



Дмитренко В. П., Сотникова Е. В., Черняев А. В.
Экологический мониторинг техносферы:
Учебное пособие. 1-е изд.

Допущено УМО вузов по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по направлению 280700 — «Техносферная безопасность» (квалификация/степень — бакалавр)

ISBN 978-5-8114-1326-3

Год выпуска 2012

Тираж 1000 экз.

Формат 12,8×20 см

Переплет: твердый

Страниц 368

Цена 715,00 руб.

Изложены материалы по методам контроля, используемым в экологическом мониторинге при оценке качества атмосферного воздуха, воды и почв. Цель учебного пособия — ознакомить студентов с организацией и методикой проведения наблюдений за уровнем загрязнения атмосферного воздуха, природных и сточных вод и различных почв, а также дать общее представление о мониторинге как многоцелевой информационной системе.

Издание предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Техносферная безопасность».

Рецензенты:

В. П. Зволинский — доктор химических наук, профессор кафедры «Экологический мониторинг и прогнозирование» Российского университета дружбы народов им. П. Лумумбы; *М. В. Графкина* — доктор технических наук, профессор, зав. кафедрой «Экологическая безопасность автомобильного транспорта» Московского государственного машиностроительного университета «МАМИ»; *А. Ф. Козьяков* — кандидат технических наук, профессор кафедры экологии и промышленной безопасности МГТУ им. Н. Э. Баумана.

Предисловие

Экологический мониторинг является начальным этапом системы обеспечения экологической безопасности. Это система наблюдений и контроля за изменениями в составе и функциях различных экологических систем, приводящими к нарушению экологического равновесия в природе. Первопричина этих нарушений состоит в загрязнении биосферы несвойственными природе химическими веществами — ксенобиотиками, появление которых связано с деятельностью человека.

Присутствие ксенобиотиков в биосфере способно вызвать глобальные геофизические и геохимические изменения: изменение климата, закисление природных вод кислотными дождями, загрязнение Мирового океана и нарушение в нем баланса углекислоты, разрушение озонового слоя. С целью обнаружения ксенобиотиков в окружающей среде и проводят исследования состава атмосферного воздуха, воды, почв и биоты.

В экологическом мониторинге используют различные методы анализа: химические, физические, физико-химические и биологические. При выборе метода должны учитываться его информативность, чувствительность и возможность контролировать концентрации, меньшие предельно допустимых (ПДК). Предел обнаружения загрязняющих веществ аналитическими методами не должен быть ниже 0,5 ПДК. Большинство нормируемых загрязняющих веществ для воздуха имеют ПДК в пределах 0,005...0,1 мг/м³, для воды водоемов — 0,1...1,0 мг/л. Однако особо токсичные вещества имеют в миллионы раз меньшие ПДК, или норматив предусматривает их полное отсутствие в природных средах. Обнаружить предельно низкие концентрации ксенобиотиков можно только с помощью современных методов аналитической химии, называемых инструментальными. Они основаны на измерении свойств определяемых веществ с помощью приборов. Важнейшими для экологического мониторинга являются атомно-абсорбционные, электрохимические и хроматографические методы и, особенно, сочетание последних с масс-спектрометрией. Они позволяют достигать необходимых низких пределов обнаружения, высокого уровня чувствительности и избирательности определений.

Однако даже все аналитические методы не в состоянии охватить разнообразие загрязняющих веществ. Не дают они и прямой информации об их биологической опасности. Это задача биологических методов, которые оценивают

присутствие загрязнителя и его концентрацию по реакции живого организма или биологического элемента (группы клеток, ткани, органа).

При обеспечении безопасности среды обитания человека часто возникает необходимость анализа большого количества проб сложного состава в условиях дефицита времени или в местах, для которых сложное и громоздкое лабораторное оборудование недоступно. Кроме того, в большинстве случаев химический анализ пробы (процесс установления ее состава и концентрации определенных компонентов) — дорогостоящая процедура. Компромиссом между массовостью анализов и сокращением экономических затрат являются тест-методы химического анализа, бо́льшая часть которых основана на реакциях с цветообразующими реагентами. Анализ «на месте» (on-site) незаменим никаким другим методом в тех случаях, когда требуется неотложная информация об экологической ситуации. Анализы такого типа также называют экспресс-анализом, экспресс-контролем или полевым контролем и являются упрощенной формой химического анализа.

