

ПРОИЗВОДСТВО + КОМПЛЕКСНОЕ ОСНАЩЕНИЕ ЛАБОРАТОРИЙ

Christmas[®]

christmas-plus.ru
крисмас.рф

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВЫ



РУКОВОДСТВО по применению почвенных лабораторий и тест-комплектов

Санкт-Петербург
2014

**Научно-производственное объединение
ЗАО «Крисмас+»**

ХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОЧВЫ

**РУКОВОДСТВО ПО ПРИМЕНЕНИЮ
ПОЧВЕННЫХ ЛАБОРАТОРИЙ
И ТЕСТ-КОМПЛЕКТОВ**

**Санкт-Петербург
2014**

Химический анализ почвы. Руководство по применению почвенных лабораторий и тест-комплектов / Под ред. к.х.н. А.Г. Муравьева. — СПб.: «Крисмас+», 2014. — 120 с.

С о с т а в и т е л и: Муравьев Александр Григорьевич,
Данилова Валентина Васильевна,
Филаткина Ирина Александровна,
Субботина Ирина Васильевна,
Кравцова Елена Борисовна,
Осадчая Нина Алексеевна,
Ахматянова Галия Рифовна,
Мельник Анатолий Алексеевич.

П о д р е д а к ц и е й к.х.н. Муравьева А.Г.

Настоящее издание является расширенным профессиональным руководством по применению портативного оборудования — почвенных лабораторий и тест-комплектов производства ЗАО «Крисмас+» — и входит в состав данного оборудования.

Руководство предназначено для оператора, выполняющего химический анализ почв стандартизованными методами. Анализ выполняется с применением полевых почвенных лабораторий и тест-комплектов совместно с необходимым приборным дополнением.

В книге описаны правила отбора и подготовки проб, процедуры выполнения анализов, приведена разнообразная полезная информация, даны библиографические ссылки на руководства и действующие нормативно-методические документы по анализу почв. Текст руководства содержит много иллюстраций, создающих наглядность и облегчающих выполнение анализа.

Руководство рекомендуется специалистам по почвенно-изыскательским работам, почвоведом, агрохимикам и всем, связанным с вопросами исследования почвы при почвенном, агрохимическом, мелиоративном обследовании угодий, контроле за состоянием солевого режима почв, оценке нарушенности плодородного слоя, при изыскательских и исследовательских работах. Применяется также при выполнении учебно-исследовательских работ по разнообразной тематике.

Административная группа: Б.В. Смолев, А. Н. Устрова

ISBN 978-5-89495-220-8



9 785894 952208

© ЗАО «Крисмас+», 2014
© Коллектив составителей, 2014

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
1. Характеристики применяемых методов и оборудования	7
1.1. Определяемые показатели, методы исследований и комплектные изделия	7
1.2. Характеристики портативного оборудования для исследования почвы	12
1.2.1. Общая характеристика портативного оборудования	12
1.2.2. Ранцевая лаборатория исследования почвы РПЛ-почва	14
1.2.3. Портативная полевая лаборатория настольная ППЛ-Н	17
1.2.4. Тест-комплекты и наборы для определения показателей почв и почвенных вытяжек	20
2. Общие правила и методы работы с почвенными лабораториями и тест-комплектами	21
2.1. Общие правила работы	21
2.2. Особенности методов анализа и выполняемых операций	23
2.2.1. Об исследовании почв в полевых и лабораторных условиях	23
2.2.2. Особенности определения общих и морфологических показателей почвы	24
2.2.3. Типичные операции, выполняемые при анализе	24
2.2.4. Правила фильтрования почвенных вытяжек.....	27
2.2.5. Особенности выполнения анализа колориметрическим методом	28
2.2.6. Особенности выполнения анализа титриметрическим методом	30
3. Требования к квалификации оператора	32
4. Меры безопасности	33
4.1. Факторы опасности	33
4.2. Основные правила безопасной работы	34
4.3. Правила работы с едкими веществами и растворами	35
5. Отбор проб почвы и приготовление представительной пробы	37
5.1. Общие требования к отбору проб почвы	37
5.2. Отбор проб при исследовании гумусового горизонта	39
5.3. Отбор проб при исследовании почвенных разрезов	39
5.4. Паспортизация и хранение проб	40
5.5. Подготовка представительной пробы почвы	41
6. Приготовление почвенных вытяжек	44
6.1. Приготовление водной вытяжки	44

6.2. Приготовление солевой вытяжки	46
6.3. Приготовление вытяжки для определения подвижных соединений фосфора	47
6.4. Приготовление раствора натрия уксуснокислого для определения гидролитической кислотности	48
7. Показатели и процедуры анализа	50
7.1. Аммоний обменный	50
7.2. Ёмкость катионного обмена	56
7.3. Карбонаты и бикарбонаты в водной вытяжке	61
7.4. Нитраты в солевой вытяжке	65
7.5. Обменная кислотность	69
7.6. Кальций и магний в водной вытяжке	72
7.7. Кальций и магний обменные	76
7.8. Подвижные соединения фосфора	80
7.9. Кислотность гидролитическая	84
7.10. Кислотность почвы	91
7.11. Сульфат-ион в водной вытяжке	94
7.12. Хлорид-ион в водной вытяжке	97
7.13. Удельная электрическая проводимость (солесодержание)	101
Приложения	
1. Построение градуировочного графика при фотометрическом определении обменного аммония (на основе ГОСТ 26489)	105
2. Построение градуировочного графика при фотометрическом определении подвижных соединений фосфора (на основе ГОСТ Р 54650)	108
3. Определение плотного остатка водной вытяжки из засоленных почв	111
Список литературы и нормативных документов	112
Алфавитный указатель	115

Предисловие

Настоящее издание является расширенным профессиональным руководством по применению портативного оборудования — почвенных лабораторий и тест-комплектов производства ЗАО «Крисмас+» — и входит в состав поставляемого оборудования.

Издание настоящего руководства обусловлено востребованностью полевых методов химического анализа почвы, а также разработкой методик анализа почвы и изделий, пригодных для применения в полевых условиях.

Руководство предназначено для оператора, выполняющего химический анализ почв стандартизованными методами. Анализ выполняется с применением полевых почвенных лабораторий и тест-комплектов совместно с необходимым приборным дополнением, с использованием готовых к применению реактивов, растворов, посуды, принадлежностей.

В книге описаны правила отбора и подготовки проб, процедуры выполнения анализов, приведена разнообразная полезная информация, даны библиографические ссылки на руководства и действующие нормативно-методические документы по анализу почв. Текст руководства содержит много иллюстраций, создающих наглядность и облегчающих выполнение анализа.

Для удобства пользователя издания показатели и методики их определения приведены в алфавитном порядке. Издание снабжено алфавитным указателем и списком литературы и нормативных документов.

