



Т. Я. Ашихмина

Методы экологического мониторинга окружающей среды

Вятский государственный университет
ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН

Т. Я. Ашихмина

МЕТОДЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Учебно-методическое пособие

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2024

УДК 574
ББК 28.080
А98

Рецензенты:

доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и природопользования
Вятского государственного университета *Л. В. Кондакова*;
доктор биологических наук, профессор кафедры биологии растений, селекции
и семеноводства, микробиологии Вятского государственного агротехнологического
университета *Л. И. Домрачева*;
доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и техносферной безопасности
Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю. А.
Е. И. Тихомирова

Ашихмина, Т. Я.

А98 Методы экологического мониторинга окружающей среды : учебно-методическое пособие / Т. Я. Ашихмина. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. – 372 с. : ил., табл.
ISBN 978-5-9729-2030-3

Включает методики качественного и количественного физико-химического и биологического анализа, необходимые для организации экологического мониторинга природных сред и объектов на территории микрорайона образовательного учреждения, которые могут быть использованы в проектной деятельности, исследовательской работе по выполнению курсовых и выпускных квалификационных работ. Предлагается программа экспериментальной деятельности в форме экологического паспорта территории микрорайона образовательного учреждения. Включены сведения об основных проблемах современности, экологический словарь терминов и понятий, а также перечень реактивов, приборов и оборудования, которые необходимы для проведения исследовательской работы по предлагаемой программе экологического мониторинга своей местности.

Для учащихся и студентов учреждений среднего профессионального образования (техникумов, училищ, колледжей, лицеев), а также учреждений системы дополнительного образования.

УДК 574
ББК 28.080

ISBN 978-5-9729-2030-3

© Ашихмина Т. Я., 2024
© Издательство «Инфра-Инженерия», 2024
© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ГЛАВА 1	
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ И ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В СИСТЕМЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ.....	5
ГЛАВА 2	
ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА.....	13
2.1. Экологический мониторинг, его цели и задачи	13
2.2. Место и роль школьных коллективов, внешкольных учреждений, средних специальных учебных заведений профобразования и вузов в программе экологического мониторинга.....	13
2.3. Концепция экологического мониторинга территории микрорайона образовательного учреждения	13
2.4. Организационная структура экологического мониторинга территории микрорайона образовательного учреждения	18
2.5. Общие требования к оформлению документации	21
ГЛАВА 3	
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕКТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА	22
3.1. Физико-географическая характеристика объектов мониторинга	23
3.1.1. <i>Географическое положение.....</i>	23
3.1.2. <i>Мезорельеф и микрорельеф.....</i>	23
3.1.3. <i>Микроклимат</i>	24
3.1.4. <i>Характеристика почв на территории исследования.....</i>	25
3.2. Выбор объектов исследования и показателей мониторинга	26
3.2.1. <i>Выбор ключевых участков мониторинга</i>	26
3.2.2. <i>Определение показателей природных сред и объектов для включения в программу мониторинга.....</i>	29
3.3. Составление карты-схемы объектов мониторинга	31
ГЛАВА 4	
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ, МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ В ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА.....	33
4.1. Биоиндикационные методы	34
4.1.1. <i>Краткая история биоиндикационных исследований.....</i>	34
4.1.2. <i>Виды и методы биоиндикации.....</i>	35
4.2. Физико-химические методы	37
4.3. Методы отбора проб при проведении экологического мониторинга.....	41
4.3.1. <i>Методы отбора проб воды по программе мониторинга.....</i>	42
4.3.2. <i>Методы отбора проб осадков дождя и снега.....</i>	43
4.3.3. <i>Методы отбора проб грунтовых вод и из водопроводных сетей.....</i>	44
4.3.4. <i>Приемы консервации проб воды.....</i>	44
4.4. Методы отбора проб почвы при проведении экологического мониторинга.....	44
4.5. Методы отбора проб атмосферного воздуха при проведении экологического мониторинга	47

4.6. Подходы и методы оценки экологического состояния исследуемой территории	47
ГЛАВА 5	
МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА БИОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ (БИОТЫ)	50
5.1. Мониторинг биоты	50
5.1.1. Мониторинг лесного фитоценоза	50
5.1.2. Мониторинг лугового фитоценоза	53
5.1.3. Мониторинг фауны лугов	54
5.1.4. Методика количественного учета птиц и расчета плотности их населения	57
5.1.5. Методы учета млекопитающих по следам	58
5.1.6. Мониторинг зеленых насаждений населенного пункта	60
5.2. Дополнительные методы	64
5.2.1. Фенологические (сезонные) наблюдения	64
5.2.2. Определение встречаемости растительных видов в изучаемом сообществе	74
5.2.3. Сравнение видового состава растений на двух ключевых участках	75
5.2.4. Оценка состояния древостоя смешанного леса с использованием простейшей шкалы	76
5.2.5. Индикация загрязнения окружающей среды по качеству пыльцы	78
5.2.6. Методы исследования состава золы и сока растений	81
5.2.7. Учет летающих насекомых световой ловушкой	83
ГЛАВА 6	
МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ	84
6.1. Биоиндикационные методы	85
6.1.1. Биоиндикация загрязнения воздуха по состоянию сосны	86
6.1.2. Определение чистоты воздуха по лишайникам	90
6.1.3. Дополнительные методы	101
6.2. Физико-химические методы	115
6.2.1. Снег – индикатор чистоты воздуха	115
6.2.2. Определение запыленности воздуха	115
6.2.3. Дополнительные методы	116
6.3. Оценка чистоты атмосферного воздуха по величине автотранспортной нагрузки	119
ГЛАВА 7	
МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА ПОЧВ	121
7.1. Биоиндикационные методы	121
7.1.1. Растения – индикаторы плодородия почв	121
7.1.2. Растения – индикаторы водного режима почв	122
7.1.3. Растения – индикаторы глубины залегания грунтовых вод	122
7.1.4. Растения – индикаторы кислотности почв	124
7.1.5. Индикация состояния окружающей среды по частотам встречаемости фенотипов белого клевера	126
7.1.6. Биодиагностика почвенных микро- и макроэлементов	128
7.1.7. Фаунистическая биоиндикация	129
7.1.8. Дополнительные методы	133