В учебном пособии рассмотрены все перечисленные выше методы определения загрязняющих окружающую среду веществ. Наибольшее внимание уделено инструментальным и классическим химическим методам химического анализа, отличающимся высокой точностью, воспроизводимостью и более низким пределом обнаружения по сравнению с биологическими и тест-методами. Показано конкретное применение методов для определения показателей качества природных сред — воздуха, воды и почвы.

Информацию о состоянии природной среды, наряду с показателями загрязнения и биоиндикаторами, можно получить из характеристик источников загрязнения. В связи с этим в пособии проанализированы принципы экологического нормирования, главная цель которого заключается в установлении лимитов на источники вредного воздействия.

Наряду с наземными методами мониторинга, уделено внимание методам дистанционного зондирования, позволяющим получать территориальную информацию и оперативно обнаруживать масштабы и пути распространения загрязняющих биосферу веществ.

Однако авторы не ставили задачу осветить все аспекты экологического мониторинга. Основное внимание уделено наиболее важным, на их взгляд, проблемам, а также тем вопросам, которые либо не представлены в учебной литературе, либо изложены в сложной для студентов форме.

Дмитренко В. П., Сотникова Е. В., Черняев А. В.

Экологический мониторинг техносферы:

Учебное пособие. 1-е изд.

Содержание

[Предисловие 5](#)

[Глава 1. Экологические отношения человека и техносферы 8](#)

1.1. Антропогенные воздействия на окружающую среду 8

1.2. Воздействие техносферы на человека 27

1.2.1. Загрязненный воздух 34

1.2.2. Загрязненная вода 35

1.2.3. Загрязненные продукты питания 37

1.3. Защитные системы организма 38

[Глава 2. Экологический мониторинг 39](#)

2.1. Понятие об экологическом мониторинге, его целях и объектах 39

2.2. Экологический мониторинг и экологический контроль 43

2.2.1. Классификация систем мониторинга 48

2.2.2. Экологический мониторинг и исследования на уровне экологических систем. Наблюдения за основными составляющими биосферы 54

2.2.3. Экологический мониторинг загрязняющих веществ и других факторов воздействия в различных средах ... 56

2.3. Методы экологического мониторинга 57

[Глава 3. Наблюдения за загрязнением техносферы 59](#)

3.1. Глобальная система мониторинга окружающей среды (ГСМОС) 59

3.2. Государственный экологический мониторинг 64

3.3. Современная сеть экологического мониторинга 70

[Глава 4. Мониторинг атмосферного воздуха 72](#)

4.1. Организация наблюдений и контроля загрязнений в атмосферном воздухе 72

4.1.1. Фоновый мониторинг 72

4.1.2. Региональный мониторинг 76

4.1.3. Импактный мониторинг 77

4.1.4. Мониторинг источников загрязнения 81

4.2. Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха 84

4.2.1. Стационарный пост наблюдений 84

4.2.2. Маршрутные и передвижные посты наблюдений 87

4.2.3. Автоматизированная система наблюдений и контроля окружающей среды 90

4.3. Наблюдения за радиоактивным загрязнением атмосферного воздуха и уровнем радиации 91

[Глава 5. Мониторинг водных объектов 93](#)

- 5.1. Организация наблюдений за загрязнением водных объектов 93
- 5.2. Пункты наблюдений за загрязнением водных объектов 95
- 5.3. Программы наблюдений за качеством поверхностных вод 99
- 5.4. Контроль водоохранной деятельности предприятий 103
- 5.5. Мониторинг загрязнения морей 106

[Глава 6. Почвенно-экологический мониторинг 107](#)

[Глава 7. Мониторинг биоразнообразия 110](#)

[Глава 8. Аналитические методы экологического мониторинга 114](#)

- 8.1. Классификация методов и приборов экологического контроля 114
- 8.2. Химические методы анализа 121
 - 8.2.1. Гравиметрический анализ 121
 - 8.2.2. Титриметрический анализ 123
- 8.3. Физико-химические методы анализа 131
 - 8.3.1. Общая характеристика 131
 - 8.3.2. Электрохимические методы анализа 133
 - 8.3.3. Спектральные и другие оптические методы анализа 147
- 8.4. Использование лидаров для контроля загрязняющих веществ 162
- 8.5. Хроматографические методы анализа 167
 - 8.5.1. Классификация и общая характеристика методов хроматографии 167
 - 8.5.2. Адсорбционная хроматография 169
 - 8.5.3. Ионообменная хроматография 170
 - 8.5.4. Распределительная хроматография 172