Руководство предназначено для максимального облегчения работы оператора при анализе с применением изделий, а также, учитывая сложившуюся унификацию методик анализа, представляет собой методическое пособие для широкого круга потребителей продукции ЗАО «Крисмас+» для контроля почвы как в полевых, так и в лабораторных условиях.

Руководство рекомендуется специалистам по почвенно-изыскательским работам, почвоведом, агрохимикам и всем, связанным с вопросами исследования почвы при почвенном, агрохимическом, мелиоративном обследовании угодий, контроле состояния солевого режима почв, оценке нарушенности плодородного слоя, при изыскательских и исследовательских работах и т.п.

Настоящее руководство, как и соответствующее оборудование, эффективно применяется в образовательных учреждениях при выполнении учебно-исследовательских работ по разнообразной тематике. Данное издание может использоваться в учебной работе в составе почвенных лабораторий в системах общего и профессионального образования (среднего, высшего) совместно со специальным изданием по оценке экологического состояния почвы, также имеющимся в составе оборудования ЗАО «Крисмас+». Это создаёт хорошие возможности для практических многоуровневых комплексных учебных исследований почвы.

Реквизиты для отзывов и пожеланий:

191180, Россия, Санкт-Петербург, наб. реки Фонтанки, 102.

Научно-производственное объединение ЗАО «Крисмас+».

Тел./факс: (812) 325-34-79, 713-20-38.

Тел.: (812) 575-54-05, 575-88-14, 764-61-42.

E-mail: info@christmas-plus.ru

1. Характеристики применяемых методов и оборудования

1.1. Определяемые показатели, методы исследований и комплектные изделия



Внимательно познакомьтесь с информацией в данном разделе.

В табл. 1 представлены определяемые показатели химического состава (состояния) почвы, характеристики методов определения показателей, а также комплектные изделия ЗАО «Крисмас+», позволяющие выполнять соответствующие анализы.

В графе «Номер заказа» приведены номера заказов модулей, входящих в состав почвенных лабораторий. Номера заказа на почвенные лаборатории приведены в соответствующих разделах (1.2.2, 1.2.3).

В графе «Наименование модуля (тест-комплекта)» приведены наименования модулей, применяемых самостоятельно либо в составе почвенных лабораторий.

В графе «Почвенная вытяжка» приведён тип вытяжки, используемой для определения данного показателя, с учётом применяемого экстрагирующего раствора.

В графе «Актуальный показатель» приведены наименования показателей химического состава почв. Терминологически наименования показателей соответствуют названиям, используемым в нормативной литературе. Наименования показателей и определяемых компонентов не всегда совпадают.

В графе «НТД на метод» приведены обозначения действующих нормативно-технических документов, регламентирующих выполнение химического анализа, реализуемого с применением данного оборудования.

В данной графе приведены также НТД на методы приготовления почвенных вытяжек для тех показателей, определение которых предусматривает разные методы на приготовление вытяжки и анализ. Отсутствие информации в данной графе означает, что для определения соответствующего показателя данным методом не предусмотрено действующего нормативного документа. Полное наименование НТД приведено в списке литературы и нормативных документов, имеющемся в конце руководства.

В графе «Метод анализа» приведены, в сокращённом виде, признаки метода, характеризующие его физико-химические особенности. Используемые сокращения приведены перед табл. 1.

В графе «Диапазон определяемых концентраций» приведены значения концентраций, соответствующие диапазонам измерений для данного показателя при титриметрическом и фотоколориметрическом определении, либо, при визуально-колориметрическом определении, — цветным образцам контрольной шкалы.

В графе «Тип укладки» отмечены модули, которые входят в состав ранцевой и/или настольной укладки почвенной лаборатории, и соответствующие им актуальные показатели.

Таблица 1

Основные характеристики портативных почвенных лабораторий и тест-комплектов

Сокращения в таблице: ВК — визуально-колориметрический; КМ — кондуктометрический; КСМ — комплексометрический; ПМ — потенциометрический; ПМТ — потенциометрическое титрование; ПВ — почвенная вытяжка; ТМ — титриметрический; ФМ — фотоколориметрический.

№ заказа	Наименование модуля (тест-комплекта)	Почвенная вытяжка	Актуальный показатель	НТД на метод	Метод анализа	Диапазон определяемых концентраций(*)	Тип укладки	
							Ранцевая, багровая	На-столь-ная
6.148.2	«Аммонийный обменный»	Солевая (KCl)	Азот аммония (N_{NH_4})	ГОСТ 26489	ВК, ФМ	5–60 мг/кг и более (по N_{NH_4})	+	+
6.167	«Ёмкость катионного обмена» (ЕКО)	Солевая (KCl)	Ёмкость катионного обмена (по Mg^{2+} обменному)	ГОСТ 17.4.4.01	ТМ	0,5–5,0 ммоль/100 г почвы	+	+
6.200	«Кальций и магний в водной вытяжке»	Водная	Кальций и магний суммарно ($Ca^{2+}+Mg^{2+}$)	ГОСТ 26428	ТМ	2,5–25 ммоль/100 г почвы и более	+	+
6.197	«Кальций и магний обменные»	Солевая (KCl)	Обменный кальций и обменный (подвижный) магний	ГОСТ 26487, по методу ЦИНАО	КСМ, ТМ	1,0–12,5 ммоль/100 г почвы и более	+	+
6.170.1	«Карбонаты и бикарбонаты в водной вытяжке»	Водная	Карбонат- и бикарбонат- ионы	ГОСТ 26424	ТМ	0,5–7,0 ммоль/100 г почвы и более	+	+
6.198	«Кислотность гидролитическая»	Солевая (Na ацетат, pH=8,3-8,4)	Гидролитическая кислотность (по pH суспензий)	ГОСТ 26212, по Каппену в модиф. ЦИНАО	ПМ	0,23 ммоль/100 г почвы и более	–	+

