

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ СССР

---

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ  
В ВОЗДУХЕ**

**Выпуск XIX**

Москва, 1984 г.

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ СССР

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ

Москва, 1963 г.

Сборник методических указаний составлен методической секцией по промышленно-санитарной химии при проблемной комиссии "Научные основы гигиены труда и профессиональной патологии".

Настоящие методические указания распространяются на определение содержания вредных веществ в воздухе промышленных помещений при санитарном контроле.

### ВЫПУСК XIX

Редакционная коллегия: Кузьминых А.И., Македонская Р.Н.,  
Овечкин В.Г.

Л-79263 от 28.10.83г. Зав. 1943 Тир. 1000

Типография Министерства Здравоохранения СССР.

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Главного  
государственного  
санитарного врача СССР

*А.И.ЗАИЧЕНКО*  
"06" 02.1983 г.

№ 2906-83

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
ПО ПОЛЯРОГРАФИЧЕСКОМУ ИЗМЕРЕНИЮ КОНЦЕНТРАЦИИ СВИНЦА, ОЛОВА,  
МЕДИ И КАДМИЯ ПРИ СОВМЕСТНОМ ПРИСУТСТВИИ  
В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

Физические свойства компонентов

наименование	хим. сим- вол	плот- ность	т.плав. °C	т.кип. °C	Раствори- мость
Свинец	Pb	207,2	II,34	327,3	1751
Олово	Sn	II8,6	5,75- 7,28	231,9	2600
меди	Cu	63,54	8,92	1083,0	2580
кадмий	Cd	II2,4	8,64	321,0	767

I. Характеристика метода

Определение основано на восстановлении ионов свинца, олова, меди и кадмия на ртутно-кальевом электроде на фоне 2%-ного раствора щавелевой кислоты при потенциале восстановления пиков: свинца = -0,68 в, меди = -0,36 в, олова = -0,74 в, кадмия = -0,84 (по отношению к донной ртути).

Отбор проб проводится с концентрированием на фильтр.

Предел измерения в анализируемом объеме пробы: свинца - 0,01 мкг/мл, олова - 0,05 мкг/мл, меди - 0,003 мкг/мл, кадмия - 0,01 мкг/мл.

Предел измерения в воздухе: свинца - 0,002 мг/м<sup>3</sup>, меди - 0,0006 мг/м<sup>3</sup>, олова - 0,01 мг/м<sup>3</sup>, кадмия - 0,002 мг/м<sup>3</sup> (при отборе

30 л воздуха).

Диапазон измеряемых концентраций в воздухе: 0,002 мг/м<sup>3</sup> - 0,02 мг/м<sup>3</sup> свинца, 0,0006 - 0,002 мг/м<sup>3</sup> меди, 0,01 - 0,1 мг/м<sup>3</sup> олова, 0,002 - 0,02 мг/м<sup>3</sup> кадмия при диапазоне тока 0,5.

Граница суммарной погрешности измерения не превышает  $\pm 25\%$ .

Предельно допустимая концентрация свинца - 0,01 мг/м<sup>3</sup>, меди - 1,0 мг/м<sup>3</sup>, кадмия окиси - 0,01 мг/м<sup>3</sup>, олова - не установлена.

## 2. Реактивы, растворы и материалы

Свинец азотнокислый, ГОСТ 4236-77, х.ч., перекристаллизованный и высушенный до постоянного веса при температуре 105-110°C.

Основной раствор с содержанием 1 мг/мл свинца готовят растворением 0,16 г азотнокислого свинца в 100 мл бидистиллированной воды.

Стандартные растворы №1, №2, №3 с содержанием 100 мкг/мл, 10 мкг/мл и 1 мкг/мл готовят разбавлением основного раствора бидистиллированной водой. Основной раствор устойчив в течение месяца, стандартные растворы №1, №2, №3 готовят перед употреблением.

Медь азотнокислая 3-х водная, ГОСТ 4163-68, х.ч.

Основной раствор с содержанием 1 мг/мл меди готовят растворением 0,3802 г азотнокислой меди в 100 мл бидистиллированной воды.

Стандартные растворы №1, №2, №3 с содержанием 100 мкг/мл, 10 мкг/мл и 1 мкг/мл меди готовят разбавлением основного раствора 2%-ного раствором щавелевой кислоты. Основной раствор устойчив в течение месяца. Стандартные растворы №1, №2 и №3 готовят перед употреблением.

