

Версия 04.12.2013

КОНВЕНЦИЯ О ТРАНСГРАНИЧНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ ВОЗДУХА
НА БОЛЬШИЕ РАССТОЯНИЯ

Европейская экономическая комиссия ООН (ЕЭК ООН)

Международная совместная программа комплексного мониторинга
влияния загрязнения воздуха на экосистемы (МСП КМ)

Руководство по комплексному мониторингу

Москва 2013

Руководство по комплексному мониторингу. Перевод с английского. – М., ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН», 2013

Представлен перевод на русский язык Руководства по комплексному мониторингу Международной совместной программы комплексного мониторинга влияния загрязнения воздуха на экосистемы (МСП КМ) Европейской экономической комиссии ООН (ЕЭК ООН). Данная программа выполняется в 15 странах Европы, включая Россию, а также в Канаде. ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» является в Российской Федерации Национальным научно-координационным центром этой международной программы. Руководство предназначено для научных работников и специалистов в области комплексного мониторинга и изучения откликов экосистем на загрязнение окружающей среды, для исполнителей МСП КМ в системе Росгидромета, а также для сотрудников особо охраняемых природных территорий. На русском языке публикуется впервые.

Перевод выполнили сотрудники ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»:

Разделы 1-6: Кухта А.Е.

Раздел 7.1: Бардин М.Ю., Буйвололов Ю.А.

Разделы 7.2. - 7.13: Брускина И.М., Егоров В.И., Буйвололов Ю.А., Парамонова Т.А.,

Разделы 7.14 - 8.6: Кухта А.Е., Позднякова Е.А.

Редактор перевода: к.б.н. Кухта А.Е.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ АББРЕВИАТУР

| Аббревиатура | Расшифровка |
|--------------------------------|--|
| Русские аббревиатуры | |
| ВМО | Всемирная метеорологическая организация |
| ГСА | Глобальная служба атмосферы ВМО |
| ЕМЕП | Совместная Программа мониторинга и оценки дальнего атмосферного переноса загрязняющих веществ в Европе |
| КМ | Комплексный мониторинг |
| КК | Контроль качества |
| МСП КМ | Международная совместная программа комплексного мониторинга |
| МСП «Вода» | Международная совместная программа «Вода» |
| МСП «Лес» | Международная совместная программа «Лес» |
| ННЦ | Национальный научный центр МСП КМ |
| ОК | Обеспечение качества |
| СОЗ | Стойкие органические загрязнители |
| ТМ | Тяжелые металлы |
| ФАО | Классификация почвы |
| Английские аббревиатуры | |
| AAS | Атомно-абсорбционная спектрометрия |
| AC | Подпрограмма: Химия воздуха |
| AES | Атомно-эмиссионная спектрометрия |
| AOT40 | Накопление озона в концентрации выше, чем 40 ppb |
| BS | процент щелочных и щелочно-земельных катионов |
| BCR | Название стандарта. См. например: http://www.irmm.jrc.be/html/reference_materials_catalogue/catalogue/BCR/index.htm |
| BDEN | плотность |
| CV-AFS | Атомно-флуоресцентная спектроскопия холодного пара |
| CEC | Ёмкость катионного обмена |
| DNPH | Динитрофенилгидразин |
| EN | Стандарт Европейского Союза |
| FC | Подпрограмма: Химия листвы |
| FIA | Флуоресцентно-индикаторная адсорбция |
| FID | Фотоионизационный детектор |
| GC | Газовая хроматография |
| GC-MS | Газовая хроматография / Масс-спектрометрия |
| GF-AAS | Атомно-абсорбционная спектрометрия с графитовой кюветой |
| GW | Дополнительная подпрограмма: Химия грунтовых вод |
| HPLC | Жидкостная хроматография высокого разрешения |
| IAEA | Международное агентство по атомной энергии |
| IC | Ионная хроматография |
| ICP-MS | Масс-спектрометрия на индуктивно связанной плазме |
| INAA | Нейтронно-активационный анализ |
| ISO | Международная организация стандартов (International Standard Organization) |

Окончание списка использованных аббревиатур

| | |
|---------------------|---|
| LC | Дополнительная подпрограмма: Химия озёрных вод |
| LC-MS | Жидкостная хроматография / Масс-спектрометрия |
| LRTAP | Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния |
| LF | Подпрограмма: Химия опада |
| MC | Дополнительная подпрограмма: Тяжёлые металлы во мхах |
| NIST | Национальный институт стандартов и технологии США |
| OB | содержание органического вещества |
| PC | Подпрограмма: Химия осадков |
| PIXE | Метод протон-индуцированной рентгеноסקопии |
| PSA | распределение частиц по размерам |
| PUF | Полиуретановая пена |
| QA/QC | Обеспечение качества / контроль качества |
| RW | Подпрограмма: Химия руслового стока |
| SC | Подпрограмма: Химия почв |
| SF | Дополнительная подпрограмма: Стволовой сток |
| SW | Подпрограмма: Химия почвенных вод |
| TDR | Тензиометрия |
| TF | Подпрограмма: Подкороновый сток |
| TurboVar | Установка для концентрирования пробы высококипящих органических веществ путем медленной отгонки растворителя (ротационный испаритель) |
| VOC | Летучие органические соединения |
| XRF | Метод рентгеновской флуоресценции |
| Подпрограммы | |
| AM | Метеорология |
| AC | Химия воздуха |
| PC | Химия осадков |
| MC | Тяжелые металлы во мхах |
| TF | Подкороновый сток |
| SF | Стволовой сток |
| SC | Химия почв |
| SW | Химия почвенных вод |
| GW | Химия грунтовых вод |
| RW | Химия руслового стока |
| LC | Химия озерных вод |
| FC | Химия листвы |
| LF | Химия опада |
| RB | Гидробиология ручьев |
| LB | Гидробиология озер |
| FD | Повреждение лесов |
| VG | Растительность |
| BI | Древесные биоэлементы и дендроиндикация |
| VS | Структура растительности и проективное покрытие |
| EP | Стволовые эпифиты |
| AL | Наземные зеленые водоросли |
| MB | Микробиологическое разложение |
| TA | Оценка токсичности |
| BB | Инвентаризация птиц |
| PH | Фенологические наблюдения |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| 1. Цели и методология Международной совместной программы комплексного мониторинга влияния загрязнения воздуха на экосистемы (МСП КМ) | 11 |
| 1.1. Задачи МСП КМ..... | 11 |
| 1.2. Концепция экологического мониторинга | 11 |
| 1.3. Расчеты массового баланса | 13 |
| 1.4. Применение моделей | 14 |
| 1.5. Биоиндикация | 15 |
| 1.6. Литература | 16 |
| 2. Требования к мониторингу в рамках модели «воздействие-отклик» | 16 |
| 3. Выбор экополигонов..... | 18 |
| 4. Управление программой..... | 18 |
| 4.1. Распределение обязанностей..... | 18 |
| 4.2. Выбор экополигонов..... | 19 |
| 4.3. Представление данных | 19 |
| 4.3.1. Формат отчета..... | 19 |
| 4.3.2. Использование идентификаторов | 21 |
| 5. Структура и обустройство экополигонов МСП КМ..... | 21 |
| 5.1. Описание экополигона МСП КМ | 22 |
| 5.1.1. Основные требования к описанию | 22 |
| 5.1.2. Картирование..... | 23 |
| 5.1.2.1. Картографическая основа | 23 |
| 5.1.2.2. Коренная подстилающая порода..... | 24 |
| 5.1.2.3. Почвы..... | 24 |
| 5.1.2.4. Типы почв..... | 25 |
| 5.1.2.5. Растительные сообщества..... | 25 |
| 5.1.2.6. Древостой | 25 |
| 5.1.3. Инвентаризация | 26 |
| 5.1.3.1. Инвентаризация растительности (дополнительно) | 27 |
| 5.2. Экополигоны МСП КМ..... | 27 |
| 5.2.1. Размещение пробных площадей | 27 |
| 5.2.2. Область интенсивного мониторинга | 28 |
| 5.2.3. Вспомогательные пробные площади..... | 29 |
| 5.3. Литература | 29 |
| 6. Типы подпрограмм..... | 29 |
| 6.1. Обязательные и дополнительные подпрограммы | 29 |
| 7. Методики подпрограмм и представление данных..... | 36 |
| 7.1. Подпрограмма АМ: Метеорология..... | 36 |
| 7.1.1. Введение..... | 36 |
| 7.1.2. Методы | 37 |
| 7.1.2.1. Требования к месту измерения..... | 37 |
| 7.1.2.2. Оборудование..... | 37 |
| 7.1.2.2.1. Приборы..... | 38 |
| 7.1.2.2.1.1. Осадки | 38 |
| 7.1.2.2.1.2. Температура..... | 38 |
| 7.1.2.2.1.3. Относительная влажность воздуха..... | 39 |
| 7.1.2.2.1.4. Измерение скорости и направления ветра..... | 40 |
| 7.1.2.2.1.5. Измерение суммарной солнечной радиации | 41 |

| | |
|--|----|
| 7.1.2.2.1.6. Измерение UV-радиации..... | 42 |
| 7.1.2.2.1.7. Измерение фотосинтетически активной радиации..... | 42 |
| 7.1.3. Обеспечение технического качества | 42 |
| 7.1.4. Обработка и контроль качества данных..... | 43 |
| 7.1.5 Представление данных..... | 44 |
| 7.2. Подпрограмма АС: Химия воздуха | 46 |
| 7.2.1 Введение..... | 46 |
| 7.2.2. Методы | 47 |
| 7.2.2.1. Диоксид серы | 47 |
| 7.2.2.2. Сульфатные макрочастицы..... | 48 |
| 7.2.2.3. Диоксид азота..... | 48 |
| 7.2.2.4. Сумма аэрозолей нитратов и газообразной азотной кислоты | 48 |
| 7.2.2.5. Сумма газообразного аммиака и аммония в аэрозолях | 48 |
| 7.2.2.6. Озон..... | 49 |
| 7.2.2.7. Углекислый газ | 49 |
| 7.2.3. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)..... | 50 |
| 7.2.4. Представление данных..... | 50 |
| 7.2.5. Литература | 51 |
| 7.3. Подпрограмма РС: Химия осадков..... | 51 |
| 7.3.1. Введение..... | 51 |
| 7.3.2. Методы отбора..... | 52 |
| 7.3.2.1. Размещение и количество пробоотборных площадок | 52 |
| 7.3.2.2. Типы коллекторов..... | 52 |
| 7.3.2.3. Частота отбора проб | 53 |
| 7.3.2.4. Сбор и обработка проб осадков..... | 54 |
| 7.3.3. Химические анализы..... | 54 |
| 7.3.4. Обеспечение качества/контроль качества (QA/QC)..... | 54 |
| 7.3.5. Представление данных..... | 55 |
| 7.3.6. Литература | 56 |
| 7.4. Дополнительная подпрограмма МС: Тяжелые металлы во мхах | 56 |
| 7.4.1. Введение..... | 56 |
| 7.4.2. Методы отбора проб | 57 |
| 7.4.3. Химический анализ | 57 |
| 7.4.4. Обеспечение качества/контроль качества (QA/QC)..... | 58 |
| 7.4.5. Представление данных..... | 58 |
| 7.4.5. Литература | 58 |
| 7.5. Подпрограмма ТФ: Подкroновый сток..... | 58 |
| 7.5.1. Введение..... | 58 |
| 7.5.2. Методы отбора..... | 59 |
| 7.5.2.1. Место отбора и число коллекторов..... | 59 |
| 7.5.2.2. Типы коллекторов..... | 59 |
| 7.5.2.3. Частота отбора проб | 59 |
| 7.5.2.4. Сбор и обработка проб подкroнового стока | 60 |
| 7.5.3. Химический анализ | 60 |
| 7.5.4. Обеспечение качества/контроль качества (QA/QC)..... | 60 |
| 7.5.5. Представление данных..... | 61 |
| 7.5.6. Литература | 63 |

| | |
|--|----|
| 7.6. Дополнительная подпрограмма SF: Стволовой сток..... | 63 |
| 7.6.1. Введение..... | 63 |
| 7.6.2. Методы пробоотбора | 64 |
| 7.6.3. Химические анализы..... | 64 |
| 7.6.4. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)..... | 64 |
| 7.6.5. Расчёт величины стволового стока в мм из его объема..... | 64 |
| 7.6.6. Представление данных..... | 65 |
| 7.6.7. Литература | 66 |
| 7.7. Подпрограмма SC: Химия почв | 66 |
| 7.7.1. Введение..... | 66 |
| 7.7.2. Методы | 67 |
| 7.7.2.1. Методы отбора проб..... | 67 |
| 7.7.2.2. Аналитические процедуры | 69 |
| 7.7.3. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)..... | 70 |
| 7.7.4. Обработка данных | 70 |
| 7.7.5. Представление данных..... | 70 |
| 7.7.6. Литература | 73 |
| 7.8. Подпрограмма SW: Химия почвенных вод | 73 |
| 7.8.1. Введение..... | 73 |
| 7.8.2. Методы | 74 |
| 7.8.2.1. Полевые методы и отбор проб | 74 |
| 7.8.2.2. Аналитические процедуры | 75 |
| 7.8.3. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)..... | 75 |
| 7.8.4. Обработка данных | 76 |
| 7.8.5. Представление результатов..... | 76 |
| 7.8.6. Литература | 77 |
| 7.9. Дополнительная подпрограмма GW: Химия грунтовых вод..... | 78 |
| 7.9.1. Введение..... | 78 |
| 7.9.2. Методы | 78 |
| 7.9.2.1. Частота отбора грунтовых вод | 78 |
| 7.9.2.2. Размещение пунктов отбора грунтовых вод..... | 78 |
| 7.9.2.3. Отбор грунтовых вод..... | 79 |
| 7.9.3. Анализы..... | 82 |
| 7.9.3.1. Полевые измерения | 82 |
| 7.9.3.2 Аналитические методы | 82 |
| 7.9.4. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)..... | 82 |
| 7.9.5. Представление данных анализа | 82 |
| 7.10. Подпрограмма RW: Химия руслового стока..... | 83 |
| 7.10.1. Введение..... | 83 |
| 7.10.2. Методы | 84 |
| 7.10.2.1. Измерение стока | 84 |
| 7.10.2.2. Рекомендуемые методы отбора проб руслового стока | 84 |
| 7.10.2.3. Обработка проб руслового стока | 85 |
| 7.10.3. Аналитические методы | 85 |
| 7.10.4. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)..... | 85 |
| 7.10.5. Представление данных..... | 85 |
| 7.10.6. Литература | 86 |
| 7.11. Дополнительная подпрограмма LC: Химия озёрных вод..... | 86 |
| 7.11.1. Введение..... | 86 |

| | |
|--|-----|
| 7.11.2. Методы | 87 |
| 7.11.2.1. Химический состав озерных вод..... | 87 |
| 7.11.2.2. Обработка проб озерной воды..... | 87 |
| 7.11.3. Аналитические методы | 87 |
| 7.11.4. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)..... | 87 |
| 7.11.5. Представление данных..... | 87 |
| 7.11.6. Литература | 88 |
| 7.12. Подпрограмма FC: Химия листвы..... | 89 |
| 7.12.1. Введение..... | 89 |
| 7.12.2. Методы | 89 |
| 7.12.2.1. Полевые методы..... | 89 |
| 7.12.2.2. Химический анализ | 90 |
| 7.12.2.2.1 Разложение и анализ..... | 91 |
| 7.12.2.2.2 Методы анализа..... | 92 |
| 7.12.2.2.3 Наиболее часто используемые методы определения элементов..... | 93 |
| 7.12.2.2.4. Единицы измерения..... | 95 |
| 7.12.3. Валидация аналитических результатов..... | 96 |
| 7.12.4. Представление данных..... | 96 |
| 7.12.5. Литература | 97 |
| 7.13. Подпрограмма LF: Химия опада..... | 97 |
| 7.13.1. Введение..... | 97 |
| 7.13.2. Полевые методы | 97 |
| 7.13.3. Химические анализы..... | 98 |
| 7.13.4. Представление данных..... | 98 |
| 7.14. Дополнительная подпрограмма RB: Гидробиология ручьев..... | 99 |
| 7.14.1. Введение..... | 99 |
| 7.14.2. Методы | 99 |
| 7.14.3. Представление данных..... | 100 |
| 7.14.4. Литература | 101 |
| 7.15. Дополнительная подпрограмма LB: Гидробиология озёр | 101 |
| 7.15.1. Введение..... | 101 |
| 7.15.2. Методы | 102 |
| 7.15.2.1. Макрозообентос | 102 |
| 7.15.2.2. Хлорофилл- α (альфа)..... | 102 |
| 7.15.2.3. Жизнедеятельность планктона | 103 |
| 7.15.3. Представление данных..... | 104 |
| 7.15.4 Литература | 104 |
| 7.16. Дополнительная подпрограмма FD: Повреждение лесов | 105 |
| 7.16.1. Введение..... | 105 |
| 7.16.2. Методы | 105 |
| 7.16.2.1. Отбор образцов деревьев | 105 |
| 7.16.2.2. Рекомендуемый метод наблюдения..... | 105 |
| 7.16.3. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)..... | 106 |
| 7.16.4. Представление данных..... | 107 |
| 7.16.5. Литература | 107 |
| 7.17. Подпрограмма VG: Растительность | 108 |
| 7.17.1. Введение..... | 108 |
| 7.17.2. Методы | 108 |
| 7.17.2.1. Выбор и создание пробной площади..... | 108 |

| | |
|--|-----|
| 7.17.2.2. Наблюдения..... | 109 |
| 7.17.2.3. Частота наблюдений..... | 112 |
| 7.17.3. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)..... | 112 |
| 7.17.4. Предварительная обработка данных | 112 |
| 7.17.5. Представление данных..... | 114 |
| 7.17.6. Литература | 115 |
| 7.18. Дополнительная подпрограмма ВІ: Древесные биоэлементы и дендроиндикация..... | 115 |
| 7.18.1. Введение..... | 115 |
| 7.18.2. Методы | 116 |
| 7.18.2.1. Выбор пробной площади | 116 |
| 7.18.2.2. Наблюдения..... | 116 |
| 7.18.3. Частота наблюдений | 117 |
| 7.18.4. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)..... | 117 |
| 7.18.5. Предварительная обработка данных | 118 |
| 7.18.8. Представление данных..... | 118 |
| 7.18.7. Литература | 119 |
| 7.19. Дополнительная подпрограмма VS: Структура растительности и проективное покрытие..... | 119 |
| 7.19.1. Введение..... | 119 |
| 7.19.2. Методы | 119 |
| 7.19.2.1. Выбор пробных площадей..... | 119 |
| 7.19.2.2. Наблюдения..... | 120 |
| 7.19.3. Частота наблюдений. | 120 |
| 7.19.4. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)..... | 120 |
| 7.19.5. Представление данных..... | 121 |
| 7.19.6. Литература | 121 |
| 7.20. Подпрограмма EP: Стволовые эпифиты..... | 121 |
| 7.20.1. Введение..... | 121 |
| 7.20.2. Методы | 122 |
| 7.20.2.1. Выбор пробных площадей и деревьев..... | 122 |
| 7.20.2.2. Наблюдения..... | 122 |
| 7.20.3. Частота и условия обследований | 124 |
| 7.20.4. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)..... | 124 |
| 7.20.5. Предварительная обработка данных | 124 |
| 7.20.6. Представление данных..... | 125 |
| 7.20.4. Литература | 126 |
| 7.21. Дополнительная подпрограмма AL: Наземные зеленые водоросли..... | 126 |
| 7.21.1. Введение..... | 126 |
| 7.21.2. Методы | 126 |
| 7.21.2.1. Выбор пробных площадей и деревьев..... | 126 |
| 7.21.2.2. Наблюдения..... | 126 |
| 7.21.3. Частота и условия наблюдений..... | 127 |
| 7.21.4. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)..... | 127 |
| 7.21.3. Представление данных..... | 127 |
| 7.21.4. Литература | 128 |
| 7.22. Дополнительная подпрограмма MB: Микробиологическое разложение | 128 |
| 7.22.1. Введение..... | 128 |
| 7.22.2. Методы | 128 |
| 7.22.2.1.а. Разложение стандартной подстилки | 128 |

| | |
|--|-----|
| 7.22.2.1.б. Разложение целлюлозы..... | 129 |
| 7.22.2.2. Активность микробиоты..... | 129 |
| 7.22.3. Предварительная обработка данных..... | 130 |
| 7.22.4. Представление данных..... | 131 |
| 7.22.5. Литература..... | 132 |
| 7.23. Дополнительная подпрограмма ТА: Оценка токсичности..... | 132 |
| 7.23.1. Введение..... | 132 |
| 7.23.2. Методы..... | 136 |
| 7.23.2.1. Полевые методы..... | 136 |
| 7.23.2.2. Лабораторные методы..... | 136 |
| 7.23.3. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)..... | 137 |
| 7.23.4. Предварительная обработка данных..... | 137 |
| 7.23.5. Представление данных..... | 137 |
| 7.23.5. Литература..... | 138 |
| 7.24. Дополнительная подпрограмма ВВ: Инвентаризация птиц..... | 139 |
| 7.24.1. Введение..... | 139 |
| 7.24.2. Методы..... | 139 |
| 7.24.3. Представление данных..... | 139 |
| 7.24.4. Литература..... | 140 |
| 7.25. Дополнительная подпрограмма РН: Фенологические наблюдения..... | 140 |
| 7.25.1. Введение..... | 140 |
| 7.25.2. Методы..... | 141 |
| 7.25.2.1. Выбор пробной площади и пробных деревьев..... | 141 |
| 7.25.2.2. Измерения..... | 141 |
| 7.25.2.3. Частота наблюдений..... | 142 |
| 7.25.3. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)..... | 143 |
| 7.25.4. Представление данных..... | 143 |
| 7.25.5. Литература..... | 143 |
| 8. Обеспечение качества и контроль качества..... | 143 |
| 8.1. Обзор методов контроля качества данных в МСП КМ..... | 143 |
| 8.1.1. Введение..... | 143 |
| 8.1.2. Определения..... | 144 |
| 8.1.3. Шаги по обеспечению качества (ОК) в МСП КМ..... | 144 |
| 8.2. Мероприятия по обеспечению качества в полевой работе и при пробоотборе..... | 145 |
| 8.2.1. Сбор и обработка проб воды..... | 145 |
| 8.3. Порядок работы в лаборатории..... | 147 |
| 8.3.1. Внутрिलाбораторный контроль качества..... | 147 |
| 8.3.2. Межлабораторный контроль качества..... | 147 |
| 8.3.3. Качество измерений..... | 148 |
| 8.3.4. Специфические процедуры контроля качества данных..... | 148 |
| 8.3.5. Анализ воды..... | 148 |
| 8.3.5.1. Определение достоверности и точности..... | 150 |
| 8.3.6. Анализ почв..... | 150 |
| 8.3.7. Растительные материалы..... | 152 |
| 8.4. Аудит..... | 152 |
| 8.5. Аналитические методы..... | 152 |
| 8.6. Литература..... | 153 |
| Приложения к Руководству МСП КМ..... | 153 |

1. Цели и методология Международной совместной программы комплексного мониторинга влияния загрязнения воздуха на экосистемы (МСП КМ)

1.1. Задачи МСП КМ

Первоначально конечной целью МСП КМ было определение и прогнозирование состояния и изменений наземных и пресноводных экосистем в долгосрочной перспективе под воздействием загрязнения воздуха (особенно азотом и серой). Это требовалось для обоснования решений по контролю эмиссий и оценки экологических последствий этого контроля в рамках Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния в Европе (ЕЭК ООН). Со временем пришло понимание, что полное выполнение программы комплексного мониторинга позволит выявить экологические последствия воздействия тропосферного азота, тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей (СОЗ). Выполнение программы даст возможность международному научному сообществу изучить отклики природных экосистем на изменение климата и истощение слоя стратосферного озона. Одной из основных задач программы является предоставление надежных и статистически достоверных данных, которые могут быть использованы для моделирования и принятия политических решений. Программа скорее сфокусирована на получении устойчивых временных рядов различных переменных, характеризующих природные экосистемы, чем на проведении отдельных репрезентативных исследований в странах-участницах ЕЭК ООН.