№ заказа	Наименование модуля (тест-комплекта)	Почвенная вытяжка	Актуальный показатель	НТД на метод	Метод анализа	Диапазон определяемых концентраций(*)	Тип укладки	
							Ранцевая, баковая	Настольная
6.198.1	«Кислотность гидролитическая ТМ»	Солевая (Na ацетат, pH=8,3–8,4)	Гидролитическая кислотность (по потреблению щёлочи)	По методу Каппена	ТМ	0,2–2,0 ммоль/100 г почвы	+	–
5.09	«Кислотность обменная»	Солевая (KCl)	Обменная кислотность (H^+ , Al^{3+} обменные)	ГОСТ 26484	ПМТ	0,02–2,5 ммоль/ 100 г почвы	–	+
6.161	«Кислотность почвы»	Водная, солевая (KCl)	pH	По визуальной шкале pH	ВК	4,5–11 ед. pH	+	–
6.145.2	«Нитраты в солевой вытяжке»	Солевая (KCl)	Азот нитратов N_{NO_3}	ГОСТ 26488, ГОСТ 26483	ВК	0,56–25 мг/кг (по N_{NO_3})	+	+
6.207	«Подвижные соединения фосфора»	Уксуснокислотная	Подвижные соединения фосфора (в пересчёте на P_2O_5)	ГОСТ Р 54650, 26204, 26205, 26206	ВК, ФМ	25–250 мг/кг и более (по P_2O_5)	+	+
6.142.1	«Сульфаты в водной вытяжке»	Водная	Сульфат-ионы	ГОСТ 26423, МВИ 15-142а-12	ТМ	0,4–6,0 ммоль/ 100 г почвы	+	+
6.144.3	«Хлориды в водной вытяжке»	Водная	Хлорид-ионы	ГОСТ 26425	ТМ	0,3–4,0 ммоль/ 100 г почвы	+	+
–	Кондуктометр типа DIST 4 HANNA Inst.	Водная	Удельная электрич. проводимость (соле-содержание)	ГОСТ 26423	КМ	0,01–100 мксм/см	–	+
–	pH-метр типа pH-410	Водная, солевая (KCl)	pH	ГОСТ 26423 ГОСТ 26483	ПМ	4,0–9,2 ед. pH	–	+

№ заказа	Наименование модуля (тест-комплекта)	Почвенная вытяжка	Актуальный показатель	НТД на метод	Метод анализа	Диапазон определяемых концентраций(*)	Тип укладки	
							Ранцевая, баковая	На-столь-ная
–	Термометр почвенный		Температура	Имп.	–	– 40 до +40° С	+	+
6.212	Набор для приготовления вытяжек	Стаканы п/з на 100 мл, воронки, фильтры «белая лента», штатив, ножницы, сито почвенное, весы, реактивы, др.					+	+
–	Набор тест-систем (7 наименований)	Активный хлор, железо общее, медь, нитраты, никель, рН, хром (б)					+	+
3.300	Набор-укладка для фотополориметрирования «Экотест-2020-К»	Оптическая плотность окрашенных проб при фотополориметрическом определении («Аммоний обменный», «Подвижные соединения фосфора», «Органические вещества»)					По согласованию	
6.202	Набор посуды для определения органических веществ в почве	Для определения органических веществ по методу Тюрина (ГОСТ 2613)					По согласованию	
6.210	Установка (набор посуды) по Кельдалю	Для отгонки с водяным паром продуктов разложения при определении азота в почве и органических соединениях по методу Кельдаля. Установка может применяться для автоматической отгонки с водяным паром различных веществ (спиртов, летучих кислот и т.п.)					По согласованию	
6.211	Набор посуды многофункциональный	Вспомогательная посуда для подготовки анализов, построения градуировок, сбора сливов и др. (мерные колбы, цилиндры, пипетки и т.п.)					По согласованию	

1.2. Характеристики портативного оборудования для исследования почвы

1.2.1. Общая характеристика портативного оборудования

Портативные почвенные лаборатории (ПЛ) — ранцевая лаборатория исследования почвы РПЛ-почва и универсальная портативная почвенная лаборатория настольная ППЛ-Н, а также входящие в их состав тест-комплекты (модули) предназначены для исследования почвы непосредственно в полевых условиях или в условиях базового лагеря при почвенном, агрохимическом, мелиоративном обследовании угодий, контроле за состоянием солевого режима почв, оценке нарушенности плодородного слоя, при изыскательских и исследовательских работах.

ПЛ позволяют исследовать (определять, изучать):

- важнейшие показатели состояния почвы (почвенных вытяжек);
- морфологические свойства почвы (цвет, влажность, механический состав, сложение, новообразования и т.п.), а также температуру;
- процессы миграции химических компонентов в почве под влиянием естественных и техногенных факторов;
- загрязнённость почв водорастворимыми загрязнителями;
- выполнять работы по другим направлениям, предусматривающим использование результатов химического анализа почв.

Оборудование применяется для исследований почв естественного и нарушенного сложения, вскрышных и вмещающих пород. Используется в профессиональной деятельности, а также в учебной работе, в среднем специальном и высшем образовании.

Портативное оборудование позволяет определять показатели (анализировать) почвы общепринятыми методами согласно НТД, приведённым в табл. 1: визуально-колориметрическим, фотоколориметрическим, титриметрическим, визуальным, органолептическим.

Использование портативного оборудования — почвенных лабораторий и тест-комплектов — для контроля показателей почв значительно сокращает трудоёмкость анализов, предоставляя информацию об определяемых показателях непосредственно на месте отбора пробы или в базовом лагере, что благоприятствует полевым исследованиям и повышает надёжность и результативность работ.

Точность анализа, выполняемого с применением портативного оборудования для определения показателей почв, сопоставима с точностью лабораторных методов благодаря высокой степени унификации с лабораторными методами, предусмотренными действующими НТД.

При экспресс-контроле почв с применением тест-систем используются индикационные визуально-колориметрические методы.

Морфологические свойства почвы определяются по унифицированным методикам, приведённым в едином руководстве по оценке показателей почв ЗАО «Крисмас+» [4], прилагаемом к почвенным лабораториям или поставляемым по заказу совместно с соответствующими тест-комплектами.

Продолжительность экспресс-анализа почв с применением почвенных лабораторий (тест-комплектов) составляет не более 1 часа (без продолжительности отбора и подготовки почвенных проб и приготовления почвенных вытяжек).

Сроки годности почвенных лабораторий и тест-комплектов определяются сохраняемостью входящих в их состав готовых реактивов и растворов и составляют, в большинстве случаев, не менее 1 года. Отдельные изделия укомплектованы капсулированными реагентами и методикой для приготовления растворов потребителем.

Ресурс по расходным материалам составляет не менее 50 анализов по каждому показателю. Ресурс может быть увеличен при поставке комплектов пополнения, включающих полный комплект расходуемых реактивов, растворов и материалов.

При использовании оборудования не требуется электроснабжения и водоснабжения.

Благодаря эффективности и простоте применения, обеспеченности иллюстрированной инструкцией, руководствами, практикумами и многочисленными учебными пособиями, полевые почвенные лаборатории и тест-комплекты широко применяются также в сфере образования при выполнении разнообразных практикумов, лабораторных работ, учебно-научных исследовательских и проектных работ. О методике применения оборудования в учебных целях см. <http://www.u-center.info/>.

Состав изделий и комплектность по модулям (тест-комплектam), входящим в их состав, приведены в табл. 1. Сведения о поставляемых модификациях изделий и их состав приведён в пп. 1.2.1–1.2.3.

Оборудование не подлежит декларированию соответствия, а также санитарно-эпидемиологической экспертизе.

1.2.2. Ранцевая лаборатория исследования почвы РПЛ-почва

Определяемые показатели и характеристики при анализе с применением ранцевой лаборатории РПЛ-почва приведены в табл. 1.

