

Научно-производственное объединение
ЗАО «Крисмас+»

РУКОВОДСТВО

ПО ПРИМЕНЕНИЮ МИНИ-ЭКСПРЕСС-ЛАБОРАТОРИИ

«Пчёлка-У»

И ЕЁ МОДИФИКАЦИЙ ПРИ УЧЕБНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ



Крисмас[®]

МЫ ВСЕГДА ОТКРЫТЫ ДЛЯ СОТРУДНИЧЕСТВА!

christmas-plus.ru
krismac.pf
shop.christmas-plus.ru

Санкт-Петербург

Научно-производственное объединение ЗАО «Крисмас+»

РУКОВОДСТВО
по применению
мини-экспресс-лаборатории
«Пчёлка-У»
и её модификаций
при учебных экологических
исследованиях

Под ред. канд. хим. наук А. Г. Муравьёва

Санкт-Петербург
Крисмас+

2025

УДК 542.1(035)

ББК Гс2

Р 85

Авторы:

Александр Григорьевич Муравьев, Валентина Васильевна Данилова,
Борис Владимирович Смолев, Светлана Александровна Панфилова,
Анатолий Алексеевич Мельник

**Р 85 Руководство по применению мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» и её модификаций при учебных экологических исследованиях / А. Г. Муравьев, В. В. Данилова, Б. В. Смолев [и др.] ; под ред. канд. хим. наук А. Г. Муравьева. — 9-е изд., перераб., доп. и испр. — Санкт-Петербург : Крисмас+, 2025. — 168 с., ил.
ISBN 978-5-89495-299-4**

Руководство охватывает все модификации мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У», серийно выпускаемые научно-производственным объединением ЗАО «Крисмас+». Приведены методы и приёмы работы с мини-экспресс-лабораториями «Пчёлка-У» с применением имеющихся в составе простых средств экспресс-контроля окружающей среды при оценке состояния воздуха, воды, почвы, продуктов питания.

Материал изложен с учётом современных методических и дидактических подходов к экологическому практикуму и учебным исследованиям, проводимым при изучении экологии, химии, биологии, географии, ОБЖ, профильных и специальных курсов в системах общего, дополнительного и профессионального образования. Рассмотрены методические особенности проведения занятий, включая приготовление различных модельных загрязнений. Приведены типовые практические работы с применением мини-экспресс-лабораторий, изложенные в виде карт-инструкций.

Руководство адресовано методистам и педагогам школ и учреждений дополнительного образования, преподавателям ССУЗ, студентам и учащимся, а также всем потребителям мини-экспресс-лабораторий «Пчёлка-У» и входящих в их состав средств экспресс-контроля окружающей среды.

УДК 542.1(035)

ББК Гс2

ISBN 978-5-89495-299-4

© ЗАО «Крисмас+», 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	6
1 Назначение и области применения	8
2 Основные технические данные и характеристики	14
3 Комплектность различных модификаций мини-экспресс-лабораторий «Пчёлка-У»	19
4 Общая характеристика методов оценки состояния окружающей среды	27
4.1 Направления работы с мини-экспресс-лабораториями	27
4.2 Метод определения состава воздуха с помощью индикаторных трубок	28
4.3 Метод тестирования воздушной среды с помощью безаспирационной тест-системы «Аммиак»	29
4.4 Метод тестирования воды и водных растворов с помощью тест-систем	30
4.5 Методы количественного гидрохимического анализа воды и водных растворов с помощью аналитических растворов, реагентов и принадлежностей	31
4.6 Метод моделирования химических загрязнений окружающей среды	32
4.7 Методы гидробиологических исследований в оценке состояния водоёмов	32
5 Правила работы с мини-экспресс-лабораториями «Пчёлка-У» и меры безопасности	33
5.1 Общие правила работы	33
5.2 Меры безопасности при работе с мини-экспресс-лабораториями	34
5.3 Общие указания по методике проведения занятий	38
5.4 Рекомендации по оформлению результатов учебных исследований на примере международного конкурса «Инструментальные исследования окружающей среды»	39
5.5 Требования к подготовленности преподавателей и учащихся	41
5.6 Правила укладки и хранения мини-экспресс-лабораторий «Пчёлка-У»	41
5.7 Рекомендации по использованию визуальных средств на занятиях с применением мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У»	42
6 Методика работы с мини-экспресс-лабораториями	44
6.1 Подготовка к работе с мини-экспресс-лабораториями	44
6.2 Методика применения индикаторных трубок при определении в воздухе диоксида углерода и приоритетных загрязнителей	44
6.2.1 Общие сведения	44
6.2.2 Объекты для практических работ с применением индикаторных трубок	45
6.2.3 Рекомендации по проведению занятия	46
6.2.4 Порядок применения индикаторных трубок совместно с аспиратором типа НП-3М	51
6.2.5 Порядок применения индикаторных трубок совместно с аспиратором НП-4	56
6.2.6 Порядок применения индикаторных трубок совместно с сифонным аспиратором типа АМ-5Е	58
6.3 Методика применения тест-системы «Аммиак»	61
6.3.1 Особенности применения безаспирационных тест-систем для определения загрязнений воздуха	61
6.3.2 Порядок применения тест-системы «Аммиак»	62