Основными целями МСП КМ являются:

- 1 осуществление мониторинга состояния экосистем (водосборов) и выявление связи их состояния с факторами окружающей среды с целью обеспечения научных основ контроля выбросов;
- 2 построение имитационных моделей экосистем, оценка и прогноз изменений состояния экосистем под воздействием меняющегося уровня загрязнения среды;
- 3 выявление антропогенных трендов состояния экосистем.

Выполнение МСП КМ позволит определить экологические последствия воздействия тропосферного озона, тяжёлых металлов и органических загрязняющих веществ, а также выявить и прогнозировать эффекты изменений климата и изменения уровня биоразнообразия для природных экосистем.

Осуществляя МСП КМ, страны-участницы данной программы смогут выполнить свои обязательства по проведению исследований не только в рамках Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния в Европе, но и Рамочной конвенции по изменению климата и Конвенции по биоразнообразию.

1.2. Концепция экологического мониторинга

Комплексный экологический мониторинг включает долгосрочные физические, химические и биологические измерения и наблюдения различных компартментов экосистем одновременно и на одной и той же территории. На практике мониторинг подразделяется на ряд подпрограмм, посвященных различным компартментам и объединенных использованием одних и тех же параметров (подход «поток между средами») и/или одними и теми же экополигонами (подход «воздействие – отклик»). Количественная оценка этих потоков и характеризующих исследуемую среду величин, а также мониторинг скорости их изменений необходимы для развития любой экологически ориентированной политики (Johnson, Lindberg 1992, Moldan, Cerny 1994).

Экополигон МСП КМ должен включать территорию небольшого водосбора, достаточную для того, чтобы охватить все взаимодействующие компоненты: атмосферу, растительность, почвы, коренную подстилающую породу, грунтовые воды, ручей или озеро. Небольшой водосбор обычно включает наземную экосистему и биоценоз водоема. Экосистема традиционно рассматривается как комплекс живых организмов,

взаимодействующих друг с другом и со своей средой обитания: воздухом, почвой и водой (Moldan и Cerny, 1994). Обобщенная схема экосистемы водосбора приведена на рисунке 1.1.

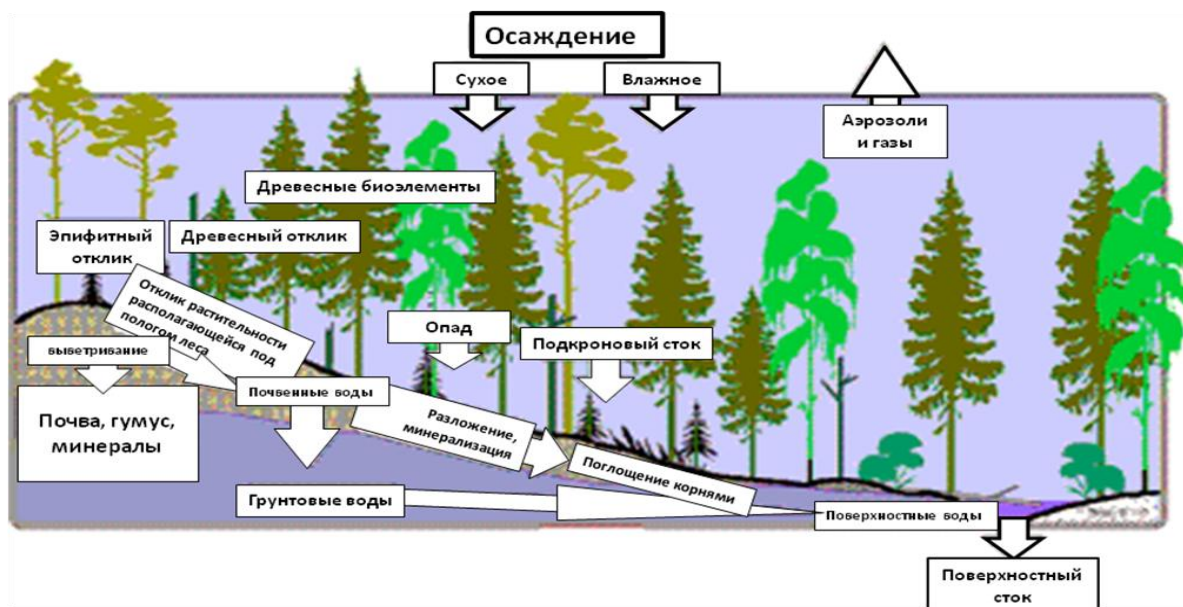


Рисунок 1.1. Обобщенная схема экосистемы водосбора (основные составляющие и процессы, являющиеся объектами комплексного мониторинга)

Для формирования региональной политики по сокращению выбросов антропогенных загрязнителей необходимы данные экологического мониторинга (рисунок 1.2). Для получения подобных данных необходимо проведение наблюдений, а также моделирования экосистем и потоков загрязнителей в них.



Рисунок 1.2. Схема путей развития компетентной экологической политики с помощью мониторинга и оценки. Отмечено положение МСП КМ в иерархии программ мониторинга.

Национальная или международная программа мониторинга, имеющая целью оценку антропогенного воздействия (например, закисление осадков, загрязнение токсичными соединениями, изменение климата) на окружающую среду, может быть представлена в виде иерархической системы (см. левую часть схемы на рис. 1.2). На вершине «пирамиды» расположено небольшое количество экополигонов интенсивного мониторинга. Здесь собирается базовая информация для построения временных моделей, прогнозирующих изменения состояния экосистем. Изменения могут иметь место в качестве откликов на увеличение или снижение уровня поступления загрязняющих веществ. Многие страны-участницы ЕЭК организовали небольшое количество (1-10) подобных экополигонов.

Ниже расположены региональные сети мониторинга с более многочисленными экополигонами и более редким пробоотбором. Основание «пирамиды» состоит из национальных служб с отбором проб 1-2 раза в декаду. Количество иерархических уровней, представленных на рис. 1.2, представляет собой минимум для эффективной системы мониторинга в международном масштабе.

В иерархической системе МСП КМ расположена ниже вершины «пирамиды» и представляет собой источник информации для сравнения оценок с учетом климатического, экологического, геологического зонирования, а также политических границ. Многие данные, представляемые на международный уровень, осреднены (например, концентрации химических веществ в стоке). Эти данные полезны для верификации моделей и проверок гипотез. С достижением моделью удовлетворительной достоверности применение ее на низших иерархических уровнях позволяет получать региональные оценки, в том числе как временные, так и основанные на определенных сценариях. Следовательно, необходимо увеличивать количество иерархических уровней мониторинга, чтобы получать информацию, необходимую для успешного развития, верификации и применения моделей. Программы комплексного мониторинга подразумевают международное сотрудничество, и это прекрасная возможность предоставлять информацию лицам, принимающим политические решения на международном уровне. Однако сама по себе МСП КМ не в состоянии обеспечивать политиков всеми необходимыми данными (например, по критическим нагрузкам), т.к. нуждается в результатах региональных оценок от низших иерархических уровней.

Следует отметить еще две особенности иерархической системы мониторинга. Во-первых, необходимо, чтобы уровни иерархии перекрывались для обеспечения достоверности данных и моделей. Некоторые страны-участницы ЕЭК организовали один или более экополигон, на котором выполняются МСП КМ и другие программы комплексного мониторинга. Такие экополигоны – основные источники первичных данных для верификации и модификации моделей оценки состояния экосистем. Кроме того, увеличивается выход научной продукции по отношению к затратам на содержание подобных экополигонов. Во-вторых, прерывистый, краткосрочный мониторинг не дает информации, достаточной для выявления антропогенных эффектов и отличия их от природных трендов. Произвольное разрушение иерархичности мониторинга может привести к невозможности эффективной оценки состояния окружающей среды как на национальном, так и международном уровнях.

1.3. Расчеты массового баланса

Одним из базовых подходов комплексного мониторинга является мониторинг баланса масс основных химических компонентов в пределах водосбора. Основой для него является гидрологический баланс, который может быть описан как:

$$P - E = R \pm \Delta S,$$

где P - осадки, E - эвапотранспирация, R - сток и ΔS - изменения в накоплении.

Этот подход заключается в исследовании внешних потоков открытой системы (рис. 1.3). Цель подхода – измерение потоков и (со временем) контроль их показателей. Простой массовый баланс может быть в дальнейшем разделён на более сложные для изучения отношения «доза-эффект (отклик)» (рис. 1.3).

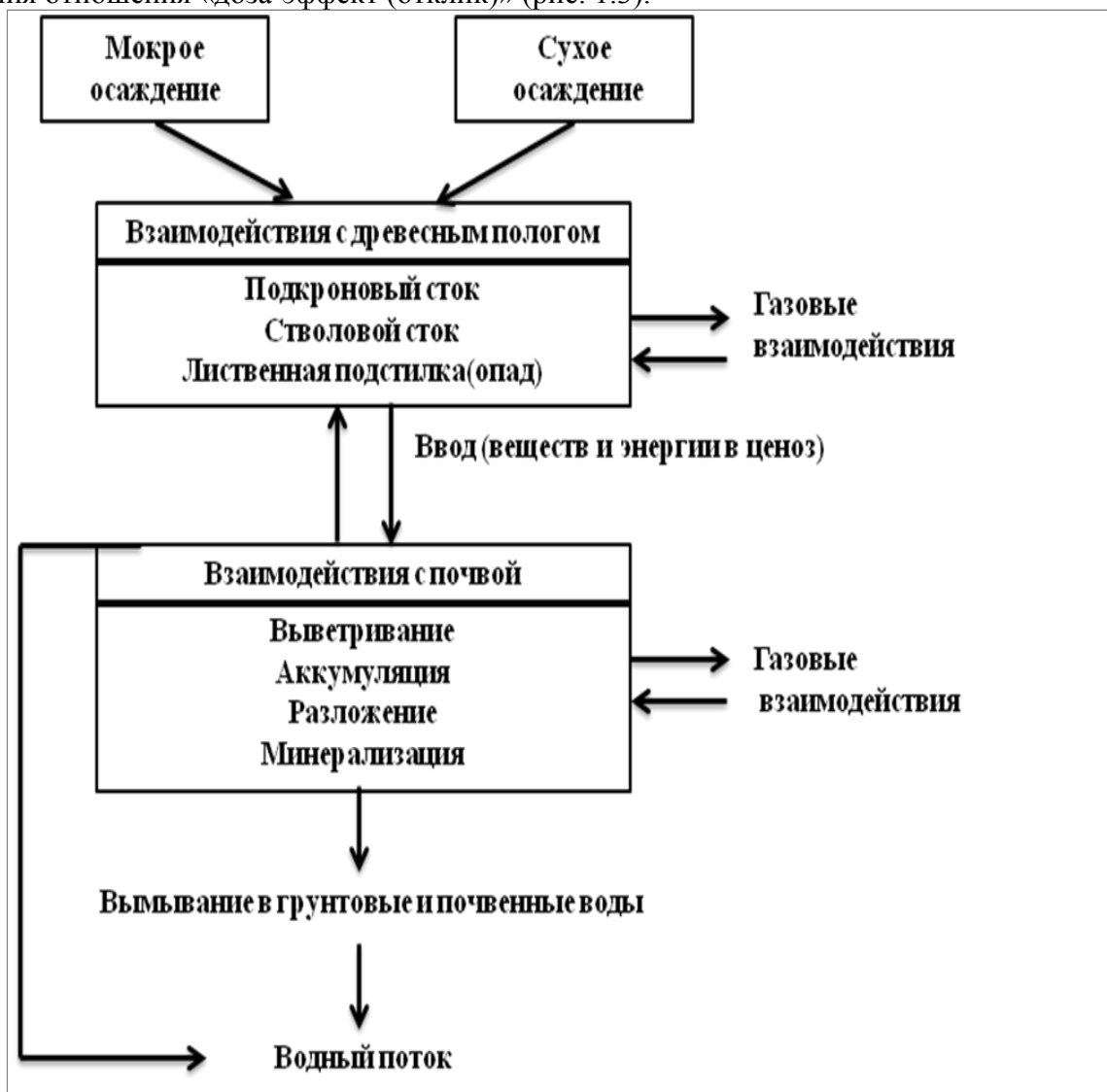


Рисунок 1.3. Потоки веществ в лесных экосистемах. Модели разной сложности могут быть использованы для описания баланса масс экосистемы.

1.4. Применение моделей

Предсказание отклика экосистем на изменение в нагрузке загрязняющих веществ и условий окружающей среды необходимо как с научной, так и с политической точек зрения. Прогнозы дают основу для разработки и количественной оценки компенсационных мероприятий. С этой точки зрения весьма результативными являются математические имитационные модели, способные прогнозировать отклик экосистем на вероятные воздействия загрязняющих веществ. Такие модели должны описывать физические, химические и биологические взаимодействия, наблюдаемые в экосистеме. Степень воздействия на экосистему можно оценить при условии, что модели основываются на принципе «доза – эффект». Результат, получаемый с использованием модели, точен ровно настолько, насколько точны вводимые данные. В связи с этим очень важную роль играет комплексный подход, нацеленный на выявление функций системы, а так же предоставление достаточных данных для калибровки модели.

На существующих станциях МСП КМ уже были применены три общеизвестные динамические биогеохимические модели MAGIC, SAFE, SMART (Forsius и др., 1998а; Forsius и др., 1998б; Jenkins и др., 2003). Преимущество применения одной и той же модели на большом количестве обследуемых территорий состоит в том, что может быть использован последовательный подход, и может быть произведено сравнение. Единоразово созданная модель, охватывающая многие экополигоны, может быть использована для оценки долгосрочных изменений и стратегий борьбы с выбросами в политике, а так же для изучения тенденций изменения получаемых данных. Это один из самых действенных способов использования данных МСП КМ в рамках Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния. В будущем указанная тема должна стать приоритетной, что требует постоянных усилий по улучшению процедур сбора данных и отчетности МСП КМ.

Широко раскинувшаяся сеть станций МСП КМ идеально подходит для применения моделей, но не для их разработки. Это подтверждается преимуществами использования центральной базы данных, позволяющей использовать общий подход к управлению данными и объединению их для калибровки моделей. Развитие модели требует специальной разработки технологий отбора проб и экспериментов.

Используемые в настоящее время модели, как правило, сосредоточены на одном из компонентов экосистемы, например, на атмосферных осадках, почве/химическом составе почвенного раствора или на биологии почвы. Биологические модели требуют дальнейшего развития для достижения уровня понимания природных процессов, свойственных, например, гидрохимическим моделям и моделям атмосферных выпадений загрязняющих веществ. Тем не менее, модели, описывающие биологические системы, сопряженные с гидрохимическими моделями, обеспечивают адекватные прогнозы, например, долгосрочные отклики растительности на изменения потоков выпадений загрязнителей.

Не все существующие методы моделирования процессов, идущих в природных экосистемах, адекватно учитывают воздействие озона и тяжелых металлов, и даже роль азота ясна не до конца. Однако задачей МСП КМ не является разработка методологии моделирования. При этом вновь разработанные модели могут применяться в рамках программ комплексного мониторинга, так же, как и существующие ныне корректные модели. Новые подходы к моделированию природных процессов находят широкое применение в рамках МСПКМ, которая предоставляет уникальную базу данных для проверки и тестирования таких моделей.

1.5. Биоиндикация

Определение биоиндикаторов является важной задачей, поскольку эти организмы дают интегрированный отклик на изменения среды обитания. Мониторинг биологических показателей также делает возможным выявление зависимостей «воздействие-отклик» в экосистемах. Существенным преимуществом МСП КМ является возможность сопоставления биологических данных с широким спектром физико-химических переменных. При этом биотические и абиотические данные получаются одновременно. При использовании биологических параметров в моделировании процессов, идущих в экосистемах, это условие является необходимым.

Как утверждается в Оценочном докладе по комплексному мониторингу (Evaluation of Integrated Monitoring..., 1992), параметры роста лесов и характеристики почв признаны наиболее важными переменными с точки зрения моделирования. В дополнение рекомендуется ряд видов-биоиндикаторов. Так, в данном Руководстве представлены биологические данные, напрямую не используемые в моделях, но пригодные в качестве индикаторов изменений.

Кроме того, существуют биологические показатели, которые могли бы применяться в рамках МСП КМ, но не внесены в программу. Пригодность показателя для целей долгосрочного мониторинга зависит от степени развития методики, стоимости оборудования, наличия квалифицированного персонала и доступности источников финансирования. Недостаточно развитые методики – одна из основных проблем, с которой сталкиваются исследователи при использовании биоиндикаторов в системе мониторинга. По этой причине целый ряд биологических показателей не находит себе применения.

Во многих странах методология биоиндикации недостаточно развита, поскольку в силу национальных особенностей этому аспекту не уделялось достаточно внимания.

1.6. Литература

Evaluation of Integrated Monitoring in Terrestrial Reference Areas of Europe and North America. The Pilot Programme 1989-1991. Environment Data Centre, National Board of Waters and the Environment, Helsinki 1992.

Forsius, M., Guardans, R., Jenkins, A., Lundin, L. and Nielsen, K.E. (eds.) 1998. Integrated Monitoring: Environmental assessment through model and empirical analysis - Final results from an EU/LIFE- project. The Finnish Environment 218. Finnish Environment Institute, Helsinki. ISBN 952-11-0302-7.

Forsius, M., Alveteg, M., Jenkins, A., Johansson, M., Kleemola, S., Lükewille, A., Posch, M., Sverdrup, H. , and Walse C. 1998. MAGIC, SAFE and SMART model applications at Integrated Monitoring sites: Effects of emission reduction scenarios. Water Air and Soil Pollution 105:21-30, 1998.

Jenkins, A., Larssen, T., Moldan, F., Hruška, J., Krám, P. and Kleemola, S. 2003. Dynamic modelling at Integrated Monitoring sites - Model testing against observations and uncertainty. The Finnish Environment 636. Finnish Environment Institute, Helsinki, Finland. ISBN 952-11-1440-1. 37 pp.

Johnson and Lindberg (eds), 1992. Atmospheric Deposition and Forest Nutrient Cycling. Ecological Studies 91. Springer-Verlag. New York 1992. ISBN 0-387-97632-9, ISBN 3-540-97632-9.