Олово четыреххлористое 5-ти водное, МРТУ 6-095-57-68, х.ч.

Основной раствор с содержанием 1 мг/мл олова готовят растворением 0,2965 г четыреххлористого олова в 100 мл 2%-ного раствора щавелевой кислоты.

Стандартные растворы №1, №2 и №3 с содержанием 100 мкг/мл,

10 мкг/мл и 1 мкг/мл олова готовят разбавлением основного раствора 2%-ным раствором щавелевой кислоты. Основной раствор устойчив в течение месяца. Стандартные растворы №1, №2 и №3 готовят перед употреблением.

Кадмий азотнокислый 4-х водный, ГОСТ 6262-79, х.ч.

Основной раствор с содержанием 1 мг/мл кадмия готовят растворением 0,2744 г азотнокислого кадмия в 100 мл бидистиллированной воды.

Стандартные растворы №1, №2 и №3 с содержанием 100 мкг/мл, 10 мкг/мл и 1 мкг/мл кадмия готовят разбавлением основного раствора 2%-ным раствором щавелевой кислоты. Основной раствор устойчив в течение месяца. Стандартные растворы №1, №2 и №3 готовят перед употреблением.

Кислота серная, ГОСТ 4204-77, х.ч., 15%-ный раствор.

Кислота щавелевая, ГОСТ 5873-68, о.ч., 2%-ный раствор.

Кислота азотная, ГОСТ 4461-77, х.ч., разбавленная 1:1.

Аммоний ванадиевокислый мета, ГОСТ 9336-75, чда.

Цинк гранулированный, ГОСТ 989-75, х.ч.

Ртуть азотнокислая закисная, 2-х водная, ГОСТ 4521-78, х.ч.

Вода бидистиллированная. Реактивы следует готовить на бидистиллированной воде.

Азот газообразный, очищенный от кислорода. Азот пропускают через склянку, содержащую раствор двухвалентного ванадия, находящегося над гранулами амальгамированного цинка. Раствор двухвалентного ванадия готовят следующим образом: порошок ванадиевокислого аммония растворяют в 15%-ном растворе серной кислоты до получения насыщенного раствора. В качестве восстановителя используют амальгаму цинка. Для ее получения гранулированный цинк встряхивают в растворе азотнокислой закиси ртути, содержащем азотную кислоту, до образования блестящей амальгамы цинка. Амальгамированный цинк типа

тельно отмывают дистилированной водой от азотной кислоты. Насыщенный раствор ванадата аммония в серной кислоте встряхивают с амальгамой цинка до получения фиолетовой окраски, свидетельствующей об образовании сульфата двухвалентного ванадия. Раствор устойчив в течение 1,5-2 месяцев.

Ртуть очищенная, ГОСТ 4658-49.

Фильтры АФА-ВП-20.

### 3. Приборы и посуда

Аспирационное устройство.

Полярограф ППТ-1 с ртутно-капельным электродом с записью полярограмм в переменнотоковом режиме.

Фильтродержатели.

Колбы мерные, ГОСТ 1770-74, емкостью 50 и 100 мл.

Пипетки, ГОСТ 20292-74, емкостью 1,2,5 и 10 мл.

Воронки стеклянные, ГОСТ 8613-75.

Стаканы стеклянные лабораторные, ГОСТ 10394-72, емкостью 25 и 50 мл.

### 4. Проведение измерения

#### Условия отбора проб воздуха

Воздух со скоростью 10 л/мин аспирируют через фильтр АФА-ВП-20, укрепленный в фильтродержателе. Для определения I/2 ПДК свинца, олова, меди и кадмия при совместном присутствии необходимо отобрать 50 л воздуха в течение 5 минут.

#### Условия анализа

Фильтр с отобранный пробой переносят в химический стакан, заливают 10 мл азотной кислоты I:I, нагревают на водяной бане 5-10 минут, перемешивают. Далее фильтр отжимают стеклянной палочкой, промывают два раза 5 мл дистилированной воды, промывные воды сливают в тот же стакан. Раствор упаривают на водяной бане досуха. Приливают 5 мл воды и упаривают вновь. Сухой остаток растворяют в

10 мл 2%-ного раствора щавелевой кислоты. Кислород из раствора удаляют продуванием в течение 5 минут очищенным от него азотом.