6.4	Методика применения тест-систем при анализе воды и водных растворов	65
6.4.1	Общие указания по применению мини-экспресс-лабораторий «Пчёлка-У» для оценки качества воды и состава почвенных вытяжек	65
6.4.2	Принцип действия тест-систем для анализа воды и возможность их применения в учебном процессе	66
6.4.3	Выполнение анализа с применением тест-систем	70
6.4.3.1	Выполнение анализа на примере тест-системы «Нитрат-тест» с полимерным покрытием тест-полоски	70
6.4.3.2	Выполнение анализа с применением тест-систем без полимерного покрытия	72
6.4.3.3	Применение тест-систем при анализе вытяжек из сухих объектов	73
6.5	Методика оценки экологического состояния почвы с применением мини-экспресс-лабораторий	75
6.5.1	Общие сведения	75
6.5.2	Этапы практической работы	78
6.6	Методика применения тест-системы «Нитрат-тест» при контроле пищевых продуктов	80
6.7	Приготовление модельных воздушных смесей и освоение приёмов работы с индикаторными трубками	83
6.7.1	Общие положения	83
6.7.2	Приготовление учебных модельных загрязнений воздуха и их анализ	87
6.7.3	Методика проведения занятий	90
6.7.4	Эксперименты по приготовлению учебной модельной смеси и её анализ	92
6.8	Приготовление модельных растворов	96
6.9	Применение мини-экспресс-лабораторий «Пчёлка-У/хим» и «Пчёлка-У/почва» при количественном гидрохимическом анализе	98
6.9.1	Правила отбора проб воды	98
6.9.2	Определение водородного показателя (pH) воды и почвенной вытяжки	99
6.9.3	Определение карбонатов, гидрокарбонатов, щёлочности	99
6.9.4	Определение сульфатов	102
6.9.5	Определение хлоридов	103
6.9.6	Определение общей жёсткости	104
6.10	Применение мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У/био» при гидробиологических исследованиях	106
7	Инструкции к проведению практических работ	108
	Работа 1. Определение содержания в воздухе углекислого газа	108
	Часть I. Экспресс-анализ воздуха на содержание углекислого газа	109
	Часть II. Экспресс-анализ выдыхаемого воздуха на содержание углекислого газа	110
	Работа 2. Определение загрязнителей воздуха в выхлопных газах автомобиля	112
	Работа 3. Экспресс-контроль загрязнённости воздуха парами аммиака	114
	Работа 4. Приготовление модельных загрязнений воды (сточных вод) и их экспресс-анализ	116
	Работа 5. Определение водородного показателя (pH) воды	119
	Работа 6. Приготовление почвенной вытяжки	120
	Работа 7. Определение pH почвенной вытяжки и оценка кислотности почвы	122