Kleemola S., Forsius M. (eds), 5th Annual Report 1996. UN ECE ICP Integrated Monitoring. The Finnish Environment 27. Finnish Environment Institute, Helsinki, Finland. ISBN 952-11-0045-1.

Moldan and Cerny (eds), 1994. Biogeochemistry of Small Catchments. A Tool for Environmental Research. Wiley. Chichester, England. ISBN 0-471-93723-1.

2. Требования к мониторингу в рамках модели «воздействие-отклик»

Концепция комплексного мониторинга широко применяется при выявлении изменений состояния экосистем, и все страны-участницы представляют необходимую для осуществления мониторинга информацию. Из-за временной и пространственной изменчивости динамики состояния экосистем требуется долговременное участие каждой страны, которое подразумевает выполнение программы на национальном уровне в течение более 10 лет и требует необходимую финансовую поддержку. Благодаря своей комплексной сути МСП КМ — дорогостоящая программа, поэтому были рассмотрены различные пути снижения стоимости работ, в том числе определены различные уровни интенсивности мониторинга на экополигонах. Было решено, что программа может фокусироваться на различных аспектах в зависимости от национальных приоритетов и доступного финансирования. Тем не менее, требуется выполнять общий минимальный уровень программы для сравнимости данных, полученных в разных странах. Обязательные и дополнительные подпрограммы представлены в главе 6.

Различные уровни программы могут быть представлены в рамках модели «воздействие-отклик» (таблица 2.1). Приоритетными являются исследования отклика экосистем на воздействия азота, серы и озона; дополнительными — на воздействие стойких органических загрязнителей (СОЗ), тяжелых металлов и изменения климата. Для каждого из этих 6 факторов разработана соответствующая подпрограмма и индикаторы. Азот, серы и озон рассматриваются как приоритетные аспекты в контексте международной политики. Воздействия на окружающую среду тяжелых металлов и СОЗ привлекает к себе все большее внимание при выполнении Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния ЕЭК ООН. Оценка изменения климата не входит в задачи данной конвенции, но, вероятно, экополигоны МСП КМ могут использоваться для выявления подобного рода последствий. Для этого применяются принятые на международном уровне методы мониторинга и оценки воздействий на экосистемы, в особенности на биоразнообразие.

Таблица 2.1 Комбинация подпрограмм МСП КМ в соответствии причинно-следственным связям с факторами воздействия среды

| Абиотическое воздействие | Подпрограмма | Отклик биоты | |
|-----------------------------------|---|---|---|
| | | Специфический индикатор (+подпрограмма) | Общий индикатор (+ подпрограмма) |
| Азот (окисление, эвтрофикация) | PC, TF, SF, RW/SW, SC, AM, LC (если озеро) (AC, LF, GW) | Индекс чувствительности (VG) - Химия листы (FC) - Воздушные водоросли (Aerial algae) (AL) | - Изменение биомассы (BI) - Видовой состав (VG, EP) - Повреждение лесов (FD) - Водные виды и изменение биомассы (LB/RB) - (Рыба) - Микробиологическоеразложение (MB) |
| Сера (окисление) | PC, TF, SF, RW/SW, SC, AM, LC (если озеро) (AC, LF, GW) | -Индекс чувствительности (VG, EP) - Химия листы (FC) -Диатомовые водоросли(LB) | - Изменение биомассы (BI) - Видовой состав (VG, EP) - Повреждение лесов (FD) - (Рыба) - Микробное разложение (MB) |
| Озон | AM, SW (включая наличие почвенной влажности) AC (или экстраполяция измерений/моделей) | - Повреждение листы (FD) | - Изменение биомассы (BI) - Видовой состав (VG, BI) - Фенология (PH) для интерпретации |
| Стойкие органические загрязнители | PC, RW/SW, (GW), химия коры, FC | -Биоаккумуляция/биологическая проба (лаборатор.) (TA) | - Изменение биомассы (BI) - Видовой состав (VG, BI) |
| Тяжёлые металлы | MC, FC, PC, RW/SW, (GW) | -Биоаккумуляция/биологическая проба (лаборатор.) (TA) -Микробиологическое разложение (MB) | - Изменение биомассы (BI) - Видовой состав (VG, BI) |
| Изменение климата | AM (включая ультрафиолетовое излучение относительно коротких длин волн и фотосинтетическую активность радиации) AC (включая CO ₂) | | - Изменение биомассы (BI) -Изменчивость биоты (VG, EP, BB, BI) - Микробиологическое разложение (MB) |

3. Выбор экополигонов

Мониторинг предпочтительно осуществлять в гидрологически выделенных малых водосборных бассейнах, в которых может быть обеспечено взаимодействие между всеми подпрограммами. Если подобный водосборный бассейн отсутствует, приемлемо использовать территории, для которых возможно определять балансы поступления-выноса.

Экополигоны должны отвечать следующим критериям:

1. Условия экополигона должны давать возможность определения параметров выноса-поступления. Характеристики поступления определяются осадками. Характеристики выноса определяются дренажным стоком, величину которого можно вычислить, а химический состав проанализировать.
2. Территория экополигона должна четко выделяться гидрологически и быть как можно более единообразной геологически.
3. Территория экополигона должна быть не меньше нескольких десятков гектар, не больше нескольких квадратных километров (от 1- до 1000 га) и предпочтительно иметь буферную зону сходного землепользования.
4. В идеале на экополигоне землепользование должно быть ограничено или, по крайней мере, должно контролироваться и документироваться. Как правило, экополигоны располагаются на особо охраняемых природных территориях различного уровня.
5. Территория экополигона должна быть типичной для региона.
6. Желательно, чтобы другие научные исследования, относящиеся к оценке/ моделированию природных экосистем, выполнялись как можно ближе к территории экополигона.
7. Ближайший значимый источник выбросов загрязняющих веществ должен отстоять не менее, чем на 50 км от территории экополигона. Там, где фоновый уровень загрязнения высок, расстояние до источника выбросов может быть меньше, но в случаях, когда фоновый уровень ниже, расстояние должно быть больше.

4. Управление программой

4.1. Распределение обязанностей

- Научные организации собирают и представляют первичные данные в Национальные научные центры (ННЦ). Научные организации несут ответственность за качество данных.
- ННЦ обрабатывают данные в соответствии с настоящим Руководством и представляют результаты в Программный центр. Кроме того, данные используются для анализа и оценок на национальном и международном уровнях.
- Программный центр собирает данные и совместно с ННЦ тестирует их качество. Руководство МСП КМ должно обеспечивать верификацию результатов выполнения программы в сотрудничестве со всеми странами-участницами.
- Программный центр поддерживает международную базу данных, включающую результаты текущих и выполненных в предыдущие годы исследований, и предоставляет доступ научным работникам к данным. База данных должна обеспечивать возможность получения информации о качестве природной среды для формирования природоохранной политики.
- Программный центр отвечает за сотрудничество между различными Международными совместными программами.
- Программный центр издает Ежегодные доклады МСП КМ.

- Целевая группа МСП КМ является управляющим органом программы, определяя календарный план работ и представляя отчеты Рабочей группе по воздействиям ЕЭК ООН.

4.2. Выбор экополигонов

Выбор экополигонов МСП КМ должен быть согласован между Программным центром и ННЦ.

4.3. Представление данных

Отчетным периодом в МСП КМ является календарный год. Отчеты представляются в Программный центр в декабре-январе. Обычно срок отчета, назначаемый Целевой группой, для предыдущего года — декабрь. Отчеты за 2011 г. (январь-декабрь) должны быть представлены в декабре 2012 г., и результаты будут освещены в апреле 2013 г. Это замедляет процесс использования свежих результатов, но обеспечивает лучшую сравнимость, когда данные из всех стран анализируются одновременно.

Данные направляются в Программный центр в виде ASCII/Excel файлов по электронной почте или на дисках. Файлы следует именовать по следующему алгоритму: экополигон+подпрограмма+дата, год (например, FI01_RW_2012.txt или FI01_RW_2012.xls). К отчету необходимо приложить список файлов.

Адрес направления данных:

Sirpa Kleemola

Finnish Environment Institute

Data and Information Centre

P.O. Box 140

FI-00251 Helsinki

Finland

Mobile: + 358 400 148 778

e-mail: firstname.lastname@ymparisto.fi [sirpa kleemola]

4.3.1. Формат отчета

Примеры форматов отчетов представлены в конце описания каждой подпрограммы. Все химические подпрограммы имеют общий формат отчетов. Отчеты таких биологических подпрограмм, как VG «Растительность», AL «Наземные зеленые водоросли» и FD «Повреждения лесов», представляются в формате В1. Отчеты оставшихся биологических подпрограмм — EP «Стволовые эпифиты», BI «Биоэлементы и индикация древостоев», VS «Структура растительности и растительный покров» и BV «Инвентаризация видов птиц» - представляются в формате В2.

Обычно в Программный центр представляют обобщенные данные (среднемесячные значения).

Формат отчетов для химических подпрограмм

| Графа | Данные | |
|-------|---------|--|
| 1-2 | SUBPROG | Код подпрограммы, идентификатор файла |
| 3-6 | AREA | Код страны номер области |
| 7-8 | INST | 2-буквенный код для обозначения института |
| 9-12 | SCODE | 4-значный код для обозначения станции |
| 13-20 | MEDIUM | Код, обозначающий выбранные деревья, почвы и так далее, обозначаемый в каждой подпрограмме |
| 21-22 | LISTMED | список кодов сред (например, для почв) |
| 23-26 | LEVEL | Уровень измерения |
| 27-32 | YYYYMM | Год и месяц проведения измерений |
| 33-34 | DAY | День проведения измерений, обычно не указывается |
| 35-37 | SPOOL | Объём пространственной выборки, число устройств/мест отбора проб |
| 38-45 | SUBST | Код вещества |
| 46-47 | LISTSUB | Список кодов для вещества(DB или IM) |
| 48-50 | PRETRE | Код предварительной обработки (для кодов DB) |
| 51-53 | DETER | Код определитель (для кодов DB) |
| 54-60 | VALUE | Значение переменной, максимум 3 знака после запятой |
| 61-68 | UNIT | Предлагаемые единицы измерения даются в каждой подпрограмме, это - только проверка |
| 69-69 | FLAGQUA | Идентификатор качества(см. использование идентификаторов) |
| 70-71 | FLAGSTA | Идентификатор статуса (2 буквы оставляют для подпрограммы «Метеорология») |
| 72-72 | ADDIT | Только для подпрограммы FC (смотри подпрограмму FC) |

Формат отчетов для биологических подпрограмм

B1 — формат для подпрограмм VG, AL, FD

| Графа | Данные | |
|--------|------------------|--|
| 1-2 | SUBPROG | Код подпрограммы, идентификатор файла |
| 3-6 | AREA | Код страны номер области |
| 7-8 | INST | 2-буквенный код для обозначения института |
| 9-12 | SCODE | 4-значный код для обозначения станции |
| 13-20 | MEDIUM | Код, обозначающий выбранные деревья, почвы и так далее, обозначаемый в каждой подпрограмме |
| 21-22 | LISTMED | список кодов сред |
| 23-26 | TREE/ QUARTER | Номер выбранного дерева Номер четверти интенсивного участка растительности |
| 27-32 | YYYYMM | Год и месяц проведения измерений |
| 33-35 | SPOOL | Объём пространственной выборки, число деревьев/участков пробоотбора |
| 36-37 | CLASS | диаметр/высота классов (только для подпрограммы VG) |
| 38-45 | PARAM | Код параметра |
| 46-47 | PARLIST | Список кодов параметров |
| 48-54 | VALUE | Величина параметра, максимум 3 знака после запятой |
| 55-62 | UNIT | Предлагаемые единицы измерения даются в каждой подпрограмме, это - только проверка |
| 63-64 | FLAGSTA | Идентификатор статуса |
| 65-100 | DAMAGE | Только для подпрограммы FD, причина ущерба |

Формат B2 (для подпрограмм EP, BI, VS and BB)

| Графа | | данные |
|-------|---------|---------------------------------------|
| 1-2 | SUBPROG | Код подпрограммы, идентификатор файла |
| 3-6 | AREA | Код страны номер области |

| | | |
|-------|---------|--|
| 7-8 | INST | 2-буквенный код для обозначения института |
| 9-12 | SCODE | 4-значный код для обозначения станции |
| 13-20 | MEDIUM | Код, обозначающий выбранные деревья, почвы и так далее, обозначаемый в каждой подпрограмме |
| 21-22 | LISTMED | Список кодов сред |
| 23-27 | SIZE | Размер наблюдаемой области (только для подпрограмм В1 и ВВ) |
| 28-33 | YYYYMM | Год и месяц проведения измерений |
| 34-36 | SPOOL | Объём пространственной выборки, число деревьев/участков пробоотбора |
| 37-37 | PFLAG | Постоянные/не постоянные деревья (только для подпрограммы EP) |
| 38-45 | SPECIES | Код для каждого вида |
| 46-47 | LISTSPE | Список кодов видов (NCC список кодов) |
| 48-49 | CLASS | Диаметр/высота /разложение/классы жизнеспособности (только для В1) |
| 50-57 | PARAM | Код параметра |
| 58-59 | PARLIST | Список кодов параметра |
| 60-66 | VALUE | Величина параметра, максимум 3 знака после запятой |
| 67-74 | UNIT | Предлагаемые единицы измерения даются в каждой подпрограмме, это - только проверка |
| 75-75 | FLAGQUA | Идентификатор качества данных (см. использование идентификаторов) |
| 76-77 | FLAGSTA | Идентификатор статуса |

4.3.2. Использование идентификаторов

При необходимости в отчетах используются два вида идентификаторов: идентификатор качества данных и идентификатор статуса. Возможные коды идентификаторов следующие (для подпрограмм АМ «Метеорология» и ТА «Оценка токсичности») существуют дополнительные идентификаторы, указанные в этих подпрограммах).

Идентификатор качества данных (FLAGQUA):

- L — ниже предела обнаружения, который дается как численное значение
- E — измеряемая величина
- V — вид отмечен, но значение не дано (в «Инвентаризация птиц» ВВ)

Для вычисления средних величин, когда учитываются значения ниже предела обнаружения, см. Приложение 7. В случае, если первичная величина, которая ниже предела обнаружения, представлена в отчете, уровень обнаружения дается как значение, и ему присваивается идентификатор качества L.

Идентификатор статуса (FLAGSTA):

- X — арифметическое среднее;
- W — среднее арифметическое взвешенное;
- S — сумма;
- M — мода.

Первичные значения даются без идентификатора статуса. Флаг статуса используется, когда представляются средние и другие вычисляемые значения. Для вычисления средних см. Приложение 7.

5. Структура и обустройство экополигонов МСП КМ

На экополигонах МСП КМ осуществляется два разных типа полевых работ: описание территории и сам мониторинг.

К описанию станциаров относится сбор таких данных, как географическое положение, климат, история землепользования, распределение типов почв, растительных сообществ и древостоев. Описание экополигона имеет большое значение для интерпретации результатов, полученных при осуществлении подпрограмм мониторинга и последующего моделирования процессов.

Мониторинг осуществляется на экополигонах, тщательно выбираемых в соответствии с подпрограммами, описанными в главе 7.

Главной целью комплексного мониторинга является установление связей между химическими, физическими и биологическими параметрами. Для достижения этой цели подпрограммы необходимо проводить в пределах основного типа(ов) биогеоценоз и как можно ближе друг к другу.

5.1. Описание экополигона МСП КМ

5.1.1. Основные требования к описанию

Основная информация о любом экополигоне МСП КМ должна предоставляться при включении его в сеть мониторинга.

Обязательной информацией является:

- Код страны (ИСО альфа-2, см. Приложение 4)
- Количество экополигонов (работающих в каждой стране)
- Название точки
- Географические координаты (широта, долгота, с точностью до минут)
- Максимальная высота (м над уровнем моря), наивысшая точка
- Минимальная высота (м над уровнем моря), самая низкая точка
- Административно-территориальное месторасположение
- Тип владения (государственное или частное)
- Размер участка (га)
- Акватория (% от общего)
- Доминирующий тип почв
- Доминирующий тип растительности (включая насаждения)
- Среднегодовое количество осадков (мм), последний 30-летний период
- Среднегодовая температура ($^{\circ}$ C), последний 30-летний период
- Снег (%), процентная доля от осадков
- Длительность гидрологического цикла (дней / год),
- Продолжительность вегетационного периода (дней/год), средняя температура $>5^{\circ}$ C в течение 5 календарных дней
- История землепользования
- Предыдущие исследования
- Антропогенная нагрузка территории (например, её размещение поблизости от предприятий промышленности и сельского хозяйства, рекреационное давление, выпас и т.д.)

Приведенная выше информация может быть представлена в свободной форме или с помощью специальной формы «Описание пробной площади» (см. Приложение 5).

Дополнительная информация необходима для калибровки моделей. Эти данные включают в себя подробную информацию о растительности, о физических и химических свойствах почвы. Часть необходимого материала получают из проведенных ранее исследований. Для различных моделей требуются разнообразная информация, за которой исследователи должны обращаться в ННЦ.

5.1.2. Картирование

Цель картирования экополигона МСП КМ — обеспечение наибольшей репрезентативности пробоотбора и представительности выборки.

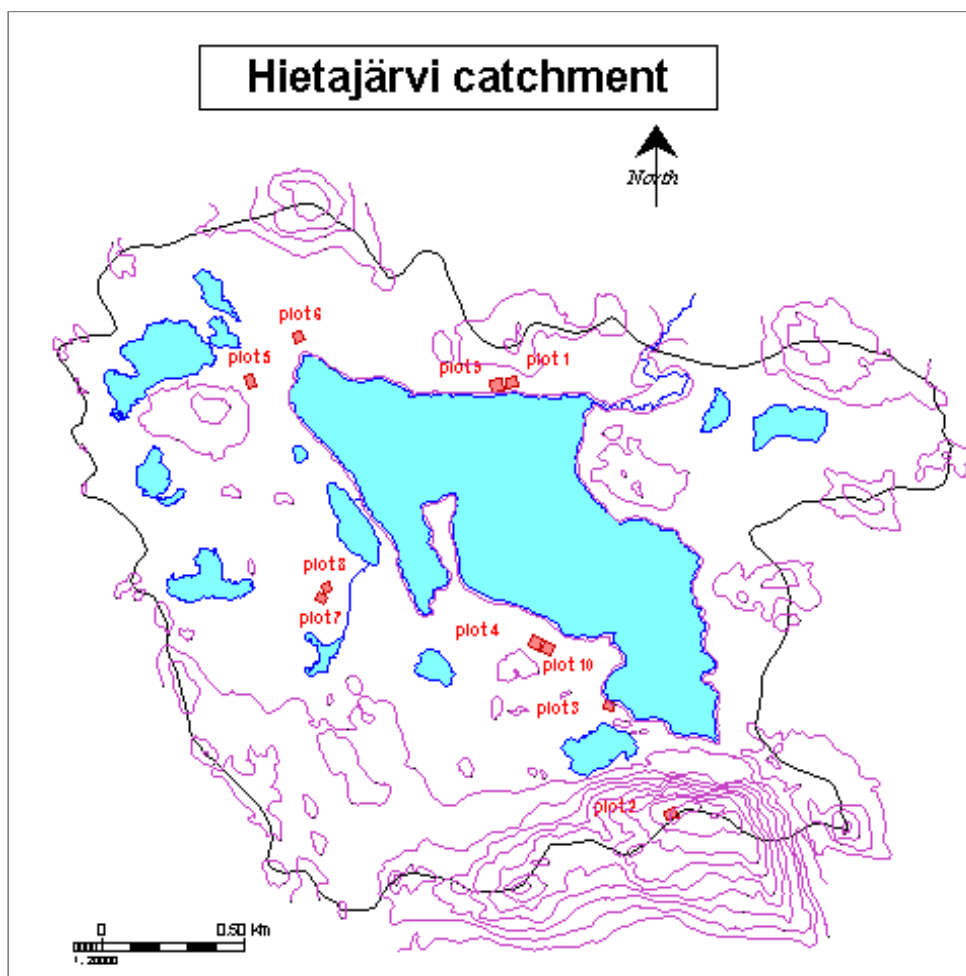


Рисунок 5.1. Картографическая основа экополигона FI03 Hietajärvi с указанием расположения постоянных участков и измерительных станций

Если для экополигона нет доступных карт, то они должны быть созданы с использованием стандартных методов отображения. Подбор или создание карт для используемых точек является обязательной частью МСП КМ. Составленные карты должны быть направлены в Программный Центр. Электронные карты могут быть отправлены по электронной почте или на дискетах, компакт-дисках, предпочтительно в ARC / INFO экспорт-формате. Приемлемы и хорошие карты на бумажных носителях.

ННЦ несет ответственность за обеспечение соблюдения авторского права относительно карт.

5.1.2.1. Картографическая основа

Картографическая основа каждого экополигона МСП КМ должна соответствовать масштабу 1:2 000-1:10 000, на неё должны быть нанесены контуры ручьев и озер. Водосборы/экополигоны должны быть схематически представлены на карте, кроме того, необходимо нанести справочную информацию о координатах. Если для участка доступна цифровая модель рельефа, то также её необходимо направить в Программный Центр.