Режим полярографирования: поляризующее напряжение от -0,275в до -0,9в, скорость развертки 4 мв/сек, амплитуда 4 мв, период капания 3-4 сек, диапазон тока 0,5 + 40 (x100).

Полярографируют часть исследуемого раствора пробы. В оставшуюся часть пробы добавляют стандартный раствор определяемого вещества. Содержание добавляемого стандарта рассчитывают на 1 мл пробы. При этом пик вещества должен увеличиться примерно в 2 раза.

Концентрацию веществ в мг/м<sup>3</sup> воздуха (Х) вычисляют методом добавок по формуле:

$$X = \frac{H_1 \cdot C \cdot Y_{ct} \cdot Y_{pr}}{(H_2 - H_1) \cdot Y_p + H_2 Y_{ct} / Y_{20}};$$

где: С - концентрация добавленного стандартного раствора вещества, мкг/мл;

Н<sub>1</sub>- высота пика анализируемого раствора, мм;

Н<sub>2</sub>- суммарная высота пика, полученная после добавления раствора с известной концентрацией вещества в анализируемый раствор, мм;

Y<sub>ct</sub>-объем добавленного стандартного раствора вещества, мл;

Y<sub>p</sub>-объем анализируемого раствора пробы, помещенного в ячейку, мл;

Y<sub>pr</sub>-общий объем анализируемого раствора, мл,

Y<sub>20</sub>-объем воздуха, л, отобранный для анализа и приведенный к стандартным условиям по формуле (см.приложение I).

## Приложение I

Приведение объема воздуха к стандартным условиям проводят по следующей формуле:

$$V_{20} = \frac{V_t(273 + 20) \cdot P}{(273 + t) \cdot 101,33};$$

где:  $V_t$  - объем воздуха, отобранный для анализа, л.

$P$  - барометрическое давление, кПа (101,33 кПа = 760 мм рт.

$t^{\circ}$  - температура воздуха в месте отбора пробы,  $^{\circ}\text{C}$

Для удобства расчета  $V_{20}$  следует пользоваться таблицей коэффициентов (приложение 2). Для приведения объема воздуха к стандартным условиям надо умножить  $V_t$  на соответствующий коэффициент.

## Приложение 2

## КОЭФФИЦИЕНТЫ

для приведения объема воздуха к стандартным условиям: температура +20°C  
и атмосферное давление 101,33 кПа

° C	Давление Р, кПа										
	97,33	97,86	98,40	98,93	99,46	100	100,53	101,06	101,33	101,86	102,40
-30	1.1582	1.1646	1.1709	1.1772	1.1836	1.1899	1.1963	1.2026	1.2058	1.2122	1.2185
-26	1.1393	1.1456	1.1519	1.1581	1.1644	1.1705	1.1768	1.1831	1.1862	1.1925	1.1986
-22	1.1212	1.1274	1.1336	1.1396	1.1458	1.1519	1.1581	1.1643	1.1673	1.1735	1.1795
-18	1.1036	1.1097	1.1158	1.1218	1.1278	1.1338	1.1399	1.1460	1.1490	1.1551	1.1611
-14	1.0866	1.0926	1.0986	1.1045	1.1105	1.1164	1.1224	1.1284	1.1313	1.1373	1.1432
-10	1.0701	1.0760	1.0819	1.0877	1.0936	1.0994	1.1053	1.1112	1.1141	1.1200	1.1258
-6	1.0540	1.0599	1.0657	1.0714	1.0772	1.0829	1.0887	1.0945	1.0974	1.1032	1.1089
-2	1.0385	1.0442	1.0499	1.0556	1.0613	1.0669	1.0726	1.0784	1.0812	1.0869	1.0925
0	1.0309	1.0366	1.0423	1.0477	1.0535	1.0591	1.0648	1.0705	1.0733	1.0789	1.0846
+2	1.0234	1.0291	1.0347	1.0402	1.0459	1.0514	1.0571	1.0627	1.0655	1.0712	1.0767
+6	1.0087	1.0143	1.0198	1.0253	1.0309	1.0363	1.0419	1.0475	1.0502	1.0557	1.0612
+10	0.9944	0.9999	1.0054	1.0108	1.0162	1.0216	1.0272	1.0326	1.0353	1.0407	1.0462
+14	0.9806	0.9860	0.9914	0.9967	1.0027	1.0074	1.0128	1.0183	1.0209	1.0263	1.0316
+18	0.9671	0.9725	0.9778	0.9830	0.9884	0.9936	0.9989	1.0043	1.0069	1.0122	1.0175
+20	0.9605	0.9658	0.9711	0.9763	0.9816	0.9868	0.9921	0.9974	1.0000	1.0053	1.0105
+22	0.9539	0.9592	0.9645	0.9696	0.9749	0.9800	0.9853	0.9906	0.9932	0.9985	1.0036
+24	0.9475	0.9527	0.9579	0.9631	0.9683	0.9735	0.9787	0.9839	0.9865	0.9917	0.9968
+26	0.9412	0.9464	0.9516	0.9566	0.9618	0.9669	0.9721	0.9773	0.9799	0.9851	0.9902
+28	0.9349	0.9401	0.9453	0.9503	0.9555	0.9605	0.9657	0.9708	0.9734	0.9785	0.9836
+30	0.9288	0.9339	0.9391	0.9440	0.9492	0.9542	0.9594	0.9645	0.9670	0.9723	0.9772
+34	0.9167	0.9218	0.9268	0.9318	0.9368	0.9418	0.9468	0.9519	0.9544	0.9595	0.9644
+38	0.9049	0.9099	0.9149	0.9198	0.9248	0.9297	0.9347	0.9397	0.9421	0.9471	0.9520