Работа 8. Определение карбонатов, гидрокарбонатов, щёлочности в воде и почвенной вытяжке	124
Работа 9. Определение сульфатов в воде и почвенной вытяжке	129
Работа 10. Обнаружение хлоридов в модельном растворе, минеральной воде и почвенной вытяжке	132
Работа 11. Количественное определение хлоридов в воде и почвенной вытяжке	133
Работа 12. Определение и устранение жёсткости воды	136
Работа 13. Количественное определение общей жёсткости в воде и почвенной вытяжке	139
Работа 14. Оценка экологического состояния почвы по солевому составу водной вытяжки	141
Работа 15. Определение засоленности почвы по солевому остатку	143
Работа 16. Определение органического вещества в почве	145
Работа 17. Оценка качества продуктов питания по содержанию в них нитратов	147
Работа 18. Изучение запылённости пришкольной территории	149
8 Список рекомендуемой литературы	152
9 Краткий словарь специальных терминов	155
Приложения:	
Приложение 1. План урока по теме «Оценка качества овощей и фруктов по содержанию в них нитратов» (для 9–11 классов)	159
Приложение 2. Сведения о размещении интерактивных информационно-обучающих материалов к мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» и её модификациям в сети Интернет	163
Приложение 3. Учебный центр группы компаний «Крисмас»	166
Приложение 4. Средства оснащения современного экологического практикума	167

Предисловие

Широкий интерес работников образовательных учреждений к экологическим исследованиям и практикуму, привлечение учащихся, студентов, педагогов к практической экологической работе обусловили создание и серийное производство научно-производственным объединением ЗАО «Крисмас+» мини-лабораторий для учебных экологических исследований «Пчёлка-У». В настоящее время в дополнение к базовой модификации «Пчёлки-У», выпускаются еще четыре модификации — «Пчёлка-У/м», «Пчёлка-У/хим», «Пчёлка-У/почва», а также (с 2014 г.) «Пчёлка-У/био».

«Пчёлки» применяются во многих образовательных учреждениях по всей территории России и заняли заметное место в ряду современных технических средств обучения. Свидетельством тому является имевшая место сертификация мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» в системе «УЧСЕРТ» при Российской академии образования на соответствие педагогическим, эргономическим и эстетическим требованиям, а также в системе сертификации аварийно-спасательных средств при МЧС России.

В настоящее время возникают новые формы обучения, появляются новые экологически ориентированные учебные программы, учебники и практикумы. Имеет место массовое заимствование технологий учебных исследований окружающей среды в различные курсы, предметы и практики систем общего, дополнительного и профессионального образования. Это обуславливает и более высокие требования к методико-дидактическому обеспечению комплекта «Пчёлка-У», более точному определению его места в учебном процессе, делает необходимым знание педагогом возможных границ применимости данного учебного оборудования при изучении различных предметов. В руководстве приведена информация, помогающая педагогу освоить комплект, лучше понять методологию учебного процесса в области оценки состояния окружающей среды современными средствами, расширить арсенал педагогических технологий учителя.

В отдельную главу выделены описания примерных практических работ с применением входящих в состав комплекта индикаторных средств. Сопровождение описаний рисунками позволяет улучшить наглядность и узнаваемость операций.

Научно-производственное объединение ЗАО «Крисмас+» выражает благодарность за ценные замечания и помощь при создании комплекта лаборатории «Пчёлка-У» в его современном виде: руководителю научно-технологического центра учебного оборудования при Российской академии образования, доктору педагогических наук, профессору, члену-корреспонденту РАО Татьяне Сергеевне Назаровой, заведующему кафедрой педагогики окружающей среды, безопасности и здоровья человека Санкт-Петербургской государственной академии постдипломного педагогического образования, доктору педагогических наук, профессору Сергею Владимировичу Алексееву, а также многим педагогам и специалистам, принимавшим участие в апробации комплекта по всей России и применяющим его в своей повседневной работе.