Особенности укладки ранцевой лаборатории:

- объём ранца — 70 л, количество мест (ячеек) — 10, в том числе в ячейках основной секции — 8;
- конструкция ранца: полужёсткий каркас, изменяемая внутренняя планировка, откидывающаяся панель–столик, защищённость от дождя и грязи, анатомическая конструкция спины и лямок, поясной ремень, грудная стяжка, чехол (защита от сильного дождя);
- габаритные размеры, мм — не более 480×260×900;
- масса — не более 20 кг.

Состав ранцевой лаборатории РПЛ-почва (рис. 1):

- модули (тест-комплекты) с готовыми к применению реактивами и растворами, компактной посудой и средствами дозировки реагентов, принадлежностями, стойкой-штативом, контрольными шкалами образцов окраски водозащищёнными (табл. 1);
- набор для приготовления почвенных вытяжек с реактивами;
- набор тест-систем (7 наименований);
- инструменты и принадлежности (весы с разновесами, почвенный термометр, сито почвенное и др.);
- укладка: ранец;
- документация (руководство по оценке экологического состояния почв, настоящее руководство, паспорта на тест-комплекты и приборы, паспорт на изделие).

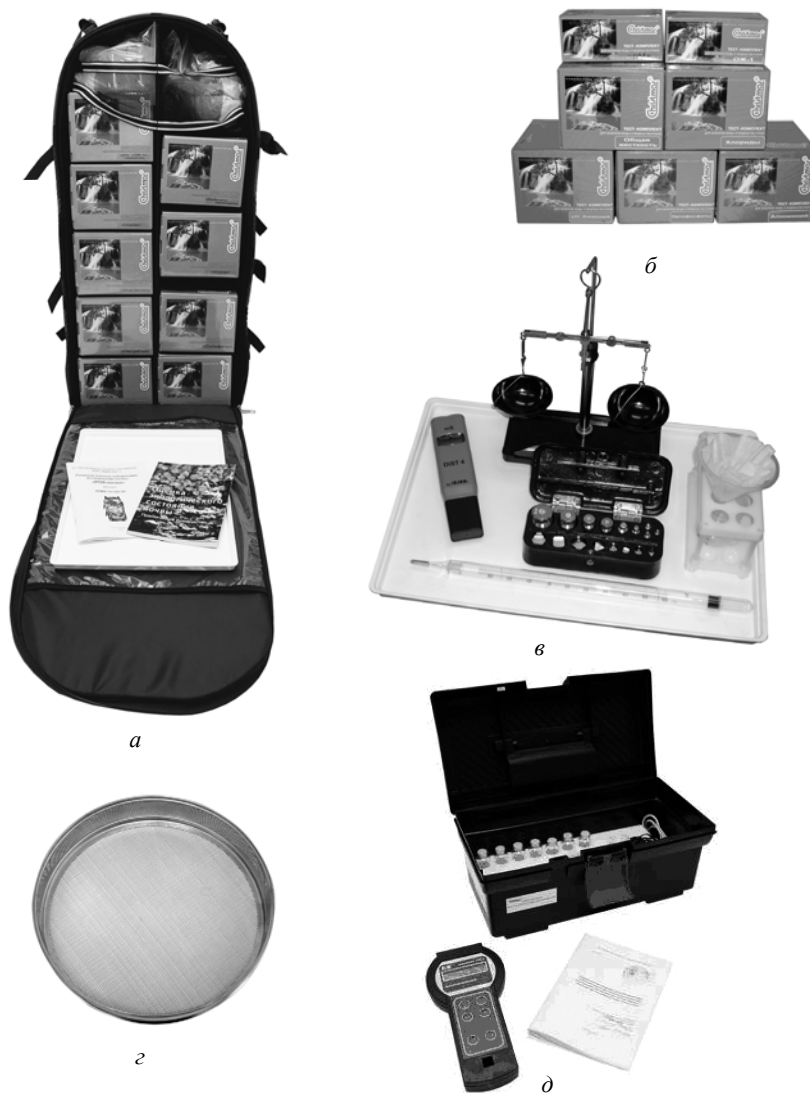


Рис. 1. Ранцевая полевая лаборатория РПЛ-почва и оборудование из её состава (базовый вариант):
а — ранцевая укладка; *б* — тест-комплекты; *в* — весы чашечные с разновесами (либо цифровые), кондуктометром и принадлежностями на подносе; *г* — сито почвенное;
д — набор-укладка для фотоколориметрирования «Экотест-2020-К».

Ранцевая лаборатория РПЛ-почва поставляется в модификациях согласно табл. 2.

Таблица 2

Поставляемые модификации РПЛ-почва

Номер заказа	Наименование модификации (модуля)
3.131	РПЛ-почва, ранцевая полевая лаборатория исследования почвы, 11 показателей (базовая модификация, состав согласно табл. 1)
3.131.1	РПЛ-почва, ранцевая полевая лаборатория исследования почвы, с кондуктометром DIST-4, 12 показателей
3.131.2	РПЛ-почва, ранцевая полевая лаборатория исследования почвы, с набором-укладкой для фотоколориметрирования «Экотест-2020-K», 11 показателей
3.131.3	РПЛ-почва, ранцевая полевая лаборатория исследования почвы, с pH-метром pH-410 и кондуктометром DIST-4, 13 показателей
—	Комплект пополнения

Ранцевая лаборатория РПЛ-почва может дополнительно оснащаться портативным комплектным оборудованием, приведённым в табл. 3 (согласовывается при заказе в дополнение к почвенной лаборатории или при специальной комплектации).

Таблица 3

Дополнительное оснащение изделия РПЛ-почва

№ заказа	Наименование изделия	Назначение изделия
3.300	Набор-укладка для фотоколориметрирования «Экотест-2020-K»	Оптическая плотность окрашенных проб при фотоколориметрическом определении («Аммоний обменный», «Подвижные соединения фосфора», «Органические вещества»)
6.202	Набор посуды для определения органических веществ в почве	Для определения органических веществ по методу Тюрина (ГОСТ 2613)
6.210	Установка (набор посуды) по Кьельдалю	Для отгонки с водяным паром продуктов разложения при определении азота в почве и органических соединениях по методу Кьельдалю. Установка может применяться для автоматической отгонки с водяным паром различных веществ (спиртов, летучих кислот и т.п.)

№ заказа	Наименование изделия	Назначение изделия
6.211	Набор посуды многофункциональный	Вспомогательная посуда для подготовки анализов, построения градуировок, приготовления вытяжек, организации сливов и др. (мерные колбы, цилиндры и т.п.)

1.2.3. Почвенная портативная лаборатория настольная ППЛ-Н

Почвенная портативная лаборатория настольная ППЛ-Н является наиболее функциональным изделием, пригодным для профессионального и продвинутого учебного применения в полевых и лабораторных условиях.