## Приложение 3

Вещества, определяемые по ранее утвержденным  
и опубликованным Методическим Указаниям

№ пп	Наименование вещества	Опубликованные МУ
1.	Полиоксиамид	ТУ на метод определения пыль в воздухе промышленных предприятий. Выпуск IV, 1965 г., стр.165.
2.	Полибензоксазол	- " -
3.	Сополимер стирола и метилметакрилата (Инкар-27)	- " -
4.	Сополимер бутилакрилата, стирола, метилметакрилата, аллилметакрилата (Инкар-27а)	- " -
5.	Сополимер винилхлорида, винилацетата и винилового спирта (А-150М)	- " -
6.	Поликсадиазол (ПОД-2)	- " -
7.	Сополимер винилхлорида и метилакрилата МА-20	- " -
8.	Летучие вещества, выделяющиеся при вулканизации шинной резины (по сумме аминов)	ТУ на метод определения фенил- <i>β</i> -нафтиламина. Выпуск УП, 1971 г. стр.60.

## Приложение 4

**Перечень  
учреждений, представивших методические указания  
в данный сборник**

Методические указания	Учреждение, представившее методическое указание
Фотометрическое определение адипиновой и себациновой кислот	Институт гигиены им. Ф.Ф.Эрисмана
Фотометрическое определение бутил-нитрита	Университет дружбы народов им.П.Лумумбы
Газохроматографическое определение винилглицидилового эфира этиленгликоля (винилокса)	Ангарский НИИ гигиены труда и профзаболеваний
Полярографическое определение вольфрама	ВЦНИИОТ ВЦСПС, г.Москва
Газохроматографическое определение диэтилентриамина, этилендиамина, триэтилентетрамина	Уфимский НИИ гигиены труда и профзаболеваний
Полярографическое определение диэтилтетаурида	ЦИУВ, кафедра промгигиены г.Москва
Фотометрическое определение ди(2-этилгексил)фенилфосфата и дифенил(2-этилгексил)фосфата	Институт гигиены им. Ф.Ф.Эрисмана
Фотометрическое определение 3,4-диметокси-фенилацетонитрила (гомонитрила)	Институт гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР. г.Москва - " -
Фотометрическое определение 3,4-диметоксибензилхлорида	Одесский медицинский институт
Фотометрическое определение 2,3-дибром-2-бутен-1,4-диола	Институт гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР, г.Москва
Фотометрическое определение 1,2-диметоксибензола (вератрола)	Белорусский санитарно-гигиенический институт
Газохроматографическое определение дибутилсебацината	Институт гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР, г.Москва
Газохроматографическое определение дибутилфталата, диоктилфталата, дибутилсебацината и диоктиладипината	ГОСНИИ ХЛОРПРОЕКТ, г.Киев
Газохроматографическое определение изопропилхлорекса	Уфимский НИИ гигиены труда и профзаболеваний
Газохроматографическое определение кетоэфира	