Вместе с тем, несмотря на сформированность изделия «Пчёлка-У» как типа учебного оборудования и его дидактико-методическую проработанность, ЗАО «Крисмас+» продолжает его совершенствование. Поэтому мы будем благодарны за отзывы, замечания и предложения относительно улучшения потребительских свойств серийно выпускаемых учебных изделий.

Реквизиты для отзывов и пожеланий:

191119, г. Санкт-Петербург, ул. Константина Заслонова, д. 6.

191180, г. Санкт-Петербург, наб. реки Фонтанки, д. 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 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» — портативные дидактико-методические комплектные лаборатории, включающие простейшие индикаторные средства, расходные материалы, принадлежности и приспособления для ознакомления с экспресс-контролем окружающей среды, техническую документацию (паспорт), а также настоящее руководство по применению.

Мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» предназначены для использования при работе со школьниками в ходе учебных экологических исследований, а также при проведении экологического практикума в курсах экологии, химии, биологии, ОБЖ, географии, спецкурсах/факультативах по экологическому мониторингу, геоэкологии, экологической химии и др.

Мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» в разных модификациях применяются для полевых и лабораторных экологических (химико-экологических, биолого-экологических и т. п.) ученических исследований и практикума, а также демонстрационных экспериментов по экологии, химии, биологии, географии, ОБЖ, в соответствующих профильных курсах в системах общего среднего, профессионального и дополнительного образования.

Позволяют проводить эксперимент в различных формах организации работ учащихся: фронтальной, индивидуальной и групповой. Местом проведения работ может быть как школьный кабинет, так и учебная лаборатория, а также полевые условия.

Изделия ориентированы на учащихся средних и специализированных школ, учреждений дополнительного образования, средних технических учебных заведений, студентов вузов, а также слушателей в системе последипломного образования. Мини-экспресс-лаборатории рассчитаны на применение в учебном процессе, начиная с 9 класса общеобразовательной школы, хотя по некоторым темам они могут быть использованы в 8 и даже в 7 классе, особенно при наличии у школьников начальной подготовки по химии и экологии.

Мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» рассчитаны на выполнение практических работ по нескольким независимым направлениям одновременно несколькими учащимися (группами учащихся, студентов, слушателей). При этом проводится первичное экологическое обследование объектов окружающей среды, практическое ознакомление обучаемых с методами экологического обследования, современными средствами экспресс-контроля и методиками их

применения. Мини-экспресс-лаборатории позволяют также решать задачи качественного анализа и идентификации отдельных химических соединений по функциональным группам.

Мини-экспресс-лаборатории «Пчелка-У» включены в перечни оборудования, рекомендованного для школьных кабинетов химии, биологии, экологии, географии, ОБЖ и для внешкольного/дополнительного образования.

Мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» выпускаются в базовом варианте и четырёх основных модификациях (рис. 1).

«Пчёлка-У» — базовый вариант мини-экспресс-лаборатории, включающий наиболее широкий круг средств контроля окружающей среды. Рассчитан на проведение практических работ ознакомительного (начального), среднего и повышенного уровня. Данная модификация также входит в состав других изделий:

— комплекта контрольного оборудования для лаборатории «Безопасность жизнедеятельности и экология» (БЖЭ);

— многофункциональной лаборатории «Я эколог» и др.

«Пчёлка-У/м» — модификация, предназначенная для проведения занятий на основе пособия «Экологический практикум»¹. Данная модификация изделия входит также в состав выпускаемого ЗАО «Крисмас+» типового комплекта оборудования для лаборатории «Экологический практикум», комплекта-практикума экологического «КПЭ».

«Пчёлка-У/хим» — модификация, предназначенная для занятий химико-экологической направленности среднего и повышенного уровня сложности, для организации лабораторного эксперимента, лабораторных и практических занятий.

«Пчёлка-У/био» — модификация, предназначенная для использования в ходе учебных комплексных биолого-экологических исследований, а также при проведении соответствующих практикумов. Обеспечивая те же возможности, что и базовая модификация, «Пчёлка-У/био» позволяет проводить занятия по биоиндикации и биомониторингу водоёмов путём определения различных биотических индексов (Вудивисса, Майера, биотического индекса ручья).

