

ЗАО «Крисмаст»

# РУКОВОДСТВО

К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ  
ДЛЯ ЛАБОРАТОРИИ  
«ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»

*Учебное пособие*

Санкт-Петербург  
2014



Научно-производственное объединение  
ЗАО «Крисмас+»

**РУКОВОДСТВО  
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ  
ДЛЯ ЛАБОРАТОРИИ  
«ЭКОЛОГИЯ  
И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»**

Учебное пособие для вузов

Санкт-Петербург  
2014

**Руководство к практическим занятиям для лаборатории «Экология и охрана окружающей среды».** Учебное пособие для вузов / Под ред. А.Г. Муравьева. Изд. 3-е, перераб. и дополн. — СПб.: «Крисмас+», 2014. — 108 с.

Составители:

Александр Григорьевич Муравьев, к.х.н.,

Валентина Васильевна Данилова,

Нина Алексеевна Осадчая,

Раиса Федоровна Витковская, к.т.н.

Анатолий Алексеевич Мельник, к.п.н.

Общая редакция: А.Г. Муравьев.

Пособие содержит описания основных лабораторных установок и 6 работ, реализуемых в лаборатории «Экология и охрана окружающей среды» и предназначено как руководство по проведению лабораторных работ.

Пособие также будет полезно при выполнении работ в родственных лабораториях на сложившейся материально-технической базе, при создании новых и дооборудовании существующих лабораторных установок при изучении методов и оборудования инженерной защиты окружающей среды по широкому кругу специальностей профессиональной подготовки студентов.

Пособие адресовано преподавателям, подготавливающим и проводящим лабораторные работы.

ISBN 978-5-89495-205-0

© Коллектив составителей, 2014

© ЗАО «Крисмас+», 2014

# СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1. Общая информация к лабораторным работам.....	10
1.1. Общие правила работы в лаборатории .....	10
1.2. Меры безопасности при работах .....	10
1.3. Методы и средства контроля оцениваемых параметров .....	15
1.3.1. Особенности методов и средств контроля оцениваемых параметров.....	15
1.3.2. Методика применения тест-комплектов.....	26
1.3.2.1. Тест-комплект «Активный хлор» .....	26
1.3.2.2. Тест-комплект «Железо» .....	31
1.3.2.3. Тест-комплект «Нитраты» .....	35
1.3.2.4. Тест-комплект «Нитриты» .....	39
1.3.2.5. Тест-комплект «Окисляемость перманганатная» .....	43
1.3.3. Методика применения тест-систем .....	51
1.3.3.1. Тест-система «Активный хлор» .....	51
1.3.3.2. Тест-система «Железо общее» .....	53
1.3.3.3. Тест-система «Никель-тест» .....	54
1.3.3.4. Тест-система «Нитрат-тест» .....	55
1.3.3.5. Тест-система «Нитрит-тест» .....	56
1.3.4. Методика определения концентраций диоксида углерода с применением индикаторных трубок совместно с аспиратором .....	57
2. Лабораторная работа «Оценка усвоения тяжелых металлов из почвы овощными культурами» .....	60
2.1. Вводная информация .....	60
2.2. Описание работы и перечень оборудования .....	62
2.3. Методика проведения работы.....	63
2.3.1. Общий порядок проведения работы .....	64
2.3.2. Выполняемые операции .....	67
2.3.2.1. Отбор и подготовка проб почвы .....	67
2.3.2.2. Приготовление почвенной вытяжки .....	68
2.3.2.3. Определение содержания никеля в почвенной вытяжке и фиксирование результатов .....	69
2.3.2.4. Построение графика зависимости содержания никеля в почве от времени .....	69