1	2
Газохроматографическое определение компонентов бензометанольной смеси (метанол, изобутанол, углеводороды)	Институт гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР, г.Москва
Хроматографическое определение кеторана	Ташкентский медицинский институт
Фотометрическое определение канифоли	Ангарский НИИ гигиены труда и профзаболеваний
Газохроматографическое определение летучих жирных кислот	- " -
Спектрофотометрическое определение масляного аэрозоля	ВНИИГ, г.Москва
Полярографическое определение марганца и железа	ВДНИИОТ ВЦСПС, г.Москва
Полярографическое определение меди	- " -
Газохроматографическое определение метанола из бензометанольной смеси	Институт гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР, г.Москва
Фотометрическое определение метурина	Университет дружбы народов им.П.Лумумбы
Полярографическое определение молибдена	ВДНИИОТ ВЦСПС, г.Москва
Газохроматографическое определение метилового, этилового, изопропилового, н-пропилового, н-бутилового, втор-бутилового и изобутилового спиртов	- " -
Газохроматографическое определение 3-нитро-4-хлорбензотрифторида	Институт гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР, г.Москва
Газохроматографическое определение норборнен <sup>9</sup> и норбарнадиена	- " -
Газохроматографическое определение окиси углерода	Казанское пуско-наладочное управление инженерно-производственного треста "Оргнефтехимзаводы"
Полярографическое определение свинца, олова, меди и кадмия при совместном присутствии	Институт гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР, г.Москва
Спектрофотометрическое определение стиromалла	Ангарский НИИ гигиены труда и профзаболеваний
Газохроматографическое определение тетраэтилсвинца	- " -

I	2
Поляграфическое определение титана	ВЦНИИОТ ВЦСПС, г.Москва
Фотометрическое определение тиодифениламина	Донецкий НИИ гигиены тру и профзаболеваний
Фотометрическое определение третичных жирных аминов и аминоспиртов (триэтиламина,диметилэтаноламина,диэтилэтаноламина,триэтаноламина)	- " -
Фотометрическое определение трифторметилфенилмочевины	Университет дружбы народ им.П.Думумбы
Хроматографическое определение фенурона	- " -
Фотометрическое определение фенилметилмочевины	- " -
Фотометрическое определение хлористого натрия	Донецкий НИИ гигиены тру и профзаболеваний
Хроматографическое определение хлорэндикового ангидрида	ВНИИ ГИИТОКС, г.Киев
Поляграфическое определение хрома (VI и III)	ВЦНИИОТ ВЦСПС, г.Москва
Фотометрическое определение цианистого водорода	Ленинградский НИИ гигиени труда и профзаболеваний
Газохроматографическое определение этилена,пропилена и ацетальдегида	Институт гигиены труда и профзаболеваний АМН СССР г.Москва

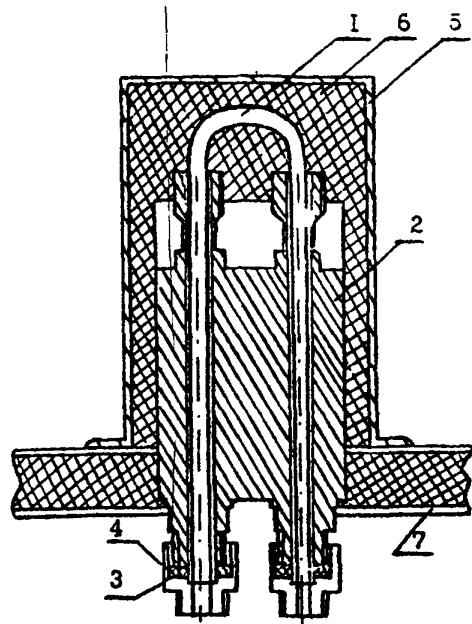


Рис.1. Общий вид установки реактора в испаритель.  
 1 - реактор, 2 - испаритель, 3 - букса, 4 - штуцер, 5 - кожух испарителя, 6 - шлаковата, 7 - крышка блока анализатора.