7.1.8.1. Использование листьев липы в качестве биоиндикатора солевого загрязнения почвы	133
7.1.8.2. Использование почвенных водорослей для биоиндикации состояния почв	134
7.1.8.3. Кресс-салат как тест-объект для оценки загрязнения почвы и воздуха	143
7.1.8.4. Учет беспозвоночных при помощи биоценометра	145
7.2. Физико-химические методы исследования почв	146
7.2.1. Пробоотбор и подготовка образцов к физико-химическому анализу	146
7.2.2. Определение физических свойств почв	148
7.2.3. Кислотность почвы и методы ее определения	149
7.2.4. Методы определения биологической активности почв	153
7.2.5. Качественное определение химических элементов в почве	155
ГЛАВА 8	
МЕТОДЫ МОНИТОРИНГА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ	158
8.1. Биоиндикационные методы	159
8.1.1. Биоиндикация качества воды с использованием водорослей (альгоиндикация)	159
8.1.2. Биоиндикация качества воды по животному населению	165
8.1.2.1. Отбор и обработка проб для анализа	165
8.1.2.2. Оценка качества воды малых рек и озер по биотическому индексу	166
8.1.2.3. Определение степени загрязнения водоема по индексу Гуднайта и Уотля	174
8.1.3. Дополнительные методы	175
8.1.3.1. Измерение параметров популяций моллюсков-фильтрантов для оценки способности малых рек к самоочищению	175
8.1.3.2. Биоиндикация токсичности природных вод с помощью дафний	177
8.1.4. Методы биотестирования	179
8.2. Физико-химические методы	181
8.2.1. Пробоотбор и подготовка воды к анализу	181
8.2.2. Органолептические показатели воды	185
8.2.2.1. Содержание взвешенных частиц	185
8.2.2.2. Цветность	185
8.2.2.3. Цвет (окраска)	186
8.2.2.4. Прозрачность, мутность	186
8.2.2.5. Запах, пенность	187
8.2.3. Химические показатели качества воды	189
8.2.3.1. Водородный показатель (рН)	189
8.2.3.2. Сухой остаток	190
8.2.3.3. Жесткость воды. Расчет концентрации карбонат- и гидрокарбонат-ионов	191
8.2.3.4. Растворенный кислород	196
8.2.3.5. Окисляемость или химическое потребление кислорода (ХПК)	198
8.2.3.6. Аммиак, ионы аммония, нитраты, нитриты	202
8.2.3.7. Хлориды	207
8.2.3.8. Сульфаты	208

8.2.3.9. Исследование качества воды водоемов методом автографии на фотобумаге	210
8.2.4. Дополнительные методы.....	214
8.2.4.1. Вкус и привкус воды.....	214
8.2.4.2. Осадок	214
8.2.4.3. Щелочность	214
8.2.4.4. Кислотность	217
8.2.4.5. Свинец	218
8.2.4.6. Обнаружение сероводорода, гидросульфидов и сульфидов	220
8.2.4.7. Обнаружение нефтепродуктов	221
8.2.4.8. Обнаружение фенолов	222
8.2.4.9. Качественное обнаружение катионов тяжелых металлов в воде	223
8.2.4.10. Остаточный хлор в водопроводной воде	227
8.2.4.11. Определение алюминия в пробах воды.....	228
8.2.4.12. Определение фосфат-ионов в пробах воды	230
8.2.4.13. Определение фторидов в пробах воды	235
ГЛАВА 9	
ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЭКОМОНИТОРИНГА	238
9.1. Мониторинг шумового загрязнения.....	238
9.2. Методика радиозоологического мониторинга	246
ГЛАВА 10	
ЗДОРОВЬЕ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА	253
10.1. Влияние экологических факторов на здоровье населения.....	253
10.2. Мониторинг физического развития учащихся и студентов.....	259
10.3. Характеристика заболеваемости.....	266
10.4. Характеристика социальных условий проживания	266
ГЛАВА 11	
ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ	
ИССЛЕДУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ.	
ОБРАБОТКА ДАННЫХ И ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ	270
11.1. Экологическое картографирование микрорайона образовательного учреждения	270
11.2. Обработка данных и получение статистических оценок	275
ГЛАВА 12	
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ПАСПОРТ МИКРОРАЙОНА	
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ.....	278
Приложение 1	
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, ЦИФРЫ, ФАКТЫ.....	296
Приложение 2	
РЕАКТИВЫ, ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ	
ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ПРОГРАММЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО	
МОНИТОРИНГА.....	340
Приложение 3	
ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ И ПОНЯТИЙ	351
ЛИТЕРАТУРА	360