[Глава 9. Методы определения химического состава воздуха и газовых сред 176](#)

- 9.1. Отбор проб газа на анализ 176
- 9.2. Анализ газов 179
- 9.3. Приборы для анализа газов (газоанализаторы) 180
- 9.4. Приборы и методы определения содержания аэрозолей 183

[Глава 10. Методы контроля состава сточных и природных вод 186](#)

- 10.1. Отбор проб воды на анализ 186
- 10.2. Показатели качества воды 191
 - 10.2.1. Показатели качества природных вод 191
 - 10.2.2. Показатели качества сточных вод 198
 - 10.2.3. Показатели качества питьевой воды 208
- 10.3. Методы определения показателей качества воды 214
 - 10.3.1. Определение органолептических показателей качества воды 214
 - 10.3.2. Определение химических показателей качества воды 217
 - 10.3.3. Определение биологических показателей качества воды 241

[Глава 11. Методы контроля и оценки состояния почв 243](#)

- 11.1. Пробоотбор и подготовка образцов почвы к анализу 245
- 11.2. Показатели состояния почв и методы их определения 248
 - 11.2.1. Реакция почвенных вытяжек и суспензий 248
 - 11.2.2. Определение содержания в почве легкорастворимых солей 251
 - 11.2.3. Определение содержания гумуса в почве 253
 - 11.2.4. Определение загрязнения почв нефтепродуктами 254
 - 11.2.5. Определение нитратов в почве и продуктах растениеводства 256
 - 11.2.6. Определение содержания тяжелых металлов 256

[Глава 12. Биологические методы в экологическом мониторинге 257](#)

- 12.1. Биомониторинг воздушной среды 261
 - 12.1.1. Биоиндикация загрязнения воздуха по состоянию сосны 262
 - 12.1.2. Биоиндикация загрязнения воздуха по лишайникам (лихеноиндикация) 263
- 12.2. Биомониторинг водной среды 268
 - 12.2.1. Биотестирование токсичности воды помощью дафний 268
 - 12.2.2. Биотестирование токсичности воды с помощью других гидробионтов 270
 - 12.2.3. Биоиндикация токсичности воды речных водоемов с использованием водорослей (альгоиндикация) .. 274
 - 12.2.4. Биоиндикация токсичности воды природных водоемов по биотическому индексу 275
- 12.3. Биомониторинг почв 277
 - 12.3.1. Биоиндикация плодородия почв 277
 - 12.3.2. Биоиндикация кислотности почв 278
 - 12.3.3. Биоиндикация избыточного содержания в почве химических элементов 279
- 12.4. Биотестирование почвы на фитотоксичность 281

[Глава 13. Экологические нормативы состояния техносферы 283](#)

- 13.1. Классификация экологических нормативов 283
- 13.2. Нормирование качества атмосферного воздуха 293
 - 13.2.1. Санитарно-гигиенические нормативы качества воздуха 293
 - 13.2.2. Производственно-хозяйственные нормативы качества воздуха 299

13.2.3. Корректировка санитарно-защитных зон	304
13.3. Нормирование качества воды	305
13.3.1. Санитарно-гигиенические нормативы качества воды	305
13.3.2. Производственно-хозяйственные нормативы качества воды	312
13.3.3. Водоохранные зоны	315
13.4. Нормирование загрязняющих веществ в почве	316
13.5. Нормирование загрязняющих веществ в продуктах питания	318
13.6. Нормирование комплексов вредных химических факторов	322
13.7. Нормирование уровней физических воздействий	323
Глава 14. Оценка уровня загрязнения техносферы	326
14.1. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха	326
14.2. Оценка уровня загрязнения поверхностных вод суши и морских вод	328
14.3. Оценка уровня загрязнения почв	333
14.4. Оценка уровня загрязнения снежного покрова	335
14.5. Оценка уровня загрязнения донных отложений	335
Глава 15. Оценка напряженности экологических ситуаций	337
15.1. Классификация экологических ситуаций	337
15.2. Критерии экстремально высокого загрязнения техносферы	342
15.2.1. Атмосферный воздух	342
15.2.2. Поверхностные воды суши и морские воды	345
15.2.3. Почвы и земли	346
Глава 16. Прогнозирование последствий загрязнения техносферы	347
16.1. Способы экологического прогнозирования	347
16.2. Прогнозирование методами математического моделирования	351
Библиографический список	357