3. Лабораторная работа «Адсорбционная очистка питьевой и сточной воды» .....	71
3.1. Вводная информация .....	71
3.2. Описание работы и перечень оборудования .....	73
3.3. Методика проведения работы .....	76
3.3.1. Эксплуатация водоочистителя .....	76
3.3.2. Контроль содержания химических веществ.....	77
3.3.3. Расчет эффективности очистки .....	77
4. Лабораторная работа «Обесцвечивание сточных вод коагуляцией».....	79
4.1. Вводная информация .....	79
4.2. Описание работы и перечень оборудования .....	81
4.3. Методика проведения работы .....	83
4.3.1. Очистка воды коагуляцией .....	83
4.3.2. Контроль полноты очистки.....	84
4.3.3. Оценка эффективности очистки.....	85
5. Лабораторная работа «Очистка воздуха от диоксида углерода абсорбцией» .....	86
5.1. Вводная информация .....	86
5.2. Описание установки и перечень оборудования .....	87
5.3. Методика проведения работы .....	89
5.3.1. Подготовка и обслуживание установки.....	89
5.3.2. Контроль концентраций диоксида углерода .....	89
5.3.3. Оценка эффективности очистки.....	89
6. Лабораторная работа «Очистка воздуха от диоксида углерода адсорбцией» .....	90
6.1. Вводная информация .....	90
6.2. Описание установки и перечень оборудования .....	91
6.3. Методика проведения работы .....	93
6.3.1. Подготовка и обслуживание установки.....	93
6.3.2. Контроль концентраций диоксида углерода .....	93
6.3.3. Оценка эффективности очистки.....	93
7. Лабораторная работа «Электрокоагуляционный метод очистки воды».....	94
7.1. Вводная информация .....	94
7.2. Описание установки и перечень оборудования .....	95
7.3. Методика проведения работы .....	97

7.3.1. Приготовление воды с модельным загрязнением и её очистка .....	97
7.3.2. Определение перманганатной окисляемости по методу Кубеля.....	98
7.3.3. Оценка эффективности очистки.....	99
Список литературы .....	100
Приложение.	
Методика приготовления растворов для лабораторных работ .....	101
1. Работа «Оценка усвоения тяжелых металлов из почвы овощными культурами».....	101
2. Работа «Обесцвечивание сточных вод коагуляцией».....	102
3. Работа «Очистка воздуха от диоксида углерода абсорбцией».....	103
4. Работа «Электрокоагуляционная очистка воды» .....	103
5. Приготовление модельных растворов.....	104

## Введение

Задачи профессиональной подготовки современных специалистов обязательным элементом включают их экологическую подготовку, выступающую как фактор адаптации к существующим требованиям соблюдения технологий инженерной защиты окружающей среды. Данные требования актуальны не только на предприятиях химической промышленности, но и на широком круге объектов современной производственно-технической, коммунальной, транспортной и т.п. инфраструктуры. Соответствующие вопросы затрагиваются в различной мере в учебных дисциплинах как общеинженерного, так и специализированного циклов в рамках ряда Государственных стандартов высшего и среднего профессионального образования. Так, задачи специализированного лабораторного практикума по инженерной защите окружающей среды должны определяться требованиями, предъявляемыми к подготовке современного специалиста инженерного химико-технологического профиля, владеющего вопросами промышленной экологии и охраны окружающей среды. Именно поэтому название предлагаемого практикума — «Экология и охрана окружающей среды» («ЭОС») — следует понимать как собирательное.

Эффективность подготовки в значительной мере зависит от содержания и постановки лабораторного практикума. Предлагаемые к практическому освоению материалы непосредственно отражают применяемые практически в любой области научной-технической и производственной деятельности технологии и устройства химического обезвреживания и очистки питьевой и сточной воды, газовых выбросов и т.п. Кроме того, важное значение имеет освоение студентами простых и доступных химических методов и средств контроля важнейших экологически значимых параметров изучаемых сред. Лаборатория «ЭОС», оснащенная действующим типовым оборудованием для очистки и контроля, помогает студентам понять физико-химическую сущность процессов, протекающих при очистке сточных вод и газовых выбросов, а также определять важнейшие экологически и технологически важные параметры, подлежащие контролю.

Настоящее пособие предназначено как для самостоятельного изучения, так и в качестве практического руководства по применению соответствующего типового комплекта оборудования, поставляемого для лаборатории «ЭОС» ЗАО «Крисмас+». Данный комплект предназначен для проведения практических работ в рамках программ профессионального обучения с отражением вопросов промышленной экологии, экологического мониторинга, природопользования, техники и технологии защиты окружающей среды, безопасности жизнедеятельности и др. в системе среднего и высше-

го профессионального образования. Комплект пригоден для практического изучения экологических и техногенных факторов, параметров работы водоочистного, энергетического и теплотехнического оборудования, систем водоснабжения и др. Применение комплектов оборудования совместно с методическим пособием позволяет студентам приобретать навыки самостоятельной работы, проведения экологических экспертиз, обеспечения экологической безопасности в бытовых и производственных условиях.

Типовой комплект оборудования построен по модульному принципу. Входящие в состав комплекта модули отражают современные системы очистки воды, воздуха, почвы как на реальных средах, так и на искусственно приготовленных (модельных). Представлены основные методы очистки сред и методы контроля эффективности очистки, типовые очистные устройства и средства контроля.

