

Научно-производственное объединение
ЗАО «Крисмас+»

РУКОВОДСТВО

ПО ПРИМЕНЕНИЮ МИНИ-ЭКСПРЕСС-ЛАБОРАТОРИИ

«Пчёлка-У»

И ЕЁ МОДИФИКАЦИЙ ПРИ УЧЕБНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ



Продукция выпускается под зарегистрированным
товарным знаком «Пчелка»

Christmas[®]



christmas-plus.ru
крисмас.рф

Санкт-Петербург

Научно-производственное объединение ЗАО «Крисмас+»

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

Под редакцией А. Г. Муравьёва

Крисмас+
Санкт-Петербург

2018

УДК 372.8: 504.06

ББК 74.26: 20.18с

Р 85

С о с т а в и т е л и: Муравьев Александр Григорьевич,
Данилова Валентина Васильевна,
Смолев Борис Владимирович,
Мельник Анатолий Алексеевич

Р 85 Руководство по применению мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» и её модификаций при учебных экологических исследованиях / Под ред. к.х.н. А. Г. Муравьева. Изд. 6-е, дополн. — СПб.: Крисмас+, 2018. — 160 с., ил.

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 учетом 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.

ISBN 978-5-89495-249-9



9 785894 952499

© ЗАО «Крисмас+», 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие к 5-му изданию	6
1. Назначение и области применения	8
2. Основные технические данные и характеристики	14
3. Комплектность различных модификаций мини-экспресс-лабораторий «Пчёлка-У»	18
4. Общая характеристика методов оценки состояния окружающей среды	26
4.1. Направления работы с мини-экспресс-лабораториями	26
4.2. Метод определения состава воздуха с помощью индикаторных трубок	27
4.3. Метод тестирования воздушной среды с помощью безаспирационной тест-системы «Аммиак»	28
4.4. Метод тестирования воды и водных вытяжек с помощью тест-систем	28
4.5. Методы количественного гидрохимического анализа воды и водных вытяжек с помощью аналитических растворов, реактивов и принадлежностей	29
4.6. Метод моделирования химических загрязнений окружающей среды	30
4.7. Методы гидробиологических исследований в оценке состояния водоёмов	30
5. Правила работы с мини-экспресс-лабораториями «Пчёлка-У» и меры безопасности	31
5.1. Общие правила работы	31
5.2. Меры безопасности при работе с мини-экспресс-лабораториями	32
5.3. Общие указания по методике проведения занятий	36
5.4. Рекомендации по оформлению результатов учебных исследований на примере международного конкурса «Инструментальные исследования окружающей среды»	36
5.5. Требования к подготовленности преподавателей и учащихся	38
5.6. Правила укладки и хранения мини-экспресс-лабораторий «Пчёлка-У»	38
5.7. Рекомендации по использованию визуальных средств на занятиях с применением мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У»	39
6. Методика работы с мини-экспресс-лабораториями	41
6.1. Подготовка к работе с мини-экспресс-лабораториями	41
6.2. Методика применения индикаторных трубок при определении в воздухе диоксида углерода и приоритетных загрязнителей	41
6.2.1. Общие сведения	41
6.2.2. Объекты для практических работ с применением индикаторных трубок	42
6.2.3. Рекомендации по проведению занятия	43
6.2.4. Порядок применения индикаторных трубок с аспиратором НП-3М	48
6.2.5. Порядок применения индикаторных трубок с аспиратором НП-4	51
6.2.6. Порядок применения индикаторных трубок с сифонным аспиратором АМ-5	53
6.3. Методика применения тест-системы «Аммиак»	55
6.3.1. Особенности применения безаспирационных тест-систем для определения загрязнений воздуха	55
6.3.2. Порядок использования тест-системы «Аммиак»	55
6.4. Методика применения тест-систем при анализе водных растворов и вытяжек	58
6.4.1. Общие указания по применению мини-экспресс-лабораторий «Пчёлка-У» для оценки качества воды и состава почвенных вытяжек	58
6.4.2. Принцип действия тест-систем для анализа воды	59