Все пункты наблюдений (постоянные участки, смотровые площадки, группы деревьев, используемые для измерения и т.д.) должны быть отмечены на карте (рис. 5.1).

Экополигоны обозначаются собственным кодом, кодами института и подпрограммы (см. раздел 5.3.1). Тот же самый код экополигона используется для различных подпрограмм в том случае, когда измерения проводятся на тех же пробных площадях или близко друг к другу, в том же местообитании. Дополнительная информация о станциях должна быть доступна по запросу ННЦ.

5.1.2.2. Коренная подстилающая порода

Необходимо, предоставить геологическую карту экополигона, на которой должны быть подробно нанесены основные типы пород. Эта информация необходима для оценки степени эрозии почв экополигона.

5.1.2.3. Почвы

Карта почвенного покрова экополигона должна содержать информацию, по крайней мере, о доминирующих типах почв (например: торфе, песке, лёссе), см. рисунок 5.2.

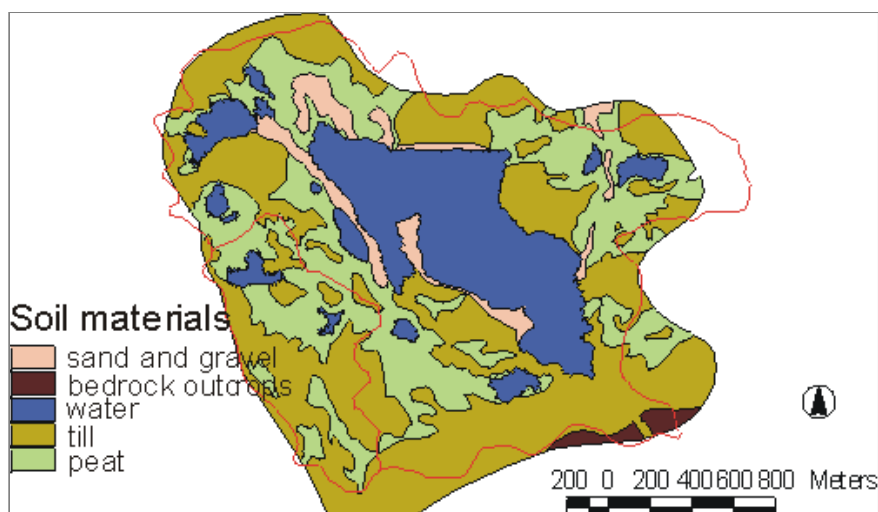


Рисунок 5.2. Карта почвенного покрова экополигона Hietajärvi (FI03)

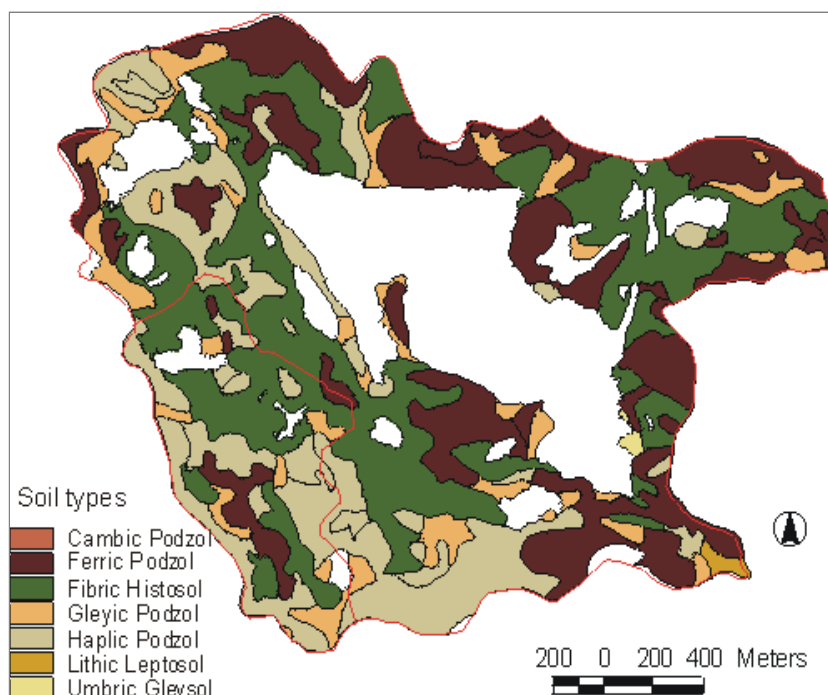


Рисунок 5.3. Карта типов почв Hietajärvi (FI03)

5.1.2.4. Типы почв

Если карты почв для экополигона не существует, необходимо провести необходимые исследования. Национальные классификации типов почв должны быть снабжены комментариями о соответствии классификации почв ФАО рис. 5.3) (Soil map of the world., 1990).

Каждый тип почвы на карте следует снабдить комментариями о следующих параметрах: формы гумуса (мор, модер, мулль), его плотность; текстура почвы, глубина почвы (до коренных подстилающих пород, например, < 1 м, 1 <> 3 м, > 3 м). Химическая характеристика почв (рекомендуется определить рН, содержание тяжелых металлов, общего неорганического углерода, основных обменных катионов) является необязательной. Однако это информация, которую можно получить путем систематического или не вполне случайного отбора проб, очень полезна для улучшения качества результатов оценки и моделирования.

5.1.2.5. Растительные сообщества

Растительные сообщества, выделяемые по Браун-Бланке или эквивалентным методом, отображаются с использованием стандартов, принятых в странах-участницах программы (рис. 5.4). Картирование желательно осуществлять с помощью постоянной сети линий, установленной для исследований почв, растительности, а также мониторинга динамики биоэлементов и популяций в древостоях.

5.1.2.6. Древостои

Древостои картируются в соответствии со стандартами стран-участниц программы (рис. 5.5). Как и для картирования растительных сообществ, предпочтительно использовать постоянные линии (см. раздел 5.1.2.5). Типы древостоя выделяются визуальным определением доминирующих видов деревьев, доминирующих высот, ярусности, плотности насаждений и классов развития.

Классы развития:

0 - открытое пространство;

1 - один возрастной класс, подрост (деревья <1,3 м);

2 - один возрастной класс, молодые, приспевающие деревья (деревья > 1,3 м);

3 - один возрастной класс, спелый древостой;

4 - один возрастной класс, старый древостой;

5 - два возрастных класса, приспевающие и спелые или приспевающие и старые насаждения (100 деревьев / га старого поколения);

6 - два возрастных класса, спелые и старые насаждения (100 деревьев / га старого поколения);

7 - невозможно классифицировать в классах 1-6.

При необходимости визуальный контроль может быть дополнен количественной информацией, такой, как общая площадь массива, высота деревьев, количество живых и мертвых стволов, параметры ветровала и т.д. (подпрограмма VI).

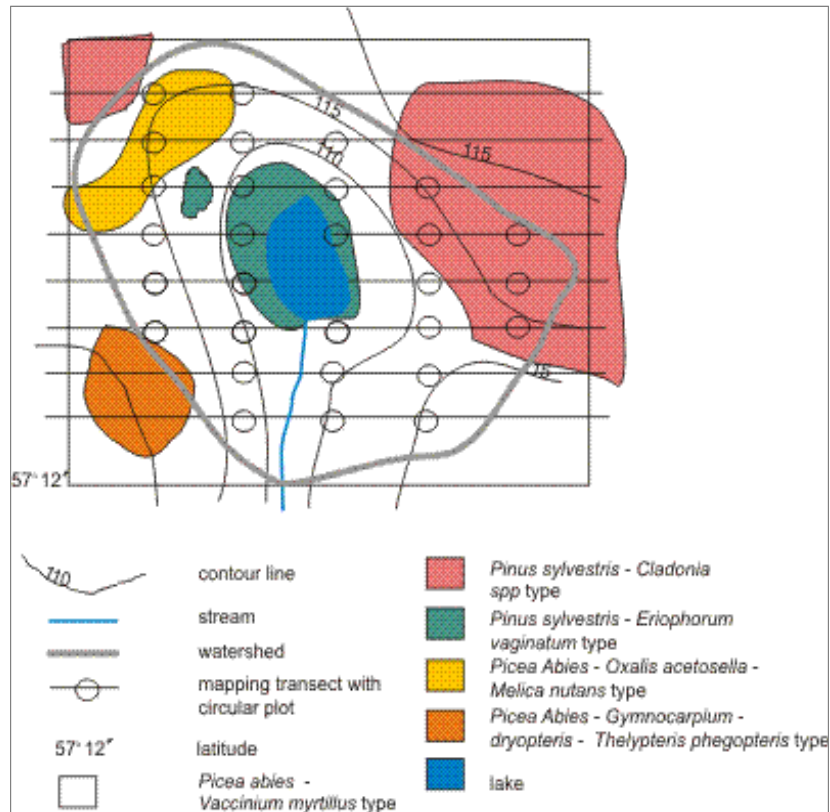


Рисунок 5.4. Пример картографической основы с распределением растительных сообществ

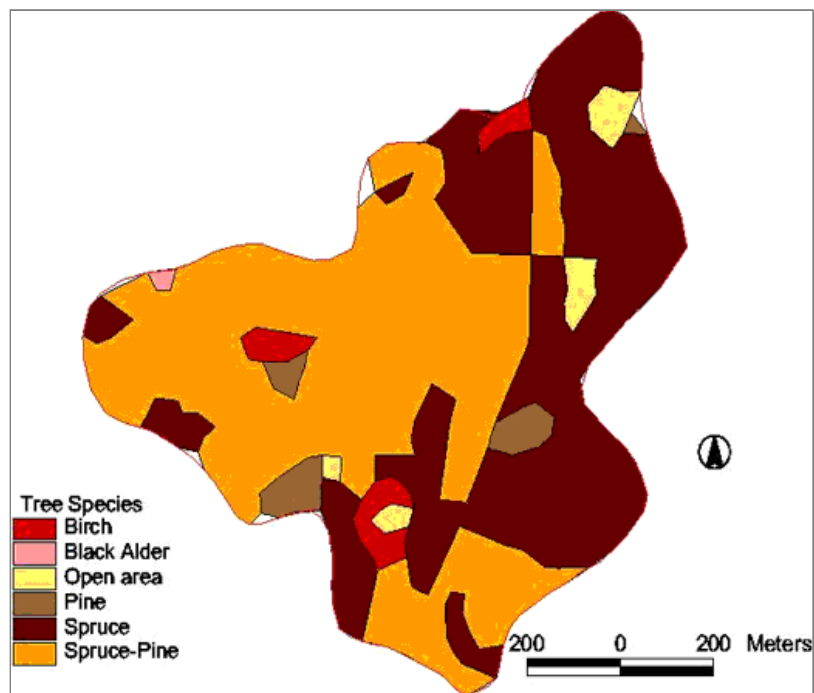


Рисунок 5.5. Карта древостоя (доминирующих древесных пород) LT03 Zemaitija

5.1.3. Инвентаризация

Для оценки биоразнообразия необходима инвентаризация видов животных и растений на экополигоне. Инвентаризация включает составление списка видов для каждой функциональной или таксономической группы (например, сосудистых растений, бабочек

и т.д.). Информация о численности увеличивает ценность таких списков. Эта информация должна находиться в ННЦ. Тем не менее, Программный центр МСП КМ должен быть извещён о наличии таких данных для конкретных экополигонов. Пример осуществления инвентаризации приведен в параграфе 5.1.3.1 «Инвентаризация видов растений», а также в подпрограмме VS «Структура растительности и проективное покрытие».

Исследование свойств почв (например, полевые исследования мощности горизонта и текстуры) важна для моделирования. Для исследования химических свойств почв образцы могут браться произвольно. Данные должны храниться в ННЦ, а Программный центр МСП КМ должен быть проинформирован об их наличии и доступности.

5.1.3.1. Инвентаризация растительности (дополнительно)

Целью инвентаризации растительности является создание полного списка видов растений с указанием обилия каждого вида (если есть возможность) на пробной площадке и экополигоне целом. Инвентаризация может включать в себя как эпигейные, так и эпифитные растения. Инвентаризация растений на всех субстратах важна для изучения биоразнообразия.

Для эпигейных растений список видов (с встречаемостью или без нее) формируется в соответствии с типом растительного сообщества; для эпифитов — в соответствии с типом субстрата (например, минеральные субстраты, стволы деревьев, сучья, бревна и т.д.). Обратите внимание, что обилие в этом случае относится строго к численности, а не покрытию или классу доминантности, и что каждый вид оценивается независимо от других.

Классы обилия (Браун-Бланке 1965):

- 1 - очень редко;
- 2 - редко;
- 3 - немного;
- 4 - много;
- 5 - очень много.

Инвентаризация проводится на начальной стадии наблюдений, а затем может повторяться после больших изменений в растительности: при изменении землепользования, после пожара, ветровала и оползня. Сезон для инвентаризации сосудистых растений должен совпадать с максимальным развитием вегетативных и репродуктивных органов у большинства видов для удобства определения видов.

Названия растительных сообществ приводятся в соответствии со стандартами, принятыми в странах-участницах программы, например, по Браун-Бланке (Браун-Бланке 1965), по (Påhlsson 1994) или по классификации, используемой в EU CORINE Land Cover (Cruickshank, Tomlinson, 1996). В случае, если деревья являются субстратом, целесообразно указывать их видовые названия.

Учитываемыми параметрами являются наличие/обилие напочвенных видов в сообществе, а также наличие/обилие эпифитов на субстрате.

5.2. Экополигоны МСП КМ

5.2.1. Размещение пробных площадей

Данные по различным подпрограммам в пределах экополигонов МСП КМ получают на различных типах пробных площадей, расположение которых зависит от степени однородности почвы, древостоев и растительности. Пробные площади, используемые для репрезентативного описания экополигона, размещаются по всей его территории (см. рис. 5.5 и 5.7). Другие пробные площади располагаются в основных типах местообитаний (рис. 5.7).

Для выполнения каждой подпрограммы следует заложить по крайней мере по две пробных площади для оценки вариабельности параметров в пределах экополигона. Пробные площади различных подпрограмм должны быть сгруппированы, формируя область интенсивного мониторинга, чтобы обеспечить сравнимость данных.

Для ряда подпрограмм (например, SF «Подкроновый сток» и LF «Химия опада») пробоотбор может проводиться двумя способами: 1) в области интенсивного мониторинга (изучаемая популяция = область интенсивного мониторинга), 2) по трансекте через водосборный бассейн (изучаемая популяция = водосборный бассейн). Пробоотбор по трансекте не рекомендован другими программами комплексного мониторинга (например, МСП «Лес») и зависит от имеющихся ресурсов.

5.2.2. Область интенсивного мониторинга

На экополигоне для области интенсивного мониторинга обычно выбирается наиболее типичное местообитание (тип почв, растительности). Места пробоотбора различных подпрограмм должны быть расположены близко друг от друга для подробного исследования конкретного биотопа.

Группа пробных площадей называется областью интенсивного мониторинга, и коды их для каждой подпрограммы должны быть одинаковыми. Размер области интенсивного мониторинга не должен превышать двух гектар.

Для достижения максимальной эффективности все подпрограммы, которые не характеризуют экополигон целиком (например, АМ «Метеорология», РС «Химия осадков», SF «Подкроновый сток», LF «Химия опада» и т. д.) должны располагаться как можно ближе к области интенсивного мониторинга (рис. 5.7).

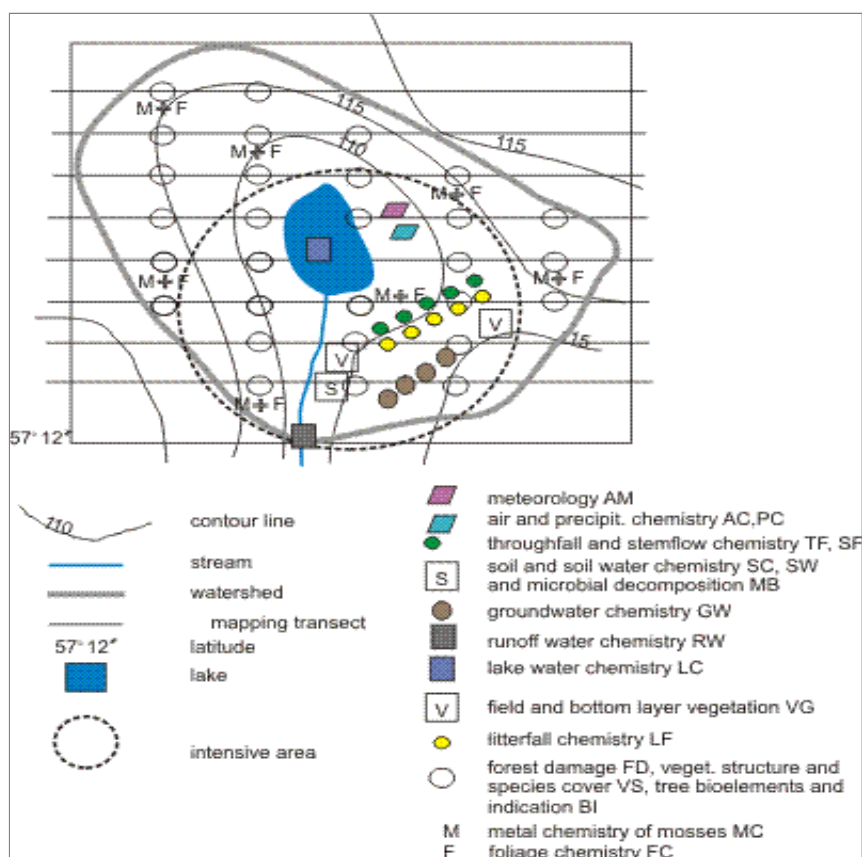


Рисунок 5.6. Пример распределения пробных площадей на экополигоне с одной областью интенсивного мониторинга. Обозначены на схеме коренная порода/почвенный материал/тип почв/древостой и растительные сообщества

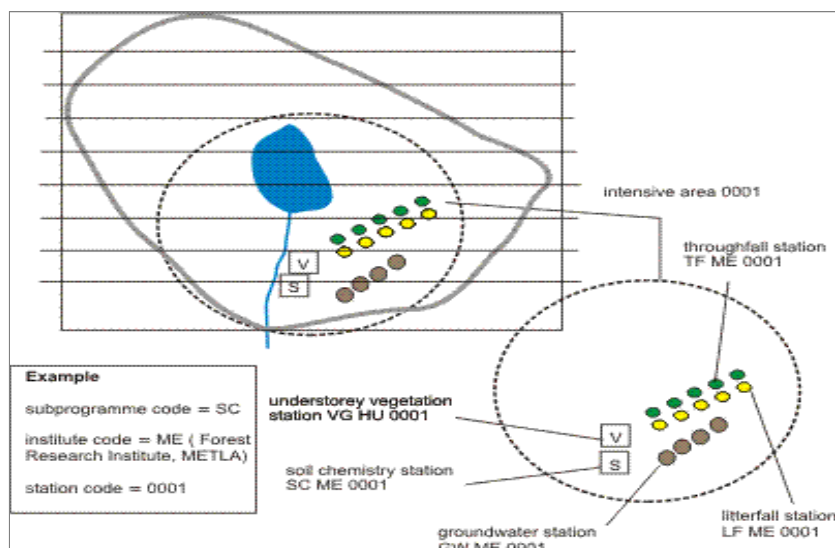


Рисунок 5.7. Пример областей интенсивного мониторинга и кодирования группы площадок

5.2.3. Вспомогательные пробные площади

Вспомогательные пробные площади – это места пробоотбора, которые по ряду причин не могут быть расположены на экополигоне МСП КМ. Места выполнения подпрограмм «Метеорология» и «Химия атмосферного воздуха» часто располагаются вне участка мониторинга из-за технических трудностей и высокой стоимости оборудования. Тем не менее, следует избегать организации вспомогательных пробных площадей, т. к. результаты измерений могут оказаться нерепрезентативными для экополигона МСП КМ.

5.3. Литература

Braun-Blanquet, J., 1965: Plant Sociology; the study of plant communities (Transl. rev. and ed. by C.D. Fuller & H.S. Conard). Hafner, London.

Cruickshank, M.M. & Tomlinson, R.W., 1996: Application of CORINE land cover methodology to the U. K.: Some issues raised from Northern Ireland. -Global Ecology and Biogeography letters 5:235-248.

Påhlsson, L. (ed.), 1994: Vegetationstyper i Norden (Vegetation types in the Nordic countries). Tema Nord 1994:665. (In Swedish with introductions in Finnish, Icelandic and English).

6. Типы подпрограмм

6.1. Обязательные и дополнительные подпрограммы

Минимальный уровень выполнения МСП КМ представлен в таблице 6.1. Этот уровень необходим для обеспечения сравнимости данных, получаемых в разных странах-участницах программы. В таблице 6.1 представлены и рекомендуемые частоты пробоотбора. Обязательные подпрограммы могут выполняться или не выполняться в зависимости от национальных приоритетов и возможностей. Список параметров каждой из подпрограмм представлен в таблице 6.2.