«Пчёлка-У/почва» — модификация, специально предназначенная для исследований экологического состояния почвы среднего и повышенного уровня сложности, с направленностью на вопросы почвоведения, агрохимии и агрономии, для организации лабораторного эксперимента, лабораторных и практических занятий.

Направления практических работ, реализуемые с помощью «Пчёлки-У» и её модификаций, приведены в табл. 1. Входящие в состав мини-экспресс-лабораторий индикаторные средства могут быть использованы также индивидуально.

¹ Экологический практикум: учеб. пособие... 5-е изд., 2017.



Рис. 1. Мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У»:

- а, б — в упаковке типа мини-кейс (модификации «Пчёлка-У» и «Пчёлка-У/м»), в закрытом (а) и открытом (б) виде;
- в, г, д — в упаковке типа контейнер (модификации «Пчёлка-У/хим» и «Пчёлка-У/почва»), в закрытом (в) и развернутом (г, д) виде;
- е, ж — в упаковке в коробке из гофрокартона (модификации «Пчёлка-У» и «Пчёлка-У/м»), в закрытом (е) и открытом (ж) виде;
- з — в упаковке типа контейнер (модификация «Пчёлка-У/био») в открытом виде с сачком гидробиологическим

Таблица 1

Направления практических работ с мини-лабораториями «Пчёлка-У»*

Объект исследований	Применяемые экспресс-средства	Анализируемые соединения/загрязнители				
		«Пчёлка-У»	«Пчёлка-У/м»	«Пчёлка-У/био»	«Пчёлка-У/хим»	«Пчёлка-У/почва»
1 Воздух, модельные химические загрязнения воздуха	Индикаторные трубки, совместно с аспиратором	CO ₂ , NO ₂ , SO ₂	CO ₂	CO ₂ , NO ₂ , O ₂	CO ₂ , SO ₂ , O ₂	Не выполняется
	Тест-система «Аммиак»	NH ₃	NH ₃	NH ₃	NH ₃	
2 Вода, модельные химические загрязнения воды	Тест-системы	Активный хлор, Fe общее, NO ₃ ⁻ , Cr (VI), pH	Активный хлор, Fe общее, NO ₃ ⁻ , Cr (VI), pH	Активный хлор, Fe общее, NO ₃ ⁻ , Cr (VI), pH	Активный хлор, Fe общее, NO ₃ ⁻ , Cr (VI), pH	Активный хлор, Fe общее, NO ₃ ⁻ , Cr (VI), pH
	Тестовые и аналитические растворы	Не выполняется	Не выполняется	Не выполняется	CO ₃ ²⁻ , HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , общая жёсткость, pH	CO ₃ ²⁻ , HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , общая жёсткость, pH
3 Почвенные вытяжки, модельные химические загрязнения почвы	Тест-системы	Активный хлор, Fe общее, NO ₃ ⁻ , Cr (VI), pH (кислотность почв)	Активный хлор, Fe общее, NO ₃ ⁻ , Cr (VI), pH (кислотность почв)	Активный хлор, Fe общее, NO ₃ ⁻ , Cr (VI), pH (кислотность почв)	Активный хлор, Fe общее, NO ₃ ⁻ , Cr (VI), pH (кислотность почв)	Активный хлор, Fe общее, NO ₃ ⁻ , Cr (VI), pH (кислотность почв)
	Тестовые и аналитические растворы	Не выполняется	Не выполняется	Не выполняется	CO ₃ ²⁻ , HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , pH (кислотность, засолённость почв, содержание солей Са и Mg по общей жёсткости в почвенной вытяжке)	CO ₃ ²⁻ , HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , pH (кислотность, засолённость почв, содержание солей Са и Mg по общей жёсткости в почвенной вытяжке)