6.4.3. Выполнение анализа с применением тест-систем	63
6.4.3.1. Выполнение анализа на примере тест-системы «Нитрат-тест» с полимерным покрытием тест-полоски	63
6.4.3.2. Выполнение анализа с применением тест-систем без полимерного покрытия	65
6.4.3.3. Применение тест-систем при анализе вытяжек из сухих объектов	66
6.5. Методика оценки экологического состояния почвы с применением мини-экспресс-лабораторий	68
6.5.1. Общие сведения	68
6.5.2. Этапы практической работы	71
6.6. Методика применения тест-системы «Нитрат-тест» при контроле пищевых продуктов	73
6.7. Приготовление модельных воздушных смесей и освоение приёмов работы с индикаторными трубками	76
6.7.1. Общие положения	76
6.7.2. Приготовление учебных модельных загрязнений воздуха и их анализ	80
6.7.3. Методика проведения занятий	83
6.7.4. Эксперименты по приготовлению учебной модельной смеси и её анализу	85
6.8. Приготовление модельных растворов и освоение приёмов работы с тест-системами	88
6.9. Применение мини-экспресс-лабораторий «Пчёлка-У/хим» и «Пчёлка-У/почва» при количественном гидрохимическом анализе	89
6.9.1. Правила отбора проб воды	89
6.9.2. Определение водородного показателя (pH) воды и почвенной вытяжки	90
6.9.3. Определение карбонатов, гидрокарбонатов, щёлочности	90
6.9.4. Определение сульфатов	93
6.9.5. Определение хлоридов	93
6.9.6. Определение общей жёсткости	95
6.10. Применение мини-экспресс-лабораторий «Пчёлка-У/био» при гидробиологических исследованиях	97
7. Инструкции к проведению практических работ	99
Работа 1. Определение содержания в воздухе углекислого газа	99
Работа 2. Определение загрязнителей воздуха в выхлопных газах автомобиля	103
Работа 3. Экспресс-контроль загрязнённости воздуха парами аммиака	105
Работа 4. Приготовление модельных загрязнений воды (сточных вод) и их экспресс-анализ	107
Работа 5. Определение водородного показателя (pH) воды	110
Работа 6. Приготовление почвенной вытяжки	111
Работа 7. Определение pH почвенной вытяжки и оценка кислотности почвы	113
Работа 8. Определение карбонатов, гидрокарбонатов, щёлочности в воде и почвенной вытяжке	115
Работа 9. Определение сульфатов в воде и почвенной вытяжке	120
Работа 10. Обнаружение хлоридов в модельном растворе, минеральной воде и почвенной вытяжке	123
Работа 11. Количественное определение хлоридов в воде и почвенной вытяжке	124
Работа 12. Определение и устранение жёсткости воды	126

Работа 13. Количественное определение общей жёсткости в воде и почвенной вытяжке	129
Работа 14. Оценка экологического состояния почвы по солевого составу водной вытяжки	131
Работа 15. Определение засолённости почвы по солевого остатку	133
Работа 16. Определение органического вещества в почве	135
Работа 17. Оценка качества продуктов питания по содержанию в них нитратов	137
Работа 18. Изучение запыленности пришкольной территории	139
8. Список рекомендуемой литературы	142
9. Сведения о размещении интерактивных информационно-обучающих материалов к мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» и её модификациям в сети Интернет	145
10. Краткий словарь специальных терминов	148
Приложения:	
План урока по теме: «Оценка качества овощей и фруктов по содержанию в них нитратов» (для 9–11 классов)	152
Литература для образовательных учреждений по практической оценке окружающей среды и методике экологически ориентированной учебной деятельности	156
Информационные приложения	157



Предисловие к 5-му изданию

Широкий интерес работников образовательных учреждений к экологическим исследованиям и практикуму, привлечение учащихся, студентов, педагогов к практической экологической работе обусловили еще в 1990 г. создание и серийное производство научно-производственным объединением ЗАО «Крисмас+» экспериментальных образцов мини-лабораторий для учебных экологических исследований «Пчёлка-У». С 1996 г. ЗАО «Крисмас+» производит мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» серийно, причем в настоящее время выпускаются еще 3 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 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 МинЧС 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, Санкт-Петербург, ул. Константина Заслонова, д. 6.

191180, 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. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» — портативные дидактико-методические комплекты лабораторий, 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 могут быть как школьный кабинет, так и учебная лаборатория.

Изделия ориентированы на учащихся средних и специализированных школ, учреждений дополнительного образования, среднетехнических учебных заведений, студентов вузов, а также слушателей в системе последиplomного 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 ка-

чественного 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 уровней. Данная модификация входит в состав:

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

— учебно-методического комплекса для класса ОБЖ «Факторы радиационной и химической опасности» (ФРХО);

— многофункциональной лаборатории «Я – эколог» и др.

«Пчёлка-У/м» — модификация, предназначенная для проведения занятий на основе пособия «Экологический практикум» [20]. 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).

«Пчелка-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.



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

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

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

Объект исследований	Применяемые экспресс-средства	Анализируемые соединения/загрязнители			
		«Пчёлка-У»	«Пчёлка-У/био»	«Пчёлка-У/хим»	«Пчёлка-У/почва»
1. Воздух, модельные химические загрязнения воздуха	Индикаторные трубки, с аспиратором	CO ₂	CO ₂ , NO ₂ , O ₂	CO ₂ , SO ₂ , O ₂	Не выполняются
	Тест-система «Аммиак»	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
	Тестовые и аналитические растворы	Не выполняется	Не выполняются	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)
	Тестовые и аналитические растворы	Не выполняется	Не выполняются	CO ₃ ²⁻ , HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , pH (кислотность, засоленность почв, содержание солей Ca и Mg по общей жёсткости в почвенной вытяжке)	CO ₃ ²⁻ , HCO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , pH (кислотность, засоленность почв, содержание солей Ca и Mg по общей жёсткости в почвенной вытяжке)

Объект исследований	Применяемые экспресс-средства	Анализируемые соединения/загрязнители				
		«Пчелка-У»	«Пчелка-У/м»	«Пчелка-У/био»	«Пчелка-У/хим»	«Пчелка-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. Составляющие сообщества гидробионтов с расчетом гидробиологических индексов	Набор гидро-биологический с сачком (по заказу – сеткой гидробиологической)	Не выполняется	Не выполняется	Оценка состояния водоема (оценка со-обществ) с рас-четом индексов Вудивисса и Майера, рей-тинга ручья	Не выполня-ется	Не выполня-ется

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

Мини-экспресс-лаборатории «Пчёлка-У» позволяют выполнять практические работы непосредственно на обследуемом 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 АХОВ*), 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.

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