Таблица 6.1 Минимальный уровень выполнения МСП КМ

| Обязательные подпрограммы | | интервалы | осуществление |
|-----------------------------|--|-------------------------|---------------|
| № раздела | Название программы | выборки | |
| 7.1 | Подпрограмма АМ: Метеорология (Meteorology) | c/d | |
| 7.2 | Подпрограмма АС: Химия воздуха (Air Chemistry) | c/d/w | |
| 7.3 | Подпрограмма РС: Химия осадков (Precipitation chemistry) | d/w/m | |
| 7.5 | Подпрограмма ТФ: Подкроновый сток (Throughfall) | w/m | |
| 7.7 | Подпрограмма SC: Химия почв (Soil chemistry) | 5y | |
| 7.8 | Подпрограмма SW: Химия почвенных вод (Soil water chemistry) | w/2w | |
| 7.10 | Подпрограмма RW: Химия руслового стока (Runoff water chemistry) | d/w/m | |
| 7.12 | Подпрограмма FC: Химия листвы (Foliage chemistry) | y | |
| 7.13 | Подпрограмма LF: Химия опада (Litterfall chemistry) | y | |
| 7.17 | Подпрограмма VG: Растительность (Vegetation (intensive plot)) | 1-5y | |
| 7.20 | Подпрограмма EP: Стволовые эпифиты (Trunk epiphytes) | 1-5y | |
| Дополнительные подпрограммы | | интервалы | осуществление |
| | | выборки | |
| 7.4 | Подпрограмма MC: Тяжёлые металлы во мхах (Metal chemistry of mosses) | 5y | |
| 7.6 | Подпрограмма SF: Стволовой сток (Stemflow) | w/m | |
| 7.9 | Подпрограмма GW: Химия грунтовых вод (Groundwater chemistry) | 2m | |
| 7.11 | Подпрограмма LC: Химия озёрных вод (Lake water chemistry) | 2-6m | |
| 7.14 | Подпрограмма RB: Гидробиология ручьёв (Hydrobiology of streams) | 6m | |
| 7.15 | Подпрограмма LB: Гидробиология озёр (Hydrobiology of lakes) | m/2m (весной/осенью) | |
| 7.16 | Подпрограмма FD: Повреждение лесов (Forest damage) | y | |
| 7.18 | Подпрограмма BI: Древесные биоэлементы и древесная индикация (Tree bioelements and tree indication) | 5y | |
| 7.19 | Подпрограмма VS: Структура растительности и покрытие видов (Vegetation structure and species cover) | 10-20y | |
| 7.21 | Подпрограмма AL: Наземные зелёные водоросли (Aerial green algae) | y | |
| 7.22 | Подпрограмма MB: Микробиологическое разложение (Microbial decomposition) | y | |
| 7.23 | Подпрограмма TA: Оценка токсичности (Toxicity assessment) | - | |
| 7.24 | Подпрограмма BB: Инвентаризация птиц (Inventory of birds) | 3-5y | |
| 7.25 | Подпрограмма PH: Фенология (Phenology) | d/w (весной/осенью) | |
| | интервалы осуществление выборки: c = непрерывно, d = ежедневно, w = еженедельно, m. = ежемесячно, y = ежегодно | | |

Таблица 6.2.1 Список обязательных и дополнительных физических параметров

| Д и с п л и н а | Переменная | Отде- ление | Воздух | | Осадки, отложения | | | Поверх- ностные воды | | Почвен- ные воды | Грунто- вые воды | Поч- -ва | Биота | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|------------------------------|--------|--------|----------------------|--------|----|----------------------------|----|------------------------|------------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| | | Под- про- грам- -ма | A M | A C | P C | T F | SF | R W | LC | SW | GW | SC | M C | F C | L F | R B | L B | F D | V G | B I | V S | E P | A L | M B | T A | BB |
| | | Тема загрязне- ния | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ф и з и ч е с к и е | Температура | С | m | | | | o | o | | o | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Суммарная солнечная радиация | С | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Фотосинтетически- активная радиация | С | o | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | УФ-Б излучение | С | o | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Влага/влажность | | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Поток | | m | | m | m | m | | o | m | | | | m | | | | | | | | | | | | |
| | Направление ветра | | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Скорость ветра | | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Вес (потеря) | | | | | | | | | | | | o | m | m | | | | | | | | | o | o | |
| | Плотность (влаж./сух.) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Распределение частиц по размеру | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Цвет | | | | | | | o | o | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Таблица 6.2.2 Список обязательных и дополнительных химических параметров

| Д и с ц и п л и н а | Переменная | Отделе- ние | Воз- дух | | Осадки, отложения | | | Поверх- ност- ные воды | | Поч- вен- ные воды | Грун- то- вые воды | Почва | Биота | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------------------------|-------------|--------|----------------------|--------|--------|---------------------------------|--------|-----------------------------|-----------------------------|-------|--------|--------|--------|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----|
| | | Подпро- -грамма | A M | A C | P C | T F | S F | R W | L C | SW | GW | SC | M C | F C | L F | RB | L B | F D | V G | B I | V S | E P | A L | M B | T A | BB |
| | | Тема загряз- нения | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Х | Проводимость | | | | m | m | m | m | m | m | m | | | | | | | | | | | | | | | |
| | pH | A | | | m | m | m | m | m | m | m | | | | | | | | | | | | | | | |
| | SO ₂ S | A | | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| М | SO ₄ S | A | | m | m | m | m | m | m | m | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | S-общий | A | | | o | o | o | o | o | o | m | | m | m | | | | | | m | | | | | | |
| и | NO ₂ N | Е/А | | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | NO ₃ N | Е/А | | | m | m | m | m | m | m | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ч | S (NO ₃ ⁻ (част.) + HNO ₃ (газ)) | Е/А | | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| е | NH ₄ N | Е/А | | | m | m | m | m | o | o | m | | | | | | | | | | | | | | | |
| с | S (NH ₃ (газ) + NH ₄ ⁻ (част.)) | Е/А | | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| к | N-общий | Е/А | | | o | m | m | m | m | m | m | | m | m | | | | | | m | | | | | | |
| | O ₂ | | | | | | | | o | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| и | O ₃ (АОТ40) | О | | m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | CO ₂ | С | | o | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| е | PO ₄ P | Е | | | o | o | o | o | o | o | o | | | | | | | | | | | | | | | |
| | P-общий | Е | | | o | o | o | o | o | m | o | m | | m | m | | | | | m | | | | | | |
| | SiO ₂ | | | | | | | o | o | o | o | | | | | | | | | | | | | | | |
| | F | | | | | | | o | o | | | | | o | o | | | | | | | | | | | |
| | CL | | | | m | m | m | m | m | m | m | | | | o | o | | | | | | | | | | |
| | NA | | | | m | m | m | m | m | m | m | | | | m | m | | | | | m | | | | | |
| | K | | | | m | m | m | m | m | m | m | | | | m | m | | | | | m | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|-------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|---|--|--|---|
| CA | A | | m | m | m | m | m | m | m | m | m | | m | m | | | m | | | |
| MG | A | | m | m | m | m | m | m | m | m | m | | m | m | | | m | | | |
| Щёлочность зависимости от pH | B | | m | m | m | m | m | m | m | | | | | | | | | | | |
| FE | | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | m | m | | | m | | | o |
| MN | | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | m | m | | | m | | | |
| B | | | | | | | | | | | | | o | o | | | m | | | |
| AL-общий | T/A | | o | o | o | o | o | m | m | m | | | o | o | | | | | | o |
| AL-лабильный, зависимости от pH | B T/A | | | | | m | m | m | m | | | | | | | | | | | |
| AS | T | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | | | | o |
| CD | T | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | | | | o |
| CR | T | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | | | | o |
| CU | T | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | m | m | | | m | | | o |
| HG | T | | | | | | | o | | o | o | | | | | | | | | |
| MO | T | | o | o | o | o | o | o | o | o | | o | o | | | | | | | |
| NI | T | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | | | | o |
| PB | T | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | | | | | | o |
| ZN | T | | o | o | o | o | o | o | o | o | o | o | m | m | | | m | | | o |
| Органо-галогены | T | | | | | | | | | | | | | | | | | | | o |
| ПАУ | T | | | | | | | | | | | | | | | | | | | o |
| Обменная титруемая кислотность | A | | | | | | | | | m | | | | | | | | | | |
| Насыщенность основаниями | A | | | | | | | | | m | | | | | | | | | | |
| Выветривание | A | | | | | | | | | m | | | | | | | | | | |
| Ёмкость катионного обмена | A/T | | | | | | | | | m | | | | | | | | | | |
| ТОС/DOC | A/T | | | m | m | m | m | m | m | m | | | m | m | | | | | | |

Таблица 6.2.3 Список обязательных и дополнительных биологических параметров

| Подпрограммы | Переменная | Отделение | Воздух | | Осадки, отложения | | | Поверхностные воды | | Поверхностные воды | Грунтовые воды | Почва | Биота | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------------------------------------|-----------|---------------|---|-------------------|---|---|--------------------|---|--------------------|----------------|-------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
| | | | Под-программа | A | A | P | T | S | R | | | | L | S | G | S | M | F | L | R | L | F | V | B | V | E | A | M | T | BB |
| | | | | M | C | C | F | F | W | | | | C | W | W | C | C | C | F | B | B | D | G | I | S | P | L | B | A | |
| Тема загрязнения | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Биологические | Плотность популяции | | | | | | | | | | | | | | | o | o | | m | m | | | | | | m | | | | |
| | Биомасса | | | | | | | | | | | | | | | o | o | | | m | | | | | | | | | | |
| | Видовое разнообразие | | | | | | | | | | | | | | | o | o | | | | | | | | | | | | | |
| | Чувствительность видов | | | | | | | | | | | | | | | | | o | | | o | | | | | | | | | |
| | Видовое/ярусное проективное покрытие | | | | | | | | | | | | | | | | | | m | | m | m | | | | | | | | |
| | Видимость крон | | | | | | | | | | | | | | | | | | o | | | | | | | | | | | |
| | Дефолиация | | | | | | | | | | | | | | | | | | o | | | | | | | | | | | |
| | Депигментация | | | | | | | | | | | | | | | | | | o | | | | | | | | | | | |
| | Жизнеспособность видов | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m | | m | | | | | | | |
| | Цветение видов | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m | | | | | | | | | |
| | Повреждение видов | | | | | | | | | | | | | | | | | | | o | | | | | | | | | | |
| | Степень разложения | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m | | | | | | | | |
| | Покрытие водорослей | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | m | | | | | | |
| Дыхание сообщества | | | | | | | | | | | | | | | | | o | | | | | | | o | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---|--|--|---|--|--|--|--|
| Продуктивность сообщества | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | o | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Растительные сообщества | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | o | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Активность фосфатазы | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | o | | | | | | | |
| Минерализация | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | o | | | | |

Легенда к таблицам 6.2.1, 6.2.2, 6.2.3:

| | |
|----|---|
| PC | Обязательные подпрограммы |
| RB | Дополнительные подпрограммы |
| m | Обязательная переменная в обязательной подпрограмме |
| o | Дополнительная переменная в обязательной подпрограмме |
| m | Дополнительная переменная в дополнительной подпрограмме. Если это программа выполняется, то данную переменную считают дополнительной. |
| o | Обязательная переменная в дополнительной подпрограмме. Если это программа выполняется, то данную переменную считают обязательной. |
| | Переменная, срочно нуждающаяся в развитии |
| A | Окисление |
| C | Изменение климата |
| E | Эвтрофикация |
| O | Озон/окисление |
| T | Токсичность (Toxification) |

7. Методики подпрограмм и представление данных

7.1. Подпрограмма АМ: Метеорология

7.1.1. Введение

Метеорологические параметры представляют собой наиболее значимые факторы, воздействующие на экосистемы. Их величины и изменения во времени следует знать для того, чтобы отличать антропогенные и природные явления. В этом контексте очевидной является необходимость фенологических наблюдений (для этого разрабатывается подпрограмма РН «Фенология»), поскольку требуется определять реакцию растительности на воздействия климатических факторов на каждом экополигоне.

Цели:

- описание климатических условий и изменений в их состоянии на экополигонах МСП КМ;
- выявление периодов экстремальных погодных условий и случаев стрессового состояния, снижающих жизнеспособность деревьев (промерзание почв, поздние морозы, засухи, бури);
- подготовка базы данных, соответствующей требованиям детерминированных компьютерных моделей, которые способны предсказывать отклики экосистем согласно исходным сценариям.

Данные, полученные на близлежащих станциях мониторинга, которые соответствуют установленным критериям (например, национальных метеорологических сетей), могут использоваться для целей МСП КМ, если удастся показать, что они являются представительными. Представительность метеорологических данных для применения при мониторинге в различных ландшафтных типах должна быть тщательно оценена автором данных. Однако некоторые специфические для экополигона данные (особенно это касается гидрологического режима, разложения опада и классификации почв) необходимы для интерпретации других измерений. Поэтому необходимо, как минимум, измерять температуру почвы и грунта непосредственно на экополигонах МСП КМ.

Измерения на метеостанциях по традиционным методикам трижды в сутки, осуществлявшиеся десятилетиями, полезны для описания климатических условий на экополигоне. Но для более совершенных анализов динамики погоды следующие параметры должны измеряться с использованием (квази)непрерывных регистраторов:

| | |
|--|-----------------------|
| Обязательные параметры: | Высота измерения |
| Выпадение осадков | 1.3 м ¹ |
| Температура воздуха | 2 м |
| Температура почвы | -5 см, -10 см, -20 см |
| Относительная влажность | 2 м |
| Скорость ветра | 10 м |
| Направление ветра | 10 м |
| Суммарная солнечная радиация/радиационный баланс | 2 м |
| Дополнительные параметры | Высота измерения |

1

Примечание: Существует несколько национальных стандартов для высоты измерения выпадения осадков. В связи с этим должна быть определена разница в количестве измеренных осадков по сравнению с измерением на референсной высоте, и об этой величине должно быть сообщено.

| | |
|-------------------------------------|-----|
| фотосинтетическая активная радиация | 2 м |
| UVB- радиация | 2 м |

Чтобы гарантировать сравнимость данных с получаемыми от официальных метеостанций и с других экополигонов мониторинга высоты проведения измерений приведены в соответствии с рекомендациями WMO (1990).

Некоторые компромиссные технические требования к высоте, дающиеся в скобках для всех переменных, характеризующих солнечную радиацию, должны рассматриваться как возможные минимумы, при том что инструмент исследования не затенен препятствиями. На некоторых экополигонах датчики солнечной радиации должны быть установлены около вершины мачты, что усложнит использование и обслуживание датчиков.

7.1.2. Методы

7.1.2.1. Требования к месту измерения

Метеостанция должна размещаться на свободной площадке в границах экополигона МСП КМ. Учитывая значительную пространственную изменчивость в особенности количества и факта выпадения осадков, максимальное расстояние до площадок интенсивного мониторинга не должно превышать 700-1000 м. Согласно рекомендациям WMO (1989) минимальное расстояние от оборудования до помехи (например, дерево) должно быть не менее 2-х высот, а высота травяного покрова должна быть меньше 10 см.

Очень полезной может быть вышка, которая обеспечивает градиентные измерения от уровня выше верхнего яруса до поверхности земли, но это слишком дорого. Соответственно, градиентные вышки, как правило, устанавливают на базовых исследовательских экополигонах.

Данные соседних метеостанций могут быть использованы для МСП КМ при условии их репрезентативности. Однако некоторые специфические для конкретных экополигонов данные (особенно это касается гидрологического режима, разложения опада и классификации почв) необходимы для интерпретации других измерений. Поэтому необходимо как минимум измерять температуру почвы и грунта непосредственно на экополигонах МСП КМ.

В связи с этим в качестве примера приведена конструкция полевой станции. Станция работает в отдаленных лесных местностях, независимо от (электро)магистралей. Ее высокая надежность была успешно проверена при различных суровых климатических условиях Баварским государственным институтом леса на его сети мониторинга лесных экосистем. При выполнении стандартных требований могут использоваться сопоставимые приборы и датчики любых производителей.

7.1.2.2. Оборудование

Измерительное оборудование укрепляют на мачтах высотой 10 м (Приложение X.1) Датчики ветра закрепляют в верхней части мачты. Датчики на высоте 2 м крепятся на боковые штанги (для радиации на юг, температуры на север). Использование телескопических или складных мачт существенно облегчают установку, управление и техническое обслуживание приборов.

Данные записываются с помощью самописца, который устанавливается на или поблизости от мачты в инструментальный ящик, защищающий электронику от высокой влажности. Самописец должен функционировать надежно и при экстремально низких температурах, чтобы минимизировать потери данных. Следует обратить внимание, что хранение данных на носители (дискеты, кассеты) ограничивается температурами выше -10°C, а на карты памяти (ППЗУ) температурами ниже -20 ° С. Необходимое программное

обеспечение включает (раздельно для каждого канала) характеристики датчиков, интервалы считывания показаний и записи, допустимый диапазон и погрешности установки, преобразование и сжатие данных, а также сохранение на картах памяти. Процедуры поверки на месте датчиков и всей системы осуществляются программой с отдельных карт или с временно подключаемых портативных компьютеров.

Блок питания может быть обеспечен аккумулятором, подключенным к солнечной батарее и/или ветряному генератору. Следует отметить, что отдача полностью заряженного аккумулятора может упасть до 50% при очень низких температурах в течение длительного периода. Предотвращение выключений аппаратуры достигается наличием дополнительных батарей, заряжаемых от магистрали.

Все оборудование должно быть защищено от молний, и все кабели должны быть экранированы от электромагнитных полей. Водонепроницаемость кабельных соединений должна обеспечиваться за счет использования высококачественных промышленных стандартов. На некоторых участках кабелей необходима защита от мышей.

7.1.2.2.1. Приборы

7.1.2.2.1.1. Осадки

Кроме еженедельных или двухнедельных измерений количества осадков, проводимых в рамках подпрограммы химии осадков, осадки следует измерять чаще, например, для изучения процессов эвапотранспирации и задержания осадков. Применяются осадкомеры разных типов: — только для жидких осадков, а также взвешивающие, пригодные для снега, смеси снега и дождя, града без нагрева. В Приложении X.2 представлена модель Хеллманна со стандартной площадью сбора 200 см², работающая на батарее. Осадки измеряются высокоточным электронным взвешивающим устройством с разрешением 0,01 мм. Выходные сигналы сохраняются непосредственно на картах памяти. Очень важно, что потеря воды от испарения или от опустошения контейнера корректируется самим устройством и не требуется коррекции нуля при компьютерной обработке.

Установка

Осадкомер помещается на наветренной стороне от мачты на расстоянии 5-10 м на стандартной высоте 1,3 м над землей, которая должна быть покрыта короткой травой, чтобы в емкость не попадали брызги. Сборник должен быть выровнен горизонтально.

Техническое обслуживание

Необходимость в техническом обслуживании сводится к своевременному опорожнению осадкосборника и проверкам системы и батарей. Эту процедуру можно совмещать с проверкой всей метеостанции.

7.1.2.2.1.2. Температура

Наиболее распространенным методом измерения температуры является использование платиновой проволоки, сопротивление которой изменяется с температурой. Широко используемый резистортермометр Pt100 с базовым значением 100 Ом при 0°C очень подходит для длительного мониторинга температуры воздуха и почвы (Приложение X3). Он используется для передачи IPTS 1968 (International Practical Temperature Scale) между местами измерений. Точность должна составлять $\pm 0,3$ K (WMO 1990, German Industry Norm DIN 43760 Class B). При использовании Pt100 на разных уровнях над и под поверхностью земли некоторые элементы следует калибровать одновременно и использовать те из них, которые имеют наиболее близкие характеристики (сдвиг нуля и т.п.) для облегчения компьютерной коррекции и особенно при вычислении потоков тепла.

Для измерения температуры воздуха платиновая катушка помещается в стекло, для измерения температуры почвы — в водонепроницаемую трубку из нержавеющей стали.

Установка

Датчики температуры воздуха помещаются в будку для защиты от воздействия погодных факторов и солнечной радиации (Приложение X.1). Поверхность будки должна регулярно очищаться и проверяться на наличие царапин для обеспечения необходимых отражающих свойств. Почвенные термометры должны быть размещены так, чтобы обеспечить хороший контакт с почвой.

Техническое обслуживание

Поскольку характеристики Pt100 очень стабильны во времени (искусственно состариваются перед использованием), обслуживание сводится к замене при повреждении. Раз в год можно проводить калибровку нулевого уровня воздушных термометров в ледяной воде. Обычно почвенные термометры из субстрата не извлекаются.

7.1.2.2.1.3. Относительная влажность воздуха

В полевых автоматических метеостанциях обычно используются 2 основных типа пассивных датчиков влажности с низким энергопотреблением, часто в сочетании с датчиками температуры Pt100, а именно: а) волосные гигрометры и б) емкостные датчики. Точность обоих должна быть в пределах +/- 3%.

Установка

Как и термометры, датчики влажности должны помещаться в будку для защиты от осадков, брызг воды и прямых солнечных лучей.

а) Волосные гигрометры (Приложение X.3).