Определяемые показатели и характеристики при анализе почв с применением портативной полевой лаборатории ППЛ-Н приведены в табл. 1.

Особенности укладки ППЛ-Н:

- универсальная настольная укладка, вместительная и удобная в условиях базового лагеря и стационарной лаборатории. В развёрнутом состоянии образует профессиональное рабочее место оператора;
- габаритные размеры, мм — не более 800×310×650;
- масса — не более 30 кг.

Состав ППЛ-Н (рис. 2):

- модули (тест-комплекты) с готовыми к применению реактивами и растворами, компактной посудой и средствами дозировки реагентов, принадлежностями, стойкой-штативом, контрольными шкалами образцов окраски водозащищёнными (табл. 1);
- набор для приготовления почвенных вытяжек с реактивами;
- набор тест-систем (7 наименований);
- инструменты и принадлежности (весы с разновесами, почвенный термометр, сито почвенное и др.);
- укладка: универсальная настольная;
- документация (руководство по оценке экологического состояния почв, настоящее руководство, паспорта на приборы, паспорт на изделие).



Рис. 2. Портативная почвенная лаборатория настольная ППЛ-Н и оборудование из её состава (базовый вариант):

а — укладка лаборатории; *б* — тест-комплекты; *в* — весы чашечные с разновесами (либо цифровые), кондуктометром и принадлежностями на подносе; *г* — сито почвенное; *д* — набор-укладка для фотоколориметрирования «Экотест-2020-К».

ППЛ-Н поставляется в модификациях согласно табл. 4.

Таблица 4

Поставляемые модификации почвенной лаборатории ППЛ-Н

Номер заказа	Наименование модификации (модуля)
3.800	ППЛ-Н, портативная почвенная лаборатория, универсальная настольная укладка, 14 показателей, с рН-метром рН-410 и кондуктометром DIST-4 (состав согласно табл. 1)
3.800.1	ППЛ-Н, портативная почвенная лаборатория, универсальная настольная, укладка улучшенная, 14 показателей, рН-метр, кондуктометр
—	Комплект пополнения расходных материалов ППЛ-Н

Портативная почвенная лаборатория настольная ППЛ-Н может дополнительно оснащаться портативным комплектным оборудованием, приведённым в табл. 5.

Таблица 5

Дополнительное оснащение лаборатории ППЛ-Н

№ заказа	Наименование изделия	Назначение изделия
3.300	Набор-укладка для фотоколориметрирования «Экотест-2020-К»	Оптическая плотность окрашенных проб при фотоколориметрическом определении («Аммоний обменный», «Подвижные соединения фосфора», «Органические вещества» и др)
6.202	Набор посуды для определения органических веществ в почве	Для определения органических веществ по методу Тюрина (ГОСТ 2613)
6.203	Установка (набор посуды) по Кьельдалю	Для отгонки с водяным паром продуктов разложения при определении азота в почве и органических соединениях по методу Кьельдаля. Установка может применяться для автоматической отгонки с водяным паром различных веществ (спиртов, летучих кислот и т.п.)
6.204	Набор посуды многофункциональный	Вспомогательная посуда для подготовки анализов, построения градуировок, приготовления вытяжек, организации сливов и др. (мерные колбы, цилиндры и т.п.)

1.2.4. Тест-комплекты и наборы для определения показателей почв и почвенных вытяжек

Тест-комплекты предназначены для количественного или полуколичественного определения показателей состояния почв по почвенным вытяжкам. Используемые при анализах методы соответствуют принятым в практике контроля почв, соответствуют ряду действующих нормативных документов и обеспечивают достоверность результатов при минимальной продолжительности анализа. Наборы представляют собой изделия, способствующие или облегчающие проведение анализа почв. Тест-комплекты и наборы применяются в полевых и лабораторных условиях при разнообразных работах, связанных с оценкой показателей состояния почв.

Тест-комплекты отличаются компактностью, удобством и простотой в использовании.

В состав тест-комплектов входят: растворы реагентов, индикаторов; буферные растворы; капсулированные и таблетированные химикаты; мерные склянки для отбора и дозирования проб; средства дозирования растворов; контрольные шкалы для колориметрирования; паспорт с описанием методики анализа; контейнер-укладка.

Тест-комплекты могут использоваться как самостоятельно, так и в качестве модулей многофункциональных почвенных лабораторий.

Перечень и характеристики поставляемых почвенных тест-комплектов и наборов, применяемых при анализе почв, приведён в табл. 1.

Основные технические характеристики тест-комплектов:

- ресурс — от 20 до 100 анализов;
- продолжительность анализа — от 1 мин. до 1 часа;
- сроки годности тест-комплектов определяются сохраняемостью готовых реактивов и растворов. Для большинства тест-комплектов срок годности составляет не менее 1 года. В отдельных случаях предусматривается хранение растворов при пониженной температуре (например, в холодильнике);
- габаритные размеры укладки, мм: от 170×90×80 до 510×260×230;
- масса — от 0,2 до 4,0 кг.

2. Общие правила и методы работы с почвенными лабораториями и тест-комплектами

2.1. Общие правила работы

Перед тем, как приступить к анализу почвы химическими методами, проводится краткое обучение. Необходимо освоить методики выполнения анализов и подготовительные аналитические операции. Для этого, обычно, в лабораторных условиях проводится обучение приёмам работы и правилам техники безопасности. Обучение проводится с использованием растворов реактивов-стандартов, имеющих в молекуле определяемый компонент (катион, анион, функциональные группы). Для обучения могут использоваться также специально приготовленные модельные растворы с точным значением концентрации целевого компонента. Обучение при определении отдельных компонентов в воде или модельных растворах проводится под руководством специалиста или преподавателя.

Используемые при выполнении анализа растворы, реактивы, посуда и др. комплектующие из состава изделий должны быть предварительно осмотрены. При осмотре проверяют:

- 1) целостность и герметичность упаковки растворов, реактивов;
- 2) отсутствие повреждений мерной посуды, пробирок, контрольных шкал и т.п.;
- 3) соответствие выбранного для использования реактива (раствора) или посуды требованиям методики анализа, т.е. наличие хорошо и однозначно читаемых этикеток, меток на мерной посуде и т.п.

При транспортировании оборудования для анализа, склянки с реактивами, растворами и принадлежности следует располагать в укладочных контейнерах на предусмотренных для них местах. Это позволит обеспечить надёжное закрытие укладочных контейнеров, исключить бой посуды и попадание внутрь пыли и других загрязнений. Затруднения при закрытии контейнеров или рюкзака могут быть вызваны неправильной укладкой комплектующих изделий (склянок с реактивами, других принадлежностей), неплотным закрытием контейнеров (модулей) и т.п.

Отбор образцов почвы и подготовку их к химическому анализу следует проводить строго в соответствии с методикой отбора и подготовки почвы к анализу, приведённой в настоящем руководстве.

