплектов и мини-экспресс-лабораторий. Научные интересы: методы экспресс-анализа, технология производства средств химического экспресс-контроля, методическое обеспечение их практического применения.

Автор более 100 публикаций в отечественных и зарубежных изданиях, в том числе 12 книг, 15 изобретений и патентов.



**Родин Александр Александрович** – кандидат химических наук, заведующий лабораторией и советник генерального директора ФГУП РНЦ «Прикладная химия» (ГИПХ, Санкт-Петербург), генеральный директор ООО «Приборлаб». Научные интересы: технология синтеза озонобезопасных фреонов, методология и практика экологической аналитической химии.

Автор более 100 научных статей и 18 монографий по вопросам синтеза фреонов и хроматографического анализа загрязнений природной среды.

ISBN 978-5-9963-0119-5



9 785996 301195