Измерительный элемент состоит из определенного числа обработанных волос или синтетических волокон, длина которых изменяется в зависимости от относительной влажности. Это изменение передается на потенциометр, порождая электрический сигнал на дисплей или записывающее устройство. Элементы с натуральным человеческим волосом подходят для большинства неморальных и бореальных лесных экосистем, покрывая значительные диапазоны температуры (-35°C-+70°C) и относительной влажности (10-100%).

Техническое обслуживание

Волосные элементы пересыхают в течение продолжительных периодов низкой влажности воздуха, что приводит к завышению результатов. Такая деградация может быть исправлена помещением элементов в теплый влагонасыщенный воздух. Это легко может быть осуществлено на станции путем обертывания корпуса увлажненной тканью примерно на час. Показания влажности при этом должны быть 97%; в противном случае они настраиваются регулировочным винтом. В лесных экосистемах на волосных элементах может периодически осажаться пыльца, что приводит к значительным ошибкам. Если будка недостаточно защищает волос, можно использовать защитное устройство, которое следует регулярно проверять и очищать.

Калибровка

Упомянутая процедура может также использоваться два раза в год для калибровки по одной точке. Полезно сравнение со стандартным портативным аспирационным гигрометром для проверки нижней части диапазона измерений (40-50%) и временной стабильности. Новые волосные элементы следует калибровать во влажной камере. В туманной атмосфере они калибруются автоматически.

б) Емкостный датчик (Приложение X.3).

Емкость полимерной пленки изменяется при поглощении водяного пара. Изменения емкости фиксируются электродами и преобразуются в электрический сигнал.

Поскольку этими датчиками покрывается диапазон температур от -20 до $+80^{\circ}\text{C}$ и влажности 0-100%, они могут больше, чем волосные гигрометры, подходить для более теплых и сухих климатических условий.

Техническое обслуживание

Стабильность крайней точки может поверяться помещением датчика в теплый влагонасыщенный воздух, как описано выше. Должно быть отмечено время отклика и выполнено сравнение с руководством пользователя для определения проницаемости фильтра частиц. Налипшая пыль ухудшает время отклика и фильтр подлежит замене. Поскольку корпус датчика может быть покрыт слоями льда в течение продолжительных холодных периодов, возможно для подобных зимних условий следует избрать другой тип датчика.

Калибровка

Два раза в год должна выполняться калибровка по двум точкам с использованием калибровочного набора производителя с насыщенными соляными растворами.

7.1.2.2.1.4. Измерение скорости и направления ветра

Горизонтальная скорость и направление ветра измеряется анемометром и флюгером с использованием преобразователя. Обычно используется анемометр с мельничкой или анемометрическими чашками; угловая скорость вращения пропорциональна скорости ветра и преобразуется генераторами сигналов различных типов.

Например (Приложение X.4), шарикоподшипники чашечного анемометра присоединяются к барабану с прорезями, который сканируется оптоэлектронным устройством, нечувствительным к электромагнитным полям. Частота пульсаций пропорциональна скорости ветра. Критерии качества: большой диапазон измерения ($<1-50$ м/с), низкая стартовая скорость (<0.3 м/с) и постоянная расстояния порядка 2-5 м.

Шарикоподшипники флюгера соединены с кодирующим диском, с которого код считывается оптоэлектронным устройством. Поскольку отклик флюгера на внезапное изменение направления ветра характеризуется перебросом и колебаниями относительно истинного значения, коэффициент демпфирования должен быть в пределах 0.3 – 1.0. Удовлетворительное разрешение и линейность по направлению ветра составляют $2-5^{\circ}$.

Установка

Из-за трения скорость ветра в нескольких (десятках) метров от поверхности значительно варьирует. Поэтому датчик ветра должен быть установлен на вершине мачты на стандартной высоте 10 м. Маркировка корпуса и крест румбов флюгера ориентируются по компасу.

Если стандартная установка невозможна, скорость метра на 10 м может быть получена по измерениям на других высотах с использованием формулы Хеллманна в соответствии с рекомендациями ВМО.

Техническое обслуживание

Датчик ветра должен регулярно выравниваться с использованием теодолита, устанавливаемого в фиксированной точке.

При отсутствии подогрева в чашках могут накапливаться снег и лед, что приводит к увеличению стартового крутящего момента или останову. Это может быть приемлемо зимой, когда эвапотранспирация очень мала. Прорези, которые могут засоряться пылью, следует регулярно очищать.

В зависимости от инструкции производителя, датчики ветра поверяются после нескольких лет воздействия в лаборатории на признаки износа подшипников, а также после воздействия опасных метеорологических явлений (например, деформация чашек градом).

7.1.2.2.1.5. Измерение суммарной солнечной радиации

Прямая и рассеянная солнечная радиация на горизонтальную плоскую поверхность в спектральной полосе от 0,3 до 3,0 μm представляет собой суммарную солнечную радиацию. Она измеряется пиранометрами. Обычно используются два принципа измерений:

а) черного цвета диска, которые поглощают приходящую коротковолновую радиацию, генерируют поток тепла вследствие теплового сопротивления к телу пиранометра. Разность температур между диском и телом пиранометра преобразуется в напряжение.

б) разность температур между поглощающими черными и отражающими белыми областями трансформируется термоэлементами в пропорциональное напряжение.

Оба датчика экранированы стеклянными куполами, которые защищают от ветра, дождя и потери энергии, но пропускают приходящее коротковолновое излучение. Если приемник не полностью герметизирован, его следует обеспечить эксикатором от конденсирующейся влаги.

В данном случае рекомендуется пиранометр типа а) (технические детали см. приложение X.5). Он соответствует требованиям ВМО (ISO 9060) к дополнительным эталонам и калибруется прямым или косвенным сравнением с основным эталоном. Таким образом определяются характеристики геометрии и температурного отклика, а также спектральная чувствительность, стабильность и линейность с течением времени.

Установка

Выше плоскости датчика не должно быть каких-либо препятствий, которые могут вызывать тень в любое время года. Высота препятствия не должна превышать 5° в диапазоне направлений по азимуту между наиболее ранним восходом и наиболее поздним закатом для обеспечения точного измерения прямой солнечной радиации; измерения рассеянной радиации менее чувствительны.

Использование мачт, которые приспособлены для частого технического обслуживания, противоречит вышеуказанным требованиям и их использование должно быть сведено к минимуму. На практике, горизонтальная штанга, на которой установлен датчик, должна быть ориентирована на юг, а мачта – находиться с северной стороны. Если доступны полярные диаграммы отклика в зависимости от направления солнечного излучения, то датчик может быть ориентирован областью малых ошибок к экватору. Точное горизонтальное выравнивание поверхности термоэлектрической батареи осуществляется при помощи выравнивающих винтов и спиртового уровня.

Техническое обслуживание

Пиранометры должны проверяться ежедневно в соответствии с рекомендациями ВМО. На крупных экополигонах в лесных массивах проверки раз в неделю должно быть достаточно, по крайней мере, вне периодов цветения и снегопада.

При осмотре стеклянный купол следует протирать, обеспечивая прозрачность и сухость, по возможности осторожно, чтобы не изменить характеристик пропускания. Ледяные отложения удаляют, используя специальный спрей, и стеклянный купол очищается.осушающее вещество (обычно силикогель) заменяется при обесцвечивании.

Калибровка

Помимо калибровки сравнением с эталонными пиранометрами и пиранометрами в радиационном центре с квалифицированным персоналом, периодические проверки калибровочных коэффициентов с использованием солнца в качестве источника должны проводиться не реже одного раза в год. Референсный эталон или рабочий эталон, предпочтительно прибор того же типа, устанавливается рядом на мачту и ведется одновременная запись показаний в течение одного-двух дней. Средние величины для нескольких периодов времени для обоих датчиков используются для расчета

калибровочных коэффициентов поверяемого датчика. Можно также заменить пиранометр калиброванным на время, пока он калибруется в лаборатории.

7.1.2.2.1.6. Измерение UV-радиации

Возможное вредное воздействие ультрафиолетового излучения, вызванные истончением стратосферного содержания озона, на биологические системы обсуждалось выше. Поскольку поток энергии в полосе длин волн 280-315 нм изменяется очень резко, точные значения UV радиации можно измерить только путем сканирования всего спектра с высоким разрешением (1 нм), что требует дорогостоящего оборудования, которое не может быть размещено на полевых метеостанциях.

Более дешевы широкополосные УФ-радиометры, которые охватывают полосу пропускания от 20 до 40 нм или весь УФ-спектр с различной длиной волны максимума излучения и различные спектральные характеристики, в зависимости от характеристик фильтра.

Решением в смысле цены, практичности и пригодности с научной точки зрения могут служить узкополосные сенсоры с определенной длиной волны максимума излучения и шириной полосы. В Приложении X.5 представлен такой датчик с длиной волны максимума излучения 306 нм, определенной для человеческой кожи и солнечного спектра. Чтобы получить высокую точность датчик нагревается до 40°C. В связи с этим существует высокая потребность в потребляемой мощности, что вряд достижимо на удаленных станциях.

Установка и обслуживание выполняются в соответствии с 7.1.2.2.1.5. Калибровка использует эталонные лампы в спектроскопической лаборатории.

Так как УФ-излучение на уровне земли в основном определяется стратосферными процессами, то можно использовать данные официальных метеостанций или станций мониторинга окружающей среды, расположенных в нескольких десятках километров, учитывая высотную зависимость приходящего излучения.

7.1.2.2.1.7. Измерение фотосинтетически активной радиации

Излучение в спектре 400-700 нм, который используется растениями для фотосинтеза, называют фотосинтетически активной радиацией. Она составляет около 50% суммарной радиации. Так называемые квантовые датчики (Приложение X.6) подсчитывают число фотонов в этом спектре, попадающих в единицу времени на единицу площади через спектральный фильтр на фотоэлемент с повышенной чувствительностью в голубой области, независимо от их энергии. Это величина называется плотностью потока фотонов в единицах мкЭйнштейнов или мкмоль фотонов (квантов)/м² / с.

Датчик должен иметь рабочий диапазон от 0 до 5 ммоль фотонов/м²/с. Критерии качества: высокая линейность (1%), долговременная стабильность (<± 2%) и малая зависимость от температуры (± 0,15%).

Установка выполняется согласно 7.1.2.2.1.5.

Техническое обслуживание сводится к очистке поверхности датчика и проверки выравнивания прибора. Хотя регулярная калибровка не является необходимой, необходимо принимать во внимание старение фильтра и фотоэлементов при определенных полевых условиях.

7.1.3. Обеспечение технического качества

При проектировании автоматических метеорологических станций на экополигоне необходимо учесть специфику погодных условий. Датчики и приборы должны надежно поддерживаться и сохранять заявленную точность даже в экстремальных погодных

условиях. Приборы и датчики должны быть сертифицированы, инструменты должны иметь ясные инструкции относительно процедур и интервалов калибровки в полевых и лабораторных условиях. Срок службы компонентов должен быть известен, так чтобы замена запасных частей могла быть сделана своевременно. Модульная конструкция приборов упрощает замену частей, снижает потери данных.

Раз или два раза в год необходимо проводить проверку электронных компонентов (кабели, разъемы аналогово-цифровые преобразователи, путем имитации выходных сигналов датчиков в соответствии с их спецификациями. Например, 100 или 88.2 Ом на сигнальном кабеле Pt100 должны давать соответственно 0 или -30°C на экране. Эта процедура гарантирует, что выходной сигнал датчика правильно передается на регистратор и преобразуется в метеорологическое значение.

По крайней мере, раз в неделю должны выполняться полевые проверки хорошо обученным персоналом: проверяется электроснабжение и правильная работа регистраторов и датчиков. Специфическое необходимое обслуживание описывается ниже. Стандартизованный журнал, содержащий все детали проверок, облегчает обслуживание, а также оценку данных.

7.1.4. Обработка и контроль качества данных

Интервалы измерений и записи

Как уже отмечалось выше метеостанции должны работать (квази) непрерывно, что дает возможность проведения более глубокого анализа, например, связей между растительностью и погодой. Это значит, что измерения следует проводить с шагом не более 1 мин. Чтобы обнаруживать еще и экстремумы очень динамичных переменных, таких как ветер, когда скорость разрушительных порывов может достигать многократного среднего, даже оцененного за короткий временной интервал, временное разрешение должно быть порядка одной секунды. Поэтому измерения с часовым интервалом недостаточны, например, для скорости ветра.

Интервал записи данных не может превышать 60 минут, при этом включаются средние, минимальные и максимальные значения переменных; исключение составляет направление ветра, где необходимы распределения частот.

Управление качеством данных

Выгрузка записей или обмен карт памяти связана с емкостью носителя, но должны происходить через регулярные промежутки времени (4 недели), желательно раз в неделю во время технического обслуживания станции, для выявления ошибок, не обнаруженных полевыми работниками. Следовательно, оценка данных также должна производиться регулярно (минимум раз в месяц).

После передачи, данные должны постоянно проверяться на согласованность по времени, пропуски данных и наличие ошибок. Процедурой проверяется:

- выход за рабочий диапазон для каждого датчика и специфические для конкретного датчика ошибочные данные (например, смещение нуля пиранометров в ночное время из-за температурных градиентов);
- ошибки внутренней согласованности (например: минимальная температура превышает среднюю);
- превышение абсолютных пределов (например, направления ветра), вероятных пределов (абсолютных минимумов и максимумов) и средних распределений частот, которые могут быть получены из долгосрочных рядов данных соседней официальной метеостанции, с учетом вертикальных градиентов и рельефа.

Данные, которые формально являются ошибочными, должны быть помечены для отдельной проверки.

Для последующего научного анализа очень полезно построение диаграмм на дисплее: временные последовательности каждой переменной позволяют обнаружить ненормальные изменения обычно консервативных переменных (температура, влажность) или стабильность обычно динамичных переменных (направление ветра).

Сравнения со связанными переменными облегчает принятие решения, имеет ли место техническая проблема или чрезвычайное погодное явление. Например, возможно, флюгер остановился из-за обледенения, в то время как анемометр работает; если в течение нескольких часов в зимнее время происходит быстрое снижение температуры воздуха (20К), то должно было произойти изменение преобладающего направления ветра.

Все очевидные ошибки, отсутствующие и сомнительные данные, исключенные из дальнейших расчетов, а также исправленные (например, интерполяцией) помечаются в базе данных.

Для окончательной проверки желательно проводить ежедневно предварительные вычисления средних, минимальных и максимальных величин, которые могут быть сопоставлены с соответствующей информацией соседних официальных метеостанций. Значительные необъяснимые различия в распределении, ходе и диапазоне изменения различных переменных должны привести к повторной проверке набора данных.

В принципе, время взаимодействия и обратной связи между полевыми работниками и учеными должно быть как можно короче.

7.1.5 Представление данных

Метеоданные сообщаются ежемесячно. Ежемесячно рассчитываются такие статистические данные, как сумма (для осадков), средние арифметические значения, а также абсолютные значения и средние величины экстремумов, помеченные согласно таблице 7.1.

Преобладающее направление ветра определяются как мода. Показания направления ветров представляются по 12 секторам по 30⁰ каждый, начиная с NNE=30° (15°-45°) до N=360° (345°-15°). Штиль (скорость ветра < 0.2 м/с) передается как 0.

Даже если только месячные данные должны сообщаться в Центр программы мониторинга, оригинальные данные хранятся на месте сбора и должны быть доступны по запросу. Файлы, содержащие почасовые или в крайнем случае суточные данные должны храниться и предоставляться по запросу для детального анализа.

Перечень обязательных и дополнительных параметров ежемесячной сводки представлен в таблице 7.1.

Таблица 7.1 Отчетная информация по подпрограмме АМ Метеорология

| параметр | Сре да | код | список | Единицы измерения | Передаваемые величины |
|-------------------------------|--------|--------|--------|-------------------|-----------------------------------|
| Обязательные параметры | | | | | |
| осадки | | PRE C | DB | мм | Сумма, максимальная дневная сумма |
| температура воздуха | AIR | TE MP | DB | ⁰ С | Среднее, ср.MinMax/MinMax |
| температура почвы | SOI L | TE MP | DB | ⁰ С | Среднее, ср.MinMax/MinMax |
| Направление ветра | | WID | DB | град | Преобладающее направление |
| Скорость ветра | | WIV | DB | м/сек | Среднее/ ср.Max/Max |
| Относительная влажность | | HH SOL | DB | % | Средняя/ MinMax |
| Солнечная радиация | | | IM | Вт/м ² | Среднее/ ср.Max/Max |

| | | | | |
|------------------------------------|---------|----|-------------------------|---------------------|
| (общая) | | _G | | |
| Дополнительные параметры | | | | |
| УВ радиация | SOL_UVB | IM | Вт/м ² | Среднее/ ср.Мах/Мах |
| Фотосинтетически активная радиация | SOL_PAR | IM | мкмоль/м ² с | Среднее/ ср.Мах/Мах |

Информация о статусе

| | |
|-----------------------------|-----|
| статус | код |
| среднемесячная | X |
| Месячный минимум | A |
| Месячный максимум | Z |
| Среднемесячный минимум | XA |
| Среднемесячный максимум | XZ |
| Мода | M |
| Сумма | S |
| Максимальная суточная сумма | SZ |

Образцы представления и хранения данных представлены в Интернете по адресу:

[http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/71_Subprogramme_AM_Meteorology\(16769\)](http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/71_Subprogramme_AM_Meteorology(16769)).

- ▲ Идентификатор файла SUBPROG обозначает подпрограмму.
- ▲ СРЕДА (MEDIUM) указывается для температуры: AIR (воздух) или SOIL(почва)
- ▲ УРОВЕНЬ (LEVEL) задается как абсолютная величина высоты, глубины оборудования от поверхности (см)
- ▲ SPOOL обозначает число отдельных записывающих устройств используемых для каждого параметра
- ▲ Для каждого параметра передаются несколько значений: среднее, средний максимум, и т.д.; они должны снабжаться соответствующими кодами статуса
- ▲ Дата включает год и месяц; YYYYMM; поле дня оставляется пустым

Дополнительно сообщаются даты начала и продолжительности экологически важных периодов, которые не могут быть вычислены по месячным данным. (Эти величины передаются отдельно в свободном формате).

В качестве начала вегетационного периода сообщается дата, начиная с которой среднесуточная температура воздуха сохраняется выше порога 5°C по крайней мере в течение 5 дней. Длина вегетационного периода рассчитывается, как число дней от этой даты до даты, с которой сохраняются температуры ниже 5°C.

| Дополнительная информация | формат | единицы |
|--|-------------|---------|
| Начало вегетационного периода | дата | |
| Длина вегетационного периода | Целое число | сутки |
| Начало самого длинного периода без осадков | дата | |
| Длина самого длинного периода без осадков | Целое число | сутки |
| Установление снежного покрова | дата | |
| Продолжительность залегания снежного покрова | Целое число | сутки |
| Число морозных дней (максимальная суточная температура воздуха <0°C) | Целое число | сутки |

| | | |
|--|-------------------------|-------|
| Число дней с заморозками на почве (максимальная суточная температура почвы <0°C) | Целое число | сутки |
| Сумма осадков за вегетационный период | Действительное число | мм |

7.2. Подпрограмма АС: Химия воздуха

7.2.1 Введение

Информацию, необходимую для оценки загрязнения экосистемы из атмосферного воздуха, получают при измерении содержания газов и аэрозолей в приземном слое воздуха по подпрограмме АС.

Газы и аэрозоли могут взаимодействовать с деревьями и растительностью при сухом выпадении, через непосредственное проникновение в растение в листовом пологе, или опосредованно, через взаимодействие поступивших в почвы и поверхностные воды загрязняющих веществ.

Концентрации загрязняющих веществ в воздухе можно сравнить с критическим уровнем загрязняющих веществ, фитотоксичных газов и аэрозольных частиц для оценки риска прямого воздействия этих веществ на флору. Однако более существенное значение имеет влияние газов и аэрозолей на флору, для которой путем корреляционного анализа необходимо установить уровни критических нагрузок. Измерения газов и аэрозолей дает информацию о составе воздуха, на основании которой можно косвенным путем вычислить сухое выпадение загрязняющих веществ. Это особенно важно для загрязняющих веществ, которые могут быть поглощены или выщелочены под древесным пологом, таких как азотные соединения, измерения выпадений которых весьма неточные.

Данные с соседних станций мониторинга, удовлетворяющие установленным критериям (например, станции выполнения программы ЕМЕП (общей программы для мониторинга и оценки долговременного переноса загрязнения воздуха в Европе)) могут быть использованы для целей МСПКМ, при условии, что их представительность для точек КМ может быть подтверждена данными наблюдателя.

Программа мониторинга включает измерения следующих параметров.

Обязательные параметры:

Диоксид серы

Диоксид азота

Озон

Аэрозоли сульфатов

Сумма нитратов в аэрозолях и газообразной азотной кислоты

$\Sigma (\text{NO}_3\text{-аэрозоли.}) + \text{HNO}_3 \text{ (газ)}$

Сумма газообразного аммиака и аммония в аэрозолях

$\Sigma (\text{NH}_3 \text{ (газ)} + \text{NH}_4 \text{ (аэрозоли.)})$

Дополнительные параметры: углекислый газ

В качестве индикаторов изменения климата, и как дополнительный фактор стресса для экосистемы, диоксид углерода может быть включен в программу мониторинга на добровольной основе.