Характеристики образцов почвы определяются путём анализа почвенных вытяжек отобранных проб различными методами: органолептическим, визуально-колориметрическим, титриметрическим, расчётным, кондуктометрическим, потенциометрическим, фотометрическим.

При определении состава почвенных вытяжек (водных, солевых, кислотных с использованием реактивов из состава почвенных лабораторий или тест-комплектов следует использовать методики анализа, приведённые в настоящем руководстве или в паспортах на тест-комплекты. Производитель не несёт ответственности за использование химикатов, не входящих в состав изделий ЗАО «Крисмас+», либо в случаях нарушения предписанных настоящим руководством или иной сопроводительной документацией методик анализа.

Сроки годности реактивов и растворов приведены в описаниях их приготовления. Если в тексте нет сведений о сроке годности раствора, его считают по сроку годности изделия, в котором он используется, причём срок годности устанавливается исходя из сохранения качества раствора (изделия) при условии его хранения при комнатной температуре (т.е. не более 20–25 °С). Следует иметь в виду, что хранение раствора при повышенной температуре (выше 25 °С) приводит к сокращению срока годности; хранение при пониженной температуре (например, в холодильнике), наоборот, позволяет увеличить срок годности и продолжительность возможного использования раствора. По этой причине для некоторых растворов установлены условия хранения при пониженной температуре.

Выполнение анализа предполагает иногда использование растворителей и посуды в количествах, которые нецелесообразно включать в состав поставляемых изделий. При приготовлении растворов часто используется дистиллированная вода, которую в данных анализах во многих случаях (за исключением специально оговоренных) **можно заменить на чистую прокипячённую маломинерализованную питьевую воду**. В некоторых операциях используется также типовая мерная и другая посуда — мерные цилиндры, стаканы, колбы на 0,5 л, на 1 л и т.п., которые обычно имеются в лаборатории.

После проведения анализа мерные склянки и пипетки следует промыть чистой водой, склянки с растворами герметично закрыть и уложить в контейнеры.

Затруднения при закрывании контейнеров обычно свидетельствуют о небрежности при укладке.

Почвенные лаборатории и тест-комплекты следует хранить в сухом, прохладном месте. Основное рекомендуемое положение при транспортировании и хранении — вертикальное.

2.2. Особенности методов анализа и выполняемых операций¹

2.2.1. Об исследовании почв в полевых и лабораторных условиях

Почву исследуют как в полевых, так и в лабораторных условиях. Полевое исследование почвы позволяет сразу на месте определить её строение, свойства и дать название по внешним, морфологическим, признакам. Только в полевых условиях возможно провести отбор почвенных образцов для их изучения на месте, в базовом полевом лагере или в лабораторных условиях. Очень удобно и наглядно исследовать почвы в специально выкопанных почвенных разрезах или на геологических обнажениях. Наиболее полно и точно исследуют почву в лаборатории, проводя различные анализы, требующие специального оборудования.

Вместе с тем, с применением почвенных лабораторий и тест-комплектов ЗАО «Крисмас+» многие анализы принципиально возможно было бы выполнить на месте отбора проб, т.к. соответствующие методы портативны, просты и для их реализации не требуется специальных лабораторных условий. Но для выполнения анализов необходимы подготовленные пробы и почвенные экстракты, на приготовление которых нужно время. Поэтому показатели, требующие химического анализа вытяжек, приготовленных из почвенных проб, целесообразно определять в полевом базовом лагере. Таким образом, основной целью исследования почвы в полевых условиях является её описание, выполнение анализов с применением полевых методов и оборудования, отбор почвенных образцов, их подготовка и анализ в базовом полевом лагере. Те анализы, которые необходимо повторить, можно отложить — для дальнейшего лабораторного исследования. Но, в любом случае, следует иметь в виду и соблюдать следующее правило:



Необходимо отбирать пробы почвы в таком количестве, которого было бы достаточно для уточнения или повторения анализа уже после возвращения из полевых условий. Ибо повторить исследование почв при отсутствии достаточного запаса почвенного материала окажется невозможно, что ставит под угрозу срыва достижение целей проведённых полевых работ.

¹ Подробнее об особенностях применяемых методов анализа почв и выполняемых операций при анализе почвенных вытяжек см. руководства [1, 4, 8, 9] и др.

2.2.2. Особенности определения общих и морфологических показателей почвы

При определении общих показателей почвы: цвета (окраски), влажности, механического состава, сложения, новообразований используется преимущественно органолептический метод, при котором проводится визуальная оценка образца почвы.

Методы определения общих и морфологических показателей, а также температуры почвы описаны в прилагаемом к лаборатории практическом руководстве «Оценка экологического состояния почвы» [4].

2.2.3. Типичные операции, выполняемые при анализе

При анализе различные операции выполняются на основании текста и соответствующего рисунка (при его наличии). Ниже приводятся типичные операции, выполнение которых составляет значительную часть подготовительных и аналитических работ при определении того или иного показателя. От корректного выполнения этих (как и других) операций во многом зависит правильность получаемого результата анализа.

При отборе проб почвы используйте инструмент, сообразный массе отбираемой пробы (ножи с широким лезвием, совки, лопаты, ручные буры, буры-пробоотборники и т.д.). При отборе проб почвы соблюдайте запланированную глубину отбора (заданный генетический горизонт — см. п. 5.3).

Просеивание почвы. Выполняется с применением почвенного сита с размером ячеек 1–2 мм (имеется в комплектах почвенных лабораторий либо заказывается отдельно). Перед просеиванием почвы иногда приходится произвести её предварительное измельчение в ступке для разрушения крупных почвенных отдельностей (агрегатов). При просеивании сито располагайте таким образом, чтобы отсеянная почва попадала на поддон (поднос), после чего её сразу перенесите в соответствующую ёмкость (мешочек) для хранения.



При измельчении почвы в ступке не допускайте её чрезмерного измельчения, при котором затрудняется приготовление вытяжки (приобретается повышенная мутность и ухудшается фильтрование).

Взвешивание почвы. *Проводится только с подготовленным (представительным) почвенным образцом, высушенным* до воздушно-сухого или абсолютно сухого состояния и просеянную (см. п. 5.5). Может выполняться с применением чашечных весов с разновесами либо цифровых технических весов. При взвешивании почвы для производства вытяжки, в используемых методах анализа, требуется не более 50 г почвы, а точность взвешивания состав-



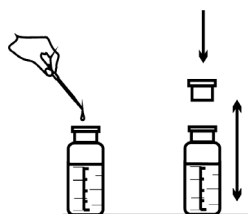
ляет $\pm 0,1$ г. Предпочтительным является взвешивание с применением цифровых весов, т.к. позволяет обойтись без разновесов и производится значительно быстрее. Вместе с тем, при взвешивании малых навесок (до 0,5 г – например, при определении подвижных соединений фосфора), производимых с точностью $\pm 0,01$ г, следует использовать весы с подходящими техническими характеристиками – чашечные с разновесами либо цифровые с большей точностью. Масса почвы, отмеряемая при производстве вытяжки, указана в описании подготовки к определению конкретного показателя (раздел 6). При расчёте массы навески предварительно необходимо взвесить на тех же весах массу сосуда, в который помещается взвешиваемая почва (чашка, стакан и т.п.).