Объект исследований	Применяемые экспресс-средства	Анализируемые соединения/загрязнители				
		«Пчёлка-У»	«Пчёлка-У/м»	«Пчёлка-У/био»	«Пчёлка-У/хим»	«Пчёлка-У/почва»
4 Соли и сыпучие среды (удобрения, АХОВ, соли неизвестного происхождения и др.)	Тест-системы	Активный хлор, Fe общее, NO_3^- , Cr (VI), pH	Активный хлор, Fe общее, NO_3^- , Cr (VI), pH	Активный хлор, Fe общее, NO_3^- , Cr (VI), pH	Активный хлор, Fe общее, NO_3^- , Cr (VI), pH	Активный хлор, Fe общее, NO_3^- , Cr (VI), pH
	Тестовые и аналитические растворы	Не выполняется	Не выполняется	Не выполняется	CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}	CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}
5 Овощи, фрукты, соки	Тест-система «Нитрат-тест»	NO_3^-	NO_3^-	NO_3^-	NO_3^-	NO_3^-
6 Состояние сообщества гидробионтов с расчетом пидробиологических индексов	Набор гидробиологический с сачком (по заказу – сеткой гидробиологической)	Не выполняется	Не выполняется	Оценка состояния водоёма (оценка сообщества) с расчётом индексов Вудивисса и Майера, рейтинга ручья	Не выполняется	Не выполняется

* Допускаются не принципиальные изменения (указываются в паспорте на изделие).

Мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» позволяют выполнять практические работы непосредственно на исследуемом объекте (например, в полевых условиях) или в лаборатории (кабинете) при использовании предусмотренных в их составе приспособлений и вспомогательных средств. Простота методик для практической работы позволяет эффективно применять мини-экспресс-лаборатории в разнообразных учебных ситуациях. Так, большой опыт применения модификаций изделий «Пчёлка-У» накоплен на практических занятиях по экологии, химии с элементами экологии (изучение химического состава воздуха и воды), по биологии (при изучении процессов дыхания), ОБЖ (оценка факторов химической опасности и АХОВ²), на специализированных интегрированных курсах, факультативах и кружках (антропогенное загрязнение воздуха автотранспортом, оценка экологического состояния почвы по кислотности, степени засоленности и др.), при гидробиологических исследованиях и т. п.

Изделия «Пчёлка-У» всех модификаций не подлежат санитарно-эпидемиологической экспертизе и декларированию соответствия.

Продукция производится под зарегистрированными товарными знаками «Крисмас» и «Пчёлка».

Индикаторные трубки, входящие в состав изделий, внесены в Госреестр РФ средств измерений.

² Аварийные химически опасные вещества, см. краткий словарь терминов.



«Пчёлка-У/хим»



«Пчёлка-У/био»



«Пчёлка-У»
базовый вариант



«Пчёлка-У/почва»



«Пчёлка-У/м»



Крисмас[®]
МЫ ВСЕГДА ОТКРЫТЫ ДЛЯ СОТРУДНИЧЕСТВА!
christmas-plus.ru
крисмас.рф
shop.christmas-plus.ru

ИНТЕРНЕТ-МАГАЗИН
Крисмас[®]
shop.christmas-plus.ru

Крисмас[®]
УЧЕБНЫЙ
ЦЕНТР
u-center.info

УО
УЧЕБНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ

ISBN 978-5-89495-299-4



9 785894 952994 >

191180 Санкт-Петербург, наб. р. Фонтанки, 102
191119 Санкт-Петербург, ул. Константина Заслонова, 6
Тел./факс: (812) 575-50-81, 575-55-43, 575-54-07, 575-88-14
8 (800) 302-92-25 – звонок по России бесплатный
Факс: (812) 325-34-79
E-mail: info@christmas-plus.ru
Сайты: shop.christmas-plus.ru, christmas-plus.ru, крисмас.рф

Эксклюзивный дилер в Москве:
127247 Москва,
Дмитровское шоссе, д. 96, корп. 2
Тел.: (917) 579-66-02
E-mail: n-chernyh@christmas-plus.ru
Сайт: ecologlab.ru



Система менеджмента качества предприятия
сертифицирована на соответствие требованиям
международного стандарта ISO 9001