В программе МСПКМ рекомендуется проводить измерение содержания тяжелых металлов в аэрозолях.

Программа ЕМЕП включает в себя рекомендации для отбора проб тяжелых металлов в частицах (ЕМЕП, веб-руководство, Глава 3.11) и для отбора проб ртути из

атмосферных осадков и из воздуха (ЕМЕП веб-руководство http://www.nilu.no/projects/CCC/manual/download/EMEP_manual_russian.pdf ; Глава 3.12).

Сопоставление результатов мониторинга было бы затруднено (или невозможно), если бы каждая страна применяла произвольный метод отбора и анализа. Участникам программы МСПКМ настоятельно рекомендуется следовать нижеизложенным методам. Если используются другие методы, то их сопоставимость с рекомендуемыми методами должна быть подтверждена.

7.2.2. Методы

Выбор площадок для наблюдения

Помимо общих критериев выбора площадок приведённых в Главе 5, должны соблюдаться и некоторые специальные критерии размещения, например, описанные в руководстве ЕМЕП, глава 2.2. В программе долгосрочного трансграничного мониторинга загрязнения воздуха, точка наблюдений АС должна быть репрезентативной по отношению к воздействию ландшафта на перенос воздушных масс, то есть глубокие долины, горные вершины и перевалы, исключаются. В идеале - это открытая площадка, не подвергающаяся воздействию локальных источников в умеренно холмистом рельефе. Воздухозаборник должен располагаться на высоте 2 - 5 м от земли.

Во избежание влияния растительности на концентрации исследуемых ингредиентов в воздухе, площадки ХВ не должны заслоняться растительностью. Они должны находиться на большой открытой поляне или на большом участке земли, расчищенном от деревьев и кустарника. Если на лесных участках КМ подходящее место не может быть найдено, станция ХВ может находиться вне надлежащего участка КМ (желательно в непосредственной близости), или даже на платформе над пологом леса.

Данные с соседних станций мониторинга, удовлетворяющих вышеуказанным критериям (например, станции ЕМЕП) могут быть использованы для целей МСПКМ, при условии, что может быть показана их репрезентативность для точки КМ.

Частота отбора проб

Требуемый период измерения (частота) от 24 ч (суточные) до 1 недели (еженедельные) для всех компонентов кроме озона. Озон должен измеряться непрерывно. Полученные данные должны быть представлены как средние значения за 1 час.

7.2.2.1. Диоксид серы

На сегодняшний день наиболее часто используемыми методами для измерения диоксида серы в программе ЕМЕП являются метод импрегнированных (пропитанных) щёлочью фильтров и метод поглощающего (абсорбирующего) растворения в перекиси водорода (ЕМЕП, глава 3.2.1). Рекомендуемым методом для станций КМ является метод отбора проб на импрегнированные фильтры, в сочетании с их анализом с использованием ионной хроматографии. На участках, где среднегодовые концентрации выше 10 мкг S/м³, второй метод, тем не менее, приемлем. Рекомендуемый метод описан в руководстве ЕМЕП (http://www.nilu.no/projects/CCC/manual/download/EMEP_manual_russian.pdf):

Принцип: (ЕМЕП, глава 3.2.2)

Помехи: (ЕМЕП, глава 3.2.3)

Пробоотборное оборудование: (ЕМЕП, глава 3.2.4)

Подготовка проб для химического анализа: (ЕМЕП, глава 3.6)

Химический анализ: (ЕМЕП, глава 4.1)

Вычисление результатов: (ЕМЕП, глава 3.2.4.4).

7.2.2.2. Сульфатные макрочастицы

Рекомендуемым методом для измерения частиц сульфата на станциях КМ является метод отбора на аэрозольный фильтр с их последующим анализом методом ионной хроматографии (ЕМЕП, глава 3.2.1). Аэрозольный фильтр может быть установлен в блоке последовательных фильтров перед импрегнированным (пропитанным) щелочью фильтром, используемым для измерения SO_2 . Рекомендуемый метод описан в руководстве ЕМЕП (см. Литература ниже):

Принцип: (ЕМЕП, глава 3.2.2)

Помехи: (ЕМЕП, глава 3.2.3)

Пробоотборное оборудование: (ЕМЕП, глава 3.2.4)

Подготовка проб для химического анализа (ЕМЕП, глава 3.6)

Химический анализ (ЕМЕП, глава 4.1)

Вычисление результатов: (ЕМЕП, глава 3.2.4.4)

7.2.2.3. Диоксид азота

Рекомендуемый метод для измерения диоксида азота на станциях КМ основан на поглощении NO_2 фильтром из пористого стекла, пропитанного раствором йодида натрия (ЕМЕП, глава 3.3), и последующим спектрофотометрическим определением образовавшихся нитритов, как вручную, так и автоматически (проточно-инжекционные анализы, метод непрерывного потока). Рекомендуемый метод описан в руководстве ЕМЕП (см. Литература ниже):

Принцип: (ЕМЕП, глава 3.3.1.2)

Помехи: (ЕМЕП, глава 3.3.1.3)

Пробоотборное оборудование (ЕМЕП, глава 3.3.1.4)

Подготовка проб для химического анализа: (ЕМЕП, глава 3.3.1.7-3.3.1.9)

Химический анализ: (ЕМЕП, глава 4.11)

Вычисление результатов: (ЕМЕП, глава 3.3.1.10).

7.2.2.4. Сумма аэрозолей нитратов и газообразной азотной кислоты

Для измерения суммы нитратов в аэрозолях и газообразной азотной кислоты $\Sigma (\text{NO}_3^- (\text{част.}) + \text{HNO}_3 (\text{газ}))$ рекомендуется применять метод фильтрации с использованием блока последовательных фильтров (сочетание аэрозольного фильтра и импрегнированного щелочью фильтра) (ЕМЕП, глава 3.4.2), с последующим анализом методом ионной хроматографии. Рекомендуемый метод описан в руководстве ЕМЕП (см. Литература ниже):

Принцип: (ЕМЕП, глава 3.4.2.2)

Помехи: (ЕМЕП, глава 3.4.1)

Пробоотборное оборудование: (ЕМЕП, глава 3.4.2.6)

Подготовка проб для химического анализа: (ЕМЕП, глава 3.4.2.6)

Химический анализ: (ЕМЕП, глава 4.1)

Вычисление результатов: (ЕМЕП, глава 3.4.2.7)

7.2.2.5. Сумма газообразного аммиака и аммония в аэрозолях

Рекомендуемый метод для измерения суммы газообразного аммиака и аммония в аэрозолях $\Sigma (\text{NH}_3 (\text{газ}) + \text{NH}_4^+ (\text{част.}))$ на станциях КМ, - метод фильтрации с использованием блока последовательных фильтров (сочетание аэрозольного фильтра и фильтра импрегнированного кислотой) (ЕМЕП, глава 3.4.3), с последующим анализом посредством ионной хроматографии. Рекомендуемый метод описан в руководстве ЕМЕП (см. Литература ниже):

Принцип: ЕМЕП, глава 3.4.3.1
Помехи: ЕМЕП, глава 3.4.1
Пробоотборное оборудование: ЕМЕП, глава 3.4.3.2
Подготовка проб для химического анализа: ЕМЕП, глава 3.4.3.5
Химический анализ: ЕМЕП, глава 4.1
Вычисление результатов: ЕМЕП, глава 3.4.3.6.

7.2.2.6. Озон

Анализатор непрерывного измерения содержания озона в полевых условиях на основе метода поглощения озоном УФ излучения достаточно надежен и стабилен (ЕМЕП, глава 3.9.1) и поэтому именно он рекомендуется для измерения озона на участках КМ. Рекомендуемый метод описан в руководстве ЕМЕП (см. Литература ниже):

Принцип: (ЕМЕП, глава 3.9.3.)

Измерительная аппаратура и обработка: (ЕМЕП, глава 3.9.4. и 3.9.5).

Калибровка: (ЕМЕП, глава 3.9.5.2 и 3.9.5.3).

Даже если в Программный Центр КМ будут представляться только среднемесячные значения (вычисленные по 1 часовым средним значениям), то 1 часовые средние значения должны сохраняться в базе данных отправителя.

Дополнительно в Программный Центр КМ необходимо представлять данные о накоплении озона в концентрации выше чем 40 ppb (АОТ40) рассчитанные из непрерывных измерений (ppb/час). АОТ40 значения должны быть рассчитаны для дневных часов светлого времени суток (с 8 утра до 8 вечера) отдельно для каждого из месяцев с апреля по сентябрь (используя 1 часовые средние значения).

Порядок расчета значений АОТ40 описан в руководстве ООН / ЕЭК – Программа Картирование (см. ссылку ниже):

Расчет результатов (АОТ40): ООН / ЕЭК - Программа Картирование глава 3.2.4.

7.2.2.7. Углекислый газ

Измерения углекислого газа не включены в программу ЕМЕП, но рекомендуются к выполнению в рамках программы КМ на добровольной основе. В программе Глобальной Службы атмосферы (ГСА)-(GAW) Всемирной метеорологической организации (WMO) широко используются недисперсионные инфракрасные (далее NDIR) газоанализаторы для измерения концентрации CO₂ (WMO/TD-No.553). NDIR анализаторы непрерывно определяют CO₂ в окружающем воздухе, эти же анализаторы рекомендуется для измерений CO₂ на станциях КМ. Рекомендуемый метод описан в руководстве WMO GAW (см. Литература ниже):

Принцип: (WMO, глава 2.1.1)

Измерительная аппаратура и обработка: (WMO, глава 2.1.1)

Калибровка: (WMO, глава 2.1.1)

Альтернативные методы:

Простым способом определения SO₂, NO₂, NH₃ и O₃ является, так называемый, пассивный отбор проб воздуха. Пробоотборник состоит из пропитанного фильтра, а поглощение соответствующих газов осуществляется пассивно из окружающего воздуха. Доказано, что метод даёт сопоставимые результаты с активным методом прокачивания воздуха, как описано в руководстве ЕМЕП, а также подходит для мест без электропитания. Пассивный отбор проб воздуха также может быть применен для изучения горизонтального или вертикального градиента определяемых веществ, например, для изучения репрезентативности соседних станций мониторинга. Подробное описание метода приведено в работе Ferm, M. and Rohde, H., 1997.

7.2.3. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)

Основная цель по обеспечению качества данных состоит в том, чтобы результаты измерений соответствовали целевым параметрам качества данных программы КМ. Данные должны быть привязаны ко времени и пространству (для сравнения разных точек и стран). Общие процедуры контроля качества данных приводятся в ЕМЕП, в главе 3.1.8 и в главе 8 настоящего руководства. Процедуры QA/QC должны включать все аспекты деятельности, осуществляемой как на станции, так и в лаборатории.

Следует придерживаться стандартных процедур для всех видов деятельности. Должны быть доступны: необходимое оборудование, чистые материалы, достаточные поставки запасных частей и т. д. Все операторы должны быть хорошо обучены, объекты и оборудование должны инспектироваться, по крайней мере, раз в год руководителем с подтверждённой квалификацией или при помощи контрольных данных. Обычно, QA/QC также включает контроль за отбором проб, за полевой пробоподготовкой образцов, и за их транспортировкой.

Рекомендуется провести аккредитацию химической лаборатории по одной из систем аккредитаций лабораторий, или по стандартам близким к ним, например, EN 45001 и ISO/IEC (Руководство 25). Лаборатория должна быть аттестована ведомственным органом аттестации с проверкой пределов обнаружения, точности, воспроизводимости измерений, наличия Государственных стандартов для калибровки приборов и т.д.

Настоятельно рекомендуется принимать участие в ежегодном международном сопоставлении для всех анализируемых соединений. Кроме того, рекомендуется принимать участие в полевых сопоставлениях. Программный центр КМ должен предоставлять информацию о соответствующих сравнениях. Все данные должны быть проверены и утверждены в соответствии с указаниями ЕМЕП (главы 5 и 6).

7.2.4. Представление данных

Перечень обязательных и дополнительных параметров ежегодного отчета представлен в таблице 7.2.

Таблица 7.2 Отчетная информация по подпрограмме АС «Химия воздуха»

| Обязательные параметры | список | | Единицы измерения |
|--------------------------|--------|--|--------------------|
| SO ₂ (S) | DB | сера в двуокиси серы | мкг/м ³ |
| NDO(N) | DB | азот в диоксиде азота | мкг/м ³ |
| O ₃ | DB | озон | мкг/м ³ |
| AOT40 | IM | совокупное воздействие превышающее 40 ppb | ppb*час |
| SO ₄ (S)_ | DB | сера сульфатов (макрочастица, среднее = ЧАСТИЦА) | мкг/м ³ |
| NO ₃ (N)_T | IM | нитрат общий $\sum(\text{HNO}_3(\text{газ}) + \text{NO}_3^-(\text{част.}))$ | мкг/м ³ |
| NH ₄ (N)_T | IM | сумма газообразного аммиак и аммония в аэрозолях $\sum(\text{NH}_3(\text{газ}) + \text{NH}_4^+(\text{част.}))$ | мкг/м ³ |
| Дополнительные параметры | список | | Единицы измерения |
| CO ₂ | DB | углекислый газ | мг/м ³ |

Форматы файлов для представления и хранения данных представлены в Интернете по адресу: [http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/72_Subprogramme_AC_Air_chemistry\(16765\)](http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/72_Subprogramme_AC_Air_chemistry(16765)).

- В качестве идентификатора файла (SUBPROG) используется аббревиатура подпрограммы.

- Графа «среда» (MEDIUM) относится к анализируемой фракции, т.е. либо газообразные соединения (GAS) либо аэрозоли (PARTICLE) или их сочетание (GASPART).
- В графе «уровень» (LEVEL) указывается высота от уровня земли, с которой отбирали пробы (см).
- Под объемом пространственной выборки (SPOOL) подразумевается число записывающих устройств для каждого параметра.
- Для большинства параметров представляются среднемесячные значения; флаг - X.
- Общая информация о флагах дана в главе 4.
- В графе «дата» указывается год и месяц отбора проб ГТТГММ.

7.2.5. Литература

Berg, T., Hjelbrekke, A.G. and Skjelmoen, J.E. , 1996. Heavy metals and POPs within the ECE region. EMEP/CCC-Report 8/96. Kjeller, Norwegian Institute for Air Research.

EMEP web-manual: EMEP manual for sampling and analysis, <http://www.nilu.no/projects/ccc/manual/> (19.11.2003)

EMEP manual for sampling and chemical analysis EMEP/CCC-Report 1/95, NILU, Kjeller, Norway, March 1996. (The EMEP chapter references refer to this version of the manual, some chapters may be different in the more recent EMEP web-manual.)

Ferm, M. and Rohde, H., 1997. Measurements of air concentrations of SO₂, NO₂ and NH₃ at rural and remote sites in Asia. J. Atmos. Chem. 27, 17-29.

UN/ECE-Mapping Programme. Manual on methodologies and criteria for mapping critical levels / loads. Umweltbundesamt Texte 71/96, Federal Environmental Agency, Berlin, Germany, September 1995.

WMO Global atmospheric watch guide, WMO / TD-NO. 553 World Meteorological Organization, 1993.

7.3. Подпрограмма РС: Химия осадков

7.3.1. Введение

Цель подпрограммы химии осадков (РС) заключается в определении количества выпадающих осадков и ионов осадков (мокрого осаждения) в районе станции комплексного мониторинга. В задачи подпрограммы РС также входит предоставление информации сочетающейся с подпрограммой SF «Подкроновый сток», эта информация должна быть сравнима с другими видами деятельности ЕЭК ООН в рамках Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (LRTAP). Поступление загрязняющих веществ в экосистемы путём их осаждения считается основным фактором, воздействующим на природные процессы в окружающей среде. Основное внимание подпрограммы РС направлено на отбор проб и химические анализы осадков, особое внимание уделяется подкисляющим соединениям и питательным веществам. При одновременном использовании информации получаемой в ходе проведения подпрограмм метеорология, химия атмосферы, подкроновый сток и стволовой сток, для некоторых соединений может быть установлено общее осаждение на станции или на отдельном участке станции.

На пробные площадки часто оказывают влияние туман и облака. Туман может быть источником значительной доли осаждения, это так называемое скрытое осаждение. Так как стандартные образцы осадков обычно не учитывают туман, то для изучения данного вопроса необходимы другие более сложные методы. На семинаре (Löfblad et al. 1993), были оценены современные знания по облачным и туманным осадкам. Стоит отметить,

что отбор проб подкоронового стока зависит от туманного осаждения и может служить индикатором величины туманного осаждения.

Участникам программы МСПКМ настоятельно рекомендуется следовать методам описанным ниже. Если используются другие методы, их сопоставимость с рекомендуемыми методами должна быть обоснована.

7.3.2. Методы отбора

7.3.2.1. Размещение и количество пробоотборных площадок

Кроме общих критериев для станций комплексного мониторинга, которые приводятся в параграфе 5.2, необходимо следовать специфическим критериям расположения площадок, описанным в руководства ЕМЕП (параграф 2.2).

Изучаемые территории должны быть представительными для станции КМ. Площадка для измерения выпадений должны размещаться на открытых полянах так, чтобы находящиеся рядом деревья и другие естественные преграды не мешали дождю попадать в коллекторы. Препятствия не должны превышать 30° от рамы коллектора. Здесь не должно быть зданий, препятствий и топографических особенностей, которые могут привести к восходящему или нисходящему течением

Подробное описание требований к точке приведено в руководстве ЕМЕП (глава 3.1.3). Данные с соседних станций мониторинга, удовлетворяющих вышеуказанным критериям (например, с участков ЕМЕП) могут быть использованы для целей КМ, при условии, что может быть продемонстрирована их репрезентативность для площадки КМ.

Рекомендуется контролировать измерения осадков стандартным дождемером, (плювиометром). Осадкомеры должны соответствовать критериям WMO. Кроме того, если пробы отбираются еженедельно, рекомендуется использовать параллельно как минимум два идентичных коллектора.

7.3.2.2. Типы коллекторов

Процесс поступления вещества из атмосферы на поверхность земли в составе атмосферных осадков (дождь, снег, град, туман) отбираются либо как пробы на валовое выпадение (пробоотборник открыт и в периоды без осадков), либо как пробы только на влажное выпадение. Постоянно открытый (валовый) осадкосборник рекомендуется использовать в том случае, если может быть продемонстрировано, что загрязнение от сухих выпадений пыли и газов (например, аммиака) пренебрежимо мало. Преимуществом использования осадкосборника только для влажного выпадения является снижение осаждения газов и твердых частиц в сравнении с отбором проб валового выпадения, что может быть проблемой на участках с локальными источниками выбросов. С другой стороны, проба на валовое выпадение имеет ряд преимуществ, например: сопоставимость с измерениями подкоронового стока, отсутствие необходимости в электропитании, да и аэродинамический дизайн может быть лучше. Кроме того, валовой образец имеет несколько преимуществ по сравнению с пробой на влажное выпадение в зимний период. Если используется валовая выборка, необходимо, проверять степень осаждения газов и твердых частиц, и принимать меры, для того что бы избежать / уменьшить сухое осаждение в пробе осадков.

Вследствие простоты обслуживания пробоотборника валового выпадения, именно он рекомендуется для станций КМ как минимум обязательного оборудования.

Оборудование для взятия проб на влажное выпадение подробно описано в ЕМЕП, глава 3.1.4. в том числе там даны и некоторые общие сведения о других типах коллекторов.

Принципы построения приборов для измерения валового осаждения относительно просты. Пробоотборник не должен быть слишком большим или громоздким, потому что

это будет мешать потокам воздуха около пробоотборника. С другой стороны, диаметр коллектора должен быть достаточно большим, чтобы предоставить достаточное количество образца, для химического анализа. На практике, диаметр равный 20 см достаточен для еженедельного отбора проб.

Оборудование для отбора проб обычно состоит из воронки и приемной емкости. Если используется воронка, то необходима вертикальная секция не менее 5 см высотой. Пример пробоотборника валового выпадения показан на рисунке 7.3.1.



Рисунок 7.3.1. Пример подходящих коллекторов для осуществления выборок осадков

При выпадении осадков в виде снега, желательно использовать специальный коллектор для снега, открытый цилиндр диаметром 20 см. Высота цилиндра должна быть, по крайней мере, в два раза больше диаметра для предотвращения «выдувания». Коллектор для снега должен быть оборудован плотно закрывающейся крышкой, которая ставится, когда коллектор и образец переносятся в помещение для плавления образца.

Для того чтобы в образец не попадала земля во время сильного дождя или ветра, край воронки должен находиться 1,5-2 м над уровнем земли. Коллекторы дождя и снега должны быть снабжены защитным кольцом для предотвращения попадания птичьих экскрементов. Коллекторные бутылки рекомендуется защищать от солнечного света. В коллекторах дождя для защиты от насекомых, листьев, иголок, и т.д. применяется сеточка.

7.3.2.3. Частота отбора проб

Отбор проб рекомендуется проводить, с той периодичностью, которая позволит получить корректные месячные значения. Для обеспечения качества / контроля качества (далее QA/QC) индивидуальный период отбора проб должен быть как можно короче, рекомендуется отбирать пробы еженедельно или ежедневно, если это возможно. В дополнение, если образцы собираются первого числа месяца, то могут быть определены месячные значения. Время накопления для осуществления выборки должно быть согласовано с с временем отбора подкоронового стока и со стволового стока, и если это возможно с другими соответствующими подпрограммами.