Приготовление складчатого фильтра, как и фильтрование почвенной суспензии при приготовлении вытяжки, следует выполнять с соблюдением правил, приведённых в п. 2.2.4.



Отбор пробы вытяжки в требуемую посуду до меток, нанесённых на склянке. Для точности может производиться средствами, имеющимися в составе оборудования мерной посудой — пипетками, цилиндрами малого объёма.



Добавление жидких реагентов (растворов) к пробе вытяжки или раствору. Производится средствами, предусмотренными для данной операции. Как правило, после добавления реагента раствор необходимо перемешать.



Добавление сыпучих реагентов к пробе. Производится пересыпанием из капсул или добавлением при помощи шпателя. После добавления раствор перемешивают для растворения добавленного реагента.



10 минут

В тех пунктах, где это предусмотрено, пробу оставляют на указанное время для протекания реакции или иного процесса.



Визуальное колориметрирование пробы. См. «Особенности выполнения анализа колориметрическими методами» в п. 2.2.5.



Фотоколориметрирование пробы. См. «Особенности выполнения анализа колориметрическими методами» в п. 2.2.5.



Титрование пробы. Может выполняться в упрощённом варианте (компакт-пипетка со шприцем) либо с применением пипетки (бюретки) в титровальной установке (см. рис. 6).

При титровании необходимо определить объём раствора титранта как разность между объёмом раствора в пипетке в начале и при окончании титрования.

В ряде определений предусмотрен расчёт результатов анализа, который может выполняться по полной формуле (как в настоящем руководстве) либо по укрупнённой формуле (в операционных картах, если прилагаются).

2.2.4. Правила фильтрования почвенных вытяжек

При подготовке к каждому определению следует фильтровать почвенную вытяжку. Для ускорения фильтрования вместо обычного фильтра используется складчатый фильтр. В этом случае работает вся поверхность листа и фильтрование идёт быстрее. Изготовить складчатый фильтр несложно: обычный бумажный фильтр складывают пополам, затем, как показано на рисунке, мелкой «гармошкой», после чего аккуратно расправляют и вставляют в воронку.

Не заглаживайте сильно центр фильтра, бумага там может легко порваться!

Основные правила фильтрования:

- Жидкость с осадком приливайте по палочке.
- Приливая первые порции жидкости, слегка придерживайте фильтр палочкой.
- Первую порцию фильтрата отбросьте, предварительно ополоснув ею приёмную колбу (эта порция собирает в себе загрязнения).

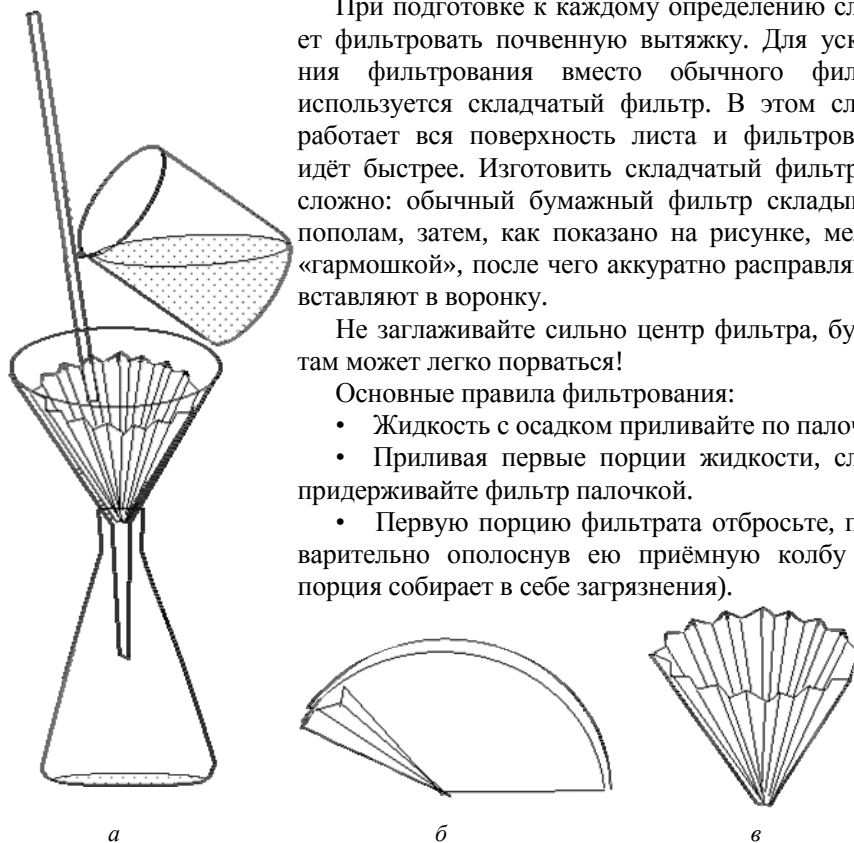
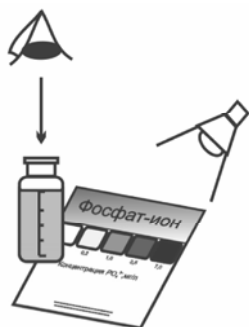


Рис. 3. Приготовление складчатого фильтра и фильтрование
a — установка для фильтрования, *б* — изготовление складчатого фильтра,
в — готовый складчатый фильтр.

- Не упирайтесь палочкой в фильтр — влажная бумага легко рвётся! Не пытайтесь ускорить фильтрование, перемешивая осадок на фильтре.
- Фильтрование идёт тем быстрее, чем больше жидкости на фильтре, но нельзя наливать до уровня бумаги (легко перелить)!
- Если фильтр всё же прорвался, надо приготовить новый и отфильтровать всё заново, в чистую колбу.

2.2.5. Особенности выполнения анализа колориметрическим методом



Колориметрическим называется метод анализа, основанный на сравнении качественного и количественного изменения потоков видимого света при их прохождении через исследуемый раствор и раствор сравнения. Определяемый компонент (катионы аммония, ионы нитратов, ортофосфатов и др.) при помощи химической реакции переводится в окрашенное соединение, после чего приборным или визуальным способом измеряется (сравнивается) интенсивность окраски полученного раствора.

При выполнении анализа **визуально-колориметрическим методом** определение проводится в колориметрических пробирках с меткой «5 мл» либо в склянках с меткой «10 мл» или «20 мл». После обработки пробы и добавления к ней реагентов, проба приобретает окраску. Интенсивность окраски является мерой концентрации анализируемого вещества. Окраска растворов, полученная при обработке проб, сравнивается визуально с образцами окраски контрольной шкалы.