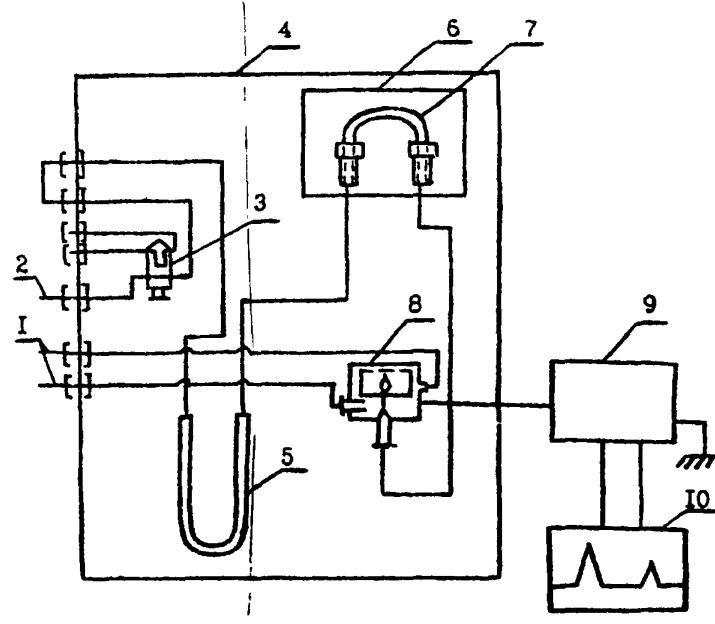


Рис.2. Схема подключения реактора.  
 1 - подача воздуха, 2 - подача водорода, 3 - кран-дозатор, 4 - блок анализатора, 5 - хроматографическая колонка, 6 - кожух с теплоизоляционным материалом, 7 - реактор, 8 - детектор, 9 - усилитель, 10 - потенциометр.

## СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Фотометрическое определение адипиновой и себациновой кислот.....	3
Фотометрическое определение бутилнитрита.....	7
Газохроматографическое определение винилглицидилового эфира этиленгликоля (винилокса).....	10
Полярографическое определение вольфрама.....	13
Газохроматографическое определение диэтилентриамина, этилендиамина, триэтилентетрамина.....	17
Полярографическое определение диэтилтеллурида.....	21
Фотометрическое определение ди(2-этилгексил)фенилфосфата и дифенил(2-этилгексил)фосфата.....	25
Фотометрическое определение 3,4-диметоксифенилацетонитрила (гомонитрила).....	30
Фотометрическое определение 3,4-диметоксибензилхлорида..	34
Фотометрическое определение 2,3-дibром-2-бутен-1,4-диола.....	37
Фотометрическое определение 1,2-диметоксибензола (вератрола).....	40
Газохроматографическое определение дибутилсебацината....	43
Газохроматографическое определение дибутилфталата, диоктилфталата, дибутилсебацината и диоктиладипината.....	47
Газохроматографическое определение изопропилхлорекса....	52
Газохроматографическое определение кетозифира.....	55
Газохроматографическое определение компонентов бензометанольной смеси (метанол, изобутанол, углеводороды)....	60
Хроматографическое определение каторана.....	65
Фотометрическое определение канифоли.....	69
Газохроматографическое определение летучих жирных кислот.....	72
Спектрофотометрическое определение масляного аэрозоля...	76

	стр.
Полярографическое определение марганца и железа.....	80
Полярографическое определение меди.....	86
Газохроматографическое определение метанола из бензо- метанольной смеси.....	90
Фотометрическое определение метурина.....	93
Полярографическое определение молибдена.....	97
Газохроматографическое определение метилового, этилового, изопропилового, н-пропилового, н-бутилового, втор-бутило- вого и изобутилового спиртов.....	102
Газохроматографическое определение 3-нитро-4-хлорбензо- трифторида.....	106
Газохроматографическое определение норборнена и нор- борнадиена.....	109
Газохроматографическое определение окиси углерода.....	113
Полярографическое определение свинца, олова, меди и кадмия при совместном присутствии.....	117
Спектрофотометрическое определение стиромоли.....	122
Газохроматографическое определение тетраэтилсвинца.....	125
Полярографическое определение титана.....	129
Фотометрическое определение тиодифениламина.....	134
Фотометрическое определение третичных азирных аминов и аминоспиртов (триэтиламина, диметилэтаноламина, диэтил- этаноламина, триэтаноламина).....	137
Фотометрическое определение трифторметилфениламочевинны...	142
Хроматографическое определение фенуриона.....	145
Фотометрическое определение фенилметиламочевинны.....	150
Фотометрическое определение хлористого натрия.....	153
Хроматографическое определение хлорендикиового ангидрида.	156
Полярографическое определение хрома (VI и III).....	161
Фотометрическое определение цианистого водорода.....	167
Газохроматографическое определение этилена, пропилена и ацетальдегида.....	171