В состав типового комплекта включено оборудование и учебные пособия, позволяющие изучать:

- закономерности химического и физико-химического осветления природных и сточных вод, а также обеззараживания воды;
- различные методы очистки воды — на образцах промышленно выпускаемых и доступных в регионе бытовых фильтров;
- методы и средства предотвращения загрязнения атмосферы — на устройствах мокрой очистки газов;
- загрязнение литосферы твердыми отходами — на установках по контролю состава почвы и др.

Настоящее пособие содержит описания основных лабораторных установок и 6 работ, реализуемых в лаборатории «Экология и охрана окружающей среды». В качестве контрольных модулей при формировании изделия применены серийно производимые научно-производственным объединением ЗАО «Крисмас+» тест-системы и тест-комплекты для контроля качества воды, а также индикаторные трубки для анализа воздуха.

В настоящем руководстве описания методик выполнения аналитических операций изложены с алгоритмическими рисунками, позволяющими улучшить понимание текста и узнаваемость оборудования.

Приведенный материал предназначен как руководство по проведению лабораторных работ, а также для применения при выполнении других, аналогичных работ.

Лаборатория «ЭОС», оснащенная действующим типовым оборудованием для очистки и контроля сточных вод и газовых выбросов, помогает студентам понять физико-химическую сущность процессов, протекающих при



очистке сточных вод и газовых выбросов, а также определить важнейшие экологически и технологически важные параметры, подлежащие контролю.

В лаборатории студенты не только знакомятся с практической стороной курса, но и приобретают навыки научного исследования.

В основу настоящего издания положены наработки кафедры инженерной защиты окружающей среды Санкт-Петербургского университета технологии и дизайна, с учетом опыта учебно-научных лабораторий других учреждений среднего и высшего профессионального образования.

При подготовке настоящего пособия и формировании соответствующего комплекта оборудования особое внимание было обращено на усиление исследовательских элементов в студенческих работах и введение в практику работ, основанных на химических технологических параметрах, актуальных для охраны окружающей среды и оценки ее качества.

Необходимо учитывать все расширяющийся круг задач в сфере экологически опасного производства, обусловленный оптимизацией существующих отечественных и внедрением импортных технологий. Именно поэтому задачи подготовки специалиста-производственника требуют формирования исследовательского мышления, знания и умения применять разнообразное оборудование для контроля экологически опасных параметров. Данное обстоятельство обуславливает специфику лабораторного курса «Экология и охрана окружающей среды», состоящую в изучении методов и оборудования для изучаемых технологических процессов обработки и очистки в единстве с оборудованием для контроля экологически значимых параметров.

Применение для контроля технологических параметров относительно простого оборудования, основанного преимущественно на химических методах (тест-комплектов и тест-систем) не устраняет инструментальный характер контроля, а подчеркивает его химическую направленность.

В лабораторном практикуме по инженерной защите окружающей среды нет необходимости представлять целые производства. По мнению составителей, в лаборатории достаточно представить основные методы и типовое оборудование, что позволит молодым специалистам в их трудовой деятельности, на основе полученных знаний, умений и навыков, сделать грамотный выбор способов и форм работы с очистным и контрольным оборудованием, а также путей получения дополнительной информации.

Вместе с тем, учитывая тенденцию усиления практической направленности естественнонаучного и политехнического образования, составители рассчитывают, в перспективе, расширить круг выполняемых в лаборатории тем, введя в эксперимент более широкий перечень средств оснащения ла-

бораторных остановок и оборудования для контроля экологически значимых параметров и его сопряжения с современными системами сбора и обработки информации.

Составители также надеются, что данное пособие и оборудование для лаборатории может быть использовано не только при прохождении студентами данного специализированного лабораторного практикума, но и при создании новых и дооборудовании существующих лабораторных установок разной степени сложности, в первую очередь, в отношении измерительного оборудования. С этой целью в настоящее пособие включены характеристики портативного оборудования, широко применяющегося в вузах для полевого и лабораторного контроля экологически значимых химических параметров технологических и природных сред и объектов.

Следует отметить, что освоение данного практикума требует подготовки от преподавательского состава, причем в отношении как технологической готовности к освоению лабораторных установок, так и применения контрольно-измерительного оборудования.

Отзывы и пожелания просьба направлять по адресу:

ЗАО «Крисмас+», учебный центр.

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

Тел./факс: (812) 575-55-43, 575-88-14, 575-54-07, 575-50-81 (многоканальный)

Факс: (812) 325-34-79, 713-20-38.

*E-mail: info@christmas-plus.ru*