При визуальном колориметрировании окраску раствора-пробы наблюдают сверху вниз через открытую пробирку, на белом фоне при достаточной освещённости. Для упрощения визуального колориметрирования в состав лаборатории введены плёночные контрольные шкалы, на которых образцы окраски воспроизводят окраску (цвет и интенсивность) модельных эталонных растворов, приготовленных с соблюдением заданных значений концентраций целевого компонента.

За результат анализа при визуальном колориметрировании принимают то значение концентрации компонента, которое имеет ближайший по окраске образец контрольной шкалы либо модельного эталонного раствора. Если окраска раствора-пробы в колориметрической пробирке окажется интенсивнее крайнего образца на шкале с максимальной концентрацией,

проводят разбавление пробы. После повторного колориметрирования вводят поправочный коэффициент, учитывающий степень разбавления пробы.

Окрашенные пробы, полученные при выполнении анализов, можно колориметрировать с помощью фотоэлектроколориметра (фотометра). Соответствующий метод анализа называется **фотоколориметрическим**. При таком способе колориметрирования определяют оптическую плотность растворов — проб в кюветах из комплекта фотоэлектроколориметра.

Унифицированные технологии анализа ЗАО «Крисмас+» с применением полевых лабораторий и тест-комплектов позволяют проводить определения с использованием выпускаемых в России и за рубежом портативных и лабораторных фотоэлектроколориметров. В качестве базового фотоколориметра в укладках ЗАО «Крисмас+» используют портативные фотоколориметры типа «Экотест-2020», «Эксперт-003» (рис. 4).



Рис. 4. Фотоэлектроколориметры:

а — лабораторный фотометр марки КФК-3; *б* — универсальный фотоколориметр марки «Экотест-2020»; *в* — универсальный фотометр марки «Эксперт-003»; *г* — набор-укладка для полевого фотоколориметрирования «Экотест-2020–К».

Приборное колориметрирование позволяет существенно повысить точность анализа, однако требует большей тщательности и квалификации в работе, предварительного построения градуировочной характеристики (желательно не менее трёх параллельных построений). При этом измеряют значения оптической плотности модельных растворов.

2.2.6. Особенности выполнения анализа титриметрическим методом

Титриметрический метод количественного анализа основан на определении количества реагента (титранта), требующегося для стехиометрического взаимодействия с анализируемым веществом до точки эквивалентности. При выполнении анализа титриметрическим методом (карбонаты и бикарбонаты, хлориды, общая жёсткость, обменная кислотность, ёмкость катионного обмена и др.) определение проводят в склянках или пробирках вместимостью 15–20 мл, имеющих метку «10 мл». В процессе титрования раствор перемешивают взбалтыванием.

Требуемые объёмы растворов при титровании отмеряют с помощью бюреток, мерных пипеток или более простых дозирующих устройств — шприцев, калиброванных капельниц и т.п. (рис. 5). Наиболее удобны для титрования бюретки с краном (рис. 6, в).

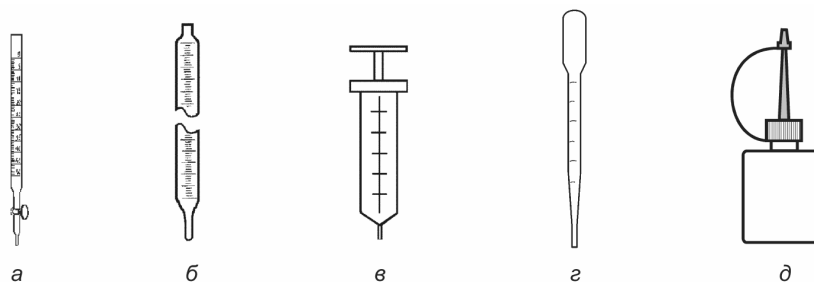


Рис. 5. Средства дозировки растворов:

a — бюретка с краном; *б* — мерная пипетка; *в* — шприц-дозатор;
г — пипетка-капельница простая полимерная; *д* — капельница-флакон.



Для удобства работы с пробирками их можно устанавливать в штативах.

Для удобства заполнения мерных пипеток растворами и титрования их герметично соединяют с шприцем достаточной вместимости посредством силиконовой трубки.

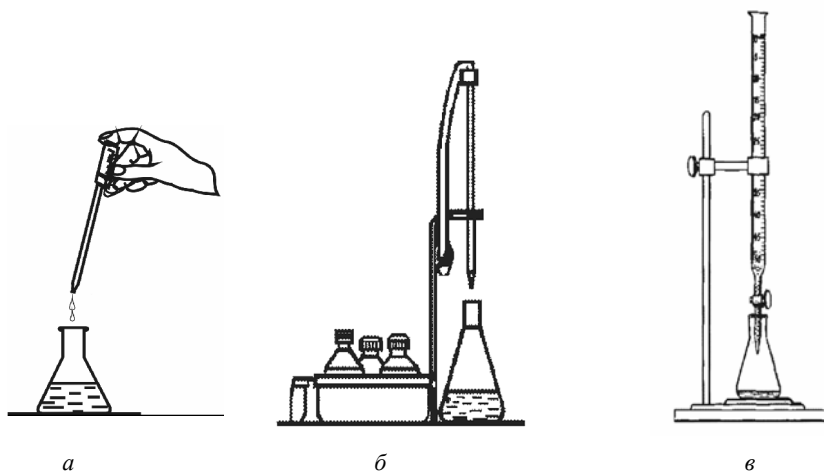


Рис. 6. Установки для титрования в штативах:

- а* — компак-пипетка со шприцем;
- б* — мерная пипетка со шприцем в стойке-штативе;
- в* — бюретка с краном в лабораторном штативе.



Запрещается заполнение пипеток растворами путём их всасывания ртом.

3. Требования к квалификации оператора

Большинство анализов с применением почвенных лабораторий и тест-комплектов ЗАО «Крисмас+» может выполнять оператор (инженер, лаборант), ознакомленный с правилами техники безопасности, освоивший приведенные методики, имеющий навыки выполнения основных операций и прошедший проверку знаний и навыков (отбора и подготовки проб почвы, приготовления почвенных вытяжек и растворов из готовых компонентов, проведения титрования, использования шкал для визуального колориметрирования и др.).

Несколько сложнее анализы фотоколориметрическими методами, требующие более глубоких знаний и методических профессиональных навыков в освоении методик.

Повышенную сложность также представляют работы по определению общего азота, фосфора, органических соединений, проводимые, обычно, в лабораторных условиях и требующие от персонала знаний и навыков работы в химической лаборатории — правил техники безопасности при работе с концентрированными кислотами, использования различной мерной посуды, аналитического взвешивания, знаний при пересчётах концентраций и др.