При еженедельном отборе проб возможна частичная биодеградация образцов. Использование для защиты пробоотборников алюминиевой фольги, приводит к уменьшению деградации. При этом, однако, не рекомендуется добавлять консерванты. Если пробы берутся ежедневно и хранятся в холодном месте, разложение, в частности, аммония и нитратов, резко снижается.

Еженедельные образцы могут быть проанализированы, как они есть, или, в целях экономии расходов, в виде смеси в качестве ежемесячных образцов. Если образцы

смешанные, они должны быть смешаны в пропорции к общему объему образца. Особое внимание следует уделять процедуре смешения для того, чтобы избежать загрязнения и ошибок.

7.3.2.4. Сбор и обработка проб осадков

Процедура отбора образцов, описывается в руководстве ЕМЕП, (раздел 3.1.5) Есть, однако, особые требования для отбора проб на следовые количества металлов. Рекомендации по отбору проб на определение тяжелых металлов в осадках включены в руководство ЕМЕП (см. раздел 3.10 ЕМЕП веб-руководство, http://www.nilu.no/projects/CCC/manual/download/EMEP_manual_russian.pdf).

Общие процедуры для сбора и обработки всех проб воды описаны в разделе 8.2.

7.3.3. Химические анализы

Набор обязательных параметров для подпрограммы РС: сульфаты, нитраты, аммоний, хлорид, натрий, калий, кальций, магний и щелочность (в зависимости от pH). Рекомендуется также для контроля качества определять удельную электропроводность.

Использование адекватных методов является обязанностью государственных институтов. Список доступных стандартов приведен в разделе 8.5.

Рекомендуемый метод определения основных ионов – это метод ионной хроматографии. Подходящие альтернативные методы: метод атомно-абсорбционной спектроскопии для Na, K, Ca, Mg и спектрометрические методы для аммония. Рекомендуемый метод описан в Руководстве ЕМЕП, раздел 4.1, альтернативные методы описаны в ЕМЕП, (разделы 4.2 - 4.6).

Рекомендуемый метод для определения pH, сильных и слабых кислот - потенциометрия, приведён в руководстве ЕМЕП, (раздел 4.7). Альтернативный метод для определения сильных и слабых кислот – это метод колориметрического титрования (титрование в модификации Грана). Этот метод описан в руководстве ЕМЕП, раздел (4.8).

Рекомендуемый метод для определения электропроводности - кондуктометрия. Этот метод подробно описан в руководстве ЕМЕП, раздел (4.9).

В программу мониторинга ЕМЕП в 1999 году включены тяжелые металлы. Рекомендации по отбору проб и химическому анализу тяжелых металлов, теперь описаны в руководстве ЕМЕП (см. ЕМЕП веб-руководство, http://www.nilu.no/projects/CCC/manual/download/EMEP_manual_russian.pdf).

7.3.4. Обеспечение качества/контроль качества (QA/QC)

Основная цель по обеспечению качества данных состоит в том, чтобы результаты измерений соответствовали целевым параметрам качества данных программы КМ. Данные должны быть последовательны как во времени (в целях оценки тенденций) так и пространстве (для сравнения разных участков и стран). Общие процедуры контроля качества даны в ЕМЕП, (глава 3.1.8), кроме того следует соблюдать процедуры предложенные в главе 8 настоящего руководства. Процедуры QA/QC должны включать все стороны деятельности, осуществляемой как в полевых условиях, так и в лаборатории.

Для всех видов деятельности следует придерживаться стандартных методик. Должны быть доступны: необходимое оборудование, чистые материалы, достаточные поставки запасных частей и т. д. Все операторы должны иметь соответствующее образование и опыт работы, а участки и оборудование должны инспектироваться, по крайней мере, один раз в год национальным органом, ответственным за контроль качества данных. QA/QC. Контроль качества в полевых условиях включает в себя использования полевых контрольных проб и контрольных образцов, а также выполнения требований к транспортировке образцов.

Рекомендуется провести аккредитацию химической лаборатории по одной из систем аккредитаций лабораторий, или по стандартам близким к ним, например, EN 45001 и ISO/IEC руководство 25. Лаборатория должна определить эффективность в отношении пределов обнаружения, точности и повторяемости и т.д.

Настоятельно рекомендуется принимать участие в ежегодной международной интеркалибрации для всех анализируемых соединений. Кроме того, рекомендуется принимать участие в сопоставлениях данных полевых отборов проб. Программный центр КМ должен предоставлять информацию о соответствующих интеркалибрациях. Все данные должны быть проверены и утверждены в соответствии с указаниями ЕМЕП, главы 5 и 6.

7.3.5. Представление данных

Перечень обязательных и дополнительных параметров ежегодного отчета представлен в таблице 7.3.

Таблица 7.3 Отчетная информация по подпрограмме Химия осадков

| Обязательные параметры | список | | Единицы измерения |
|--------------------------|--------|---|-------------------|
| PREC | DB | количество осадков | мм |
| PH | DB | pH | ед. pH |
| COND | DB | удельная электропроводность | mS/м |
| SO4S | DB | сульфаты (пересчитанные на серу) | мг/л |
| NO2N | DB | нитраты (пересчитанные на азот) | мг/л |
| NH4N | DB | аммоний (пересчитанный на азот) | мг/л |
| CL | DB | хлорид | мг/л |
| NA | DB | натрий | мг/л |
| K | DB | калий | мг/л |
| CA | DB | кальций | мг/л |
| MG | DB | магний | мг/л |
| ALK | DB | щёлочность, метод Грана (если среднегодовая pH>5) | мкг-экв/л |
| Дополнительные параметры | список | | Единицы измерения |
| AL | DB | алюминий | мкг/л |
| MN | DB | марганец | мкг/л |
| FE | DB | железо | мкг/л |
| AS | DB | мышьяк | мкг/л |
| CD | DB | кадмий | мкг/л |
| CR | DB | хром | мкг/л |
| CU | DB | медь | мкг/л |
| MO | DB | молибден | мкг/л |
| NI | DB | никель | мкг/л |
| PB | DB | свинец | мкг/л |
| ZN | DB | цинк | мкг/л |
| PO4P | DB | фосфаты (пересчитанные на фосфор) | мкг/л |
| PTOT | DB | общий фосфор | мг/л |
| STOT | DB | общая сера | мг/л |
| NTOT | DB | общий азот | мг/л |

Форматы файлов для представления и хранения данных представлены в Интернете по адресу: [http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/73_Subprogramme_PC_Precipitation_chemist\(16764\)](http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/73_Subprogramme_PC_Precipitation_chemist(16764)).

- В качестве идентификатора файла (SUBPROG) используется аббревиатура подпрограммы.
- Графа «среда» (MEDIUM) относится к пробоотборнику для валовых (общих) (BULK) или для мокрых (WET) выпадений.

- В графе «уровень» (LEVEL) указывается высота от уровня земли, с которой отбирали пробы (см).
- Под объемом пространственной выборки (SPOOL) подразумевается число индивидуальных пробоотборников для каждого параметра.
- Выпадения за исключением количества осадков представляются как средневзвешенные месячные значения (флаг W), месячные образцы – без флага. Количество осадков представляется в виде суммы за месяц (флаг S). Общая информация о флагах дана в главе 4.
- В графе “дата” указывается год и месяц отбора проб ГТТГММ. День отбора остается пустым.
- Для расчета среднеобъемных значений см. приложение 7.

7.3.6. Литература

[EMEP web-manual: EMEP manual for sampling and analysis](http://www.nilu.no/projects/ccc/manual/) <http://www.nilu.no/projects/ccc/manual/> (19 Sept 2013)

EMEP manual for sampling and chemical analysis, EMEP/CCC-Report 1/95, NILU, Kjeller, Norway, March 1996. (The EMEP chapter references refer to this version of the manual, some chapters may be different in the more recent EMEP web-manual.)

[ICP Forests Manual](http://www.icp-forests.org/Manual.htm) <http://www.icp-forests.org/Manual.htm> (19 Sept 2013)

ICP Forests manual, 1997. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, 4th edition. Edited in 1997 by the Programme Coordination Centre Federal Research Centre for Forestry and Forest Products (BFH), Hamburg, Germany.

ICP Forests manual, 1994. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, 1994 edition. Edited by the Programme Coordination Centres Hamburg and Prague.

Lövblad, G., Erisman, J.W. and Fowler, D. (Eds), 1993. Models and methods for the quantification of atmospheric input to ecosystems. Report from a workshop held in Gothenburg, Sweden, 3-6. November 1992. Copenhagen, Nordic Council of Ministers (Nordiske Seminar- og Arbeidsrapporter 1993:573).

7.4. Дополнительная подпрограмма МС: Тяжелые металлы во мхах

7.4.1. Введение

Мхи являются наиболее подходящими объектами для анализа выпадения и поглощения металлов, поскольку они потребляют воду, в основном, из атмосферы. Однако, чтобы использовать содержание тяжёлых металлов во мхах в качестве индикатора атмосферных выпадений, должны быть установлены их соотношения. Эти отношения будут зависеть от вида мха, географического положения места отбора и будут отличаться для различных химических элементов. Для определения этих отношений необходимо измерять выпадения тяжелых металлов. Установленные соотношения удовлетворительны для элементов Pb, As (кроме прибрежных зон), V, и Cd, относительно хороши для Cu и Ni, и относительно слабо представительны для Zn, Cr и Fe (Cr и Fe в большинстве случаев содержатся в подстилающей породе и почве фоновых областей).

В этой подпрограмме содержания тяжёлых металлов во мхах, как биосумматоре, могут использоваться для связи выпадений с биологическими подпрограммами EP и VG (стволовые эпифиты и растительность травянистого и напочвенного ярусов). Другое преимущество метода подпрограммы - возможность проведения подробных региональных уровней загрязнения. Доказано, что мхи являются дешевым и эффективным инструментом исследования.

7.4.2. Методы отбора проб

Пробы мха отбирают с открытых участков леса или молодой плантации. Место пробоотбора должно быть удалено от ближайшего дерева, по крайней мере, на 5 м с тем, чтобы на мох не оказывал влияние прямой поток подкоронового стока. Если таких мест найти не удастся, необходимо отбирать мхи на открытых торфяниках или вересковых пустошах, где они часто встречаются в окружении кустарничков. Следует избегать отбора мхов, растущих под прикрытием кустарничков или крупнолистных травянистых растений. Нельзя отбирать мхи растущие на камнях.

Предпочтение отдается двум видам мхов: *Pleurozium schreberi* и *Hylocomium splendens*. В тех местах, где встречаются оба вида мха, предпочтение отдается второму виду. Проба мха должна состоять только из одного вида, а не из их смеси.

Пробы мхов отбирают раз в 5 лет.

Отбирают, как минимум, 3 смешанные пробы мха. Наиболее подходящее время для отбора проб - начало лета. Одна смешанная проба должна состоять из 5-10 проб, собранных вокруг каждого места пробоотбора. В смешанной пробе должен быть представлен только один вид мха. Требуется собрать около 2 л мха (сухая масса очищенного материала будет около 20 г). Во время отбора проб необходимо использовать чистые резиновые перчатки и не курить.

Пробы помещают в бумажные или пластиковые пакеты (5 дм³). Пакеты аккуратно запаковывают, чтобы предотвратить загрязнение во время транспортировки. Материал мха помещают в бумажные пакеты и высушивают при 40⁰С, как можно быстрее. Если материал находился в пластиковых пакетах (влажные пробы), мох высушивают на воздухе и перекладывают в бумажные пакеты или замораживают.

Все мертвые остатки и примыкающую подстилку удаляют из пробы мха. Оставляют только зеленые побеги (буро-зеленые) трех последних лет, т.е. три достигших полного развития сегмента *Pleurozium schreberi* (или соответствующую часть *Hylocomium splendens*), исключив недоразвитый сегмент последнего периода роста, если таковой имеется. (В климатических условиях России при отборе проб до 1 июля новый побег трудно вычленишь и при соблюдении сроков отбора его удаление нецелесообразно, прим. ред.). Поврежденные экземпляры мхов выбраковываются. Мхи перекладывают на листы чистой лабораторной бумаги, на предметные стекла или на чистый полиэтилен, не допуская при этом **загрязнения** от курения **или** лабораторных столов.

Пробы доводят при 40⁰С до постоянной массы. Значение этой массы используют для дальнейших вычислений. Сухой материал аккуратно запаковывают и помещают в банк образцов для дальнейших исследований.

Сухие и гомогенизированные мхи сжигают в кислоте закрытым способом, так как при открытом **озолении** некоторые металлы (**например, AS**) могут частично улетучиться.

7.4.3. Химический анализ

1-5 г мха кипятят в конц. HNO₃ или в смеси 4:1 конц. HNO₃ и HClO₄. Растворы фильтруют и хранят в полиэтиленовых бутылках до проведения химического анализа методом атомно-абсорбционной спектроскопии с пламенной атомизацией, методом атомно-абсорбционной спектроскопии с беспламенной атомизацией в графитовой кювете, методом беспламенной ионизации или методом нейтронно-активационного анализа.

7.4.4. Обеспечение качества/контроль качества (QA/QC)

См. раздел управления качеством данных в главе 8.

7.4.5. Представление данных

Перечень параметров ежегодного отчета представлен в таблице 7.4.

Таблица 7.4 Отчетная информация по подпрограмме МС «Тяжелые металлы во мхах»

| Параметры | список | | единицы |
|-----------|--------|--------|---------|
| AS | DB | мышьяк | мг/кг |
| CD | DB | кадмий | мг/кг |
| CR | DB | хром | мг/кг |
| CU | DB | медь | мг/кг |
| FE | DB | железо | мг/кг |
| HG | DB | ртуть | мг/кг |
| NI | DB | никель | мг/кг |
| PB | DB | свинец | мг/кг |
| ZN | DB | цинк | мг/кг |

Форматы файлов для представления и хранения данных представлены в Интернете по адресу: [http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/74_Optional_subprogramme_MC_Metal_chemis\(16762\)](http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/74_Optional_subprogramme_MC_Metal_chemis(16762)).

- В качестве идентификатора файла (SUBPROG) используется аббревиатура подпрограммы.
- Графа «среда» (MEDIUM) относится к анализируемым образцам мха, например, *Pleurozium schreberi* (PLEU SCH) или *Hylocomium splendens* (HYLO SPL), перечень кодов см. Приложение 6.
- Под объемом пространственной выборки (SPOOL) подразумевается число мест отбора для составления композитной пробы (например, 5).
- В графе «дата» указывается год и месяц отбора проб ГГГГММ. День отбора остается пустым.

7.4.5. Литература

Atmospheric heavy metal Deposition in the Northern Europe 1990. Nord 1992:12.

7.5. Подпрограмма TF: Подкроновый сток

7.5.1. Введение

Главная цель подпрограммы TF заключается в определении воздействия общих выпадений на почву под кронами деревьев и влияния их на вегетацию деревьев. В задачи подпрограммы TF также входит предоставление информации сочетающейся с подпрограммой химии осадков (PC).

В лесу часть осадков свободно проходит через полог, а часть задерживается. Вместе эти осадки называются подкроновым стоком. Часть осадков, которая стекает по стволам деревьев, называется стволовым стоком. Эмпирические методы количественного определения общих выпадений на лесные экосистемы описаны Bredemeyer (1988).

Подкроновый и стволовой сток вместе можно назвать общим подкроновым стоком или осадками под пологом древостоя. На открытых, участках и на участках леса лишенных древесной растительности, например, болотах, должен проводиться мониторинг только валовых выпадений. В лесных районах должны анализироваться как валовые выпадения, так и осадки под пологом древостоев.

7.5.2. Методы отбора

7.5.2.1. Место отбора и число коллекторов

Общие критерии выбора точек отбора проб подкронового стока описаны в главе 5.2 и в руководстве Руководстве МСП «Лес». Из-за сильных локальных различий в количестве выпадений осаждающихся на древостой, коллектор подкронового стока характеризует только небольшой участок, на котором он расположен. Поэтому используется не менее 10 коллекторов на 0,1 га. Менее 10 коллекторов, обычно, не достаточно для нивелировки пространственной изменчивости. Коллекторы следует размещать вблизи, но не на самих постоянных площадках мониторинга почв и растительности. Коллекторы могут быть расположены случайно или систематически (рекомендуется). Для предотвращения нарушений в работе коллекторов крупными животными необходимо их обнести забором. Коллекторы должны быть размещены на высоте не менее 1 м для предотвращения загрязнения почвой. Коллекторы устанавливаются на опору, чтобы избежать прямого загрязнения с поверхности почвы. Бутили коллекторов рекомендуется защитить от солнечного света и нагревания, поэтому рекомендуется хранить контейнер в холоде и темноте, например в питоле.

7.5.2.2. Типы коллекторов

Для отбора проб подкронового стока используют коллекторы той же конструкции что и для мокрых выпадений. Это связано с тем, что количество собранных осадков и потери, связанные с испарением, сильно зависят от типа осадкосборников. Именно поэтому для получения сопоставимых результатов необходимо использовать идентичные осадкосборники. Для образцов снега рекомендованы специальные коллекторы, описанные в главе химии осадков.

7.5.2.3. Частота отбора проб

Отбор проб рекомендуется проводить ежемесячно, еженедельно или 1 раз в две недели в зависимости от климатических условий и используемых методов отбора, то есть с той периодичностью, которая позволит получить корректные месячные значения. При длительном отборе проб возможна частичная биodeградация образцов. Использование для защиты пробоотборников алюминиевой фольги, приводит к уменьшению деградации. При этом, однако, не рекомендуется добавлять консерванты.

Длительность отбора должна быть согласовано с подпрограммами ХО, и, если это возможно с другими соответствующими подпрограммами.

Еженедельные образцы могут быть проанализированы, как они есть, или, в целях экономии расходов, в виде смеси в качестве ежемесячных образцов. Если образцы смешанные, они должны быть смешаны в пропорции к общему объему образца. Особое внимание следует уделять процедуре смешения для того, чтобы избежать загрязнения и ошибок.

7.5.2.4. Сбор и обработка проб подкранового стока

Рекомендуемая методология отбора образцов, их обработка и очистка описана в деталях в руководстве ICP Forests manual, часть VI и в руководстве ЕМЕП, разделах 3.1.4 - 3.1.5. Есть, однако, особые требования для отбора проб на следовые количества металлов. Рекомендации по отбору проб на определение тяжелых металлов в осадках включены в руководство ЕМЕП (см. раздел 3.10 ЕМЕП веб-руководство, http://www.nilu.no/projects/CCC/manual/download/EMEP_manual_russian.pdf).

Общие процедуры для сбора и обработки всех проб воды описаны в разделе 8.2.

7.5.3. Химический анализ

Обязательные измерения

При выполнении подпрограммы SF, необходимо определять следующие параметры: концентрации сульфата, нитрата, аммония, общее количество азота, хлорида, натрия, калия, кальция, магния, растворимого органического углерода и сильных кислот (при помощи рН-метра).

Также рекомендуется определять электрическую проводимость и щелочность в образцах, если ежегодный средний рН > 5. По желанию осуществляется определение общего количества серы и тяжелых металлов.

Рекомендуемый метод определения основных ионов – это метод ионной хроматографии. Подходящие альтернативные методы: метод атомно-абсорбционной спектроскопии для Na, K, Ca, Mg и спектрометрические методы для аммония. Рекомендуемый метод описан в руководстве ЕМЕП, раздел 4.1, альтернативные методы описаны в ЕМЕП, разделы 4.2 - 4.6. Список приемлемых стандартов приведен в разделе 8.5.

Дополнительные измерения

Рекомендуемый метод для определения общего азота - окисление его пероксодисульфатом до нитрата в соответствии со стандартом (ISO/DIS 11905-1) с последующим спектрофотометрическим определением по методу Грисса (ЕМЕР, глава 4.3). Альтернативно общий азот может быть определен методом Кьельдаля. Общую серу рекомендовано определять спектрометрически на основе индуктивно связанной плазмы (ICP) ISO - 11885.

Рекомендуемый метод для определения рН, сильных и слабых кислот - потенциометрия, приведён в руководстве ЕМЕП, (раздел 4.7). Альтернативный метод для определения сильных и слабых кислот – это метод колориметрического титрования (титрование в модификации Грана). Этот метод описан в руководстве ЕМЕП, (раздел 4.8).

Также рекомендуется определять щелочность в образцах, если ежегодный средний рН > 5. Рекомендованный метод определения щелочности описан стандартом EN ISO 9963-1 или альтернативным методом колориметрического титрования (см. выше).

Рекомендуемый метод для определения электропроводности - кондуктометрия. Этот метод подробно описан в руководстве ЕМЕП, (раздел 4.9).

В программу мониторинга ЕМЕП в 1999 году включены тяжелые металлы. Рекомендации по отбору проб и химическому анализу тяжелых металлов, теперь описаны в руководстве ЕМЕП (см. ЕМЕП веб-руководство, http://www.nilu.no/projects/CCC/manual/download/EMEP_manual_russian.pdf).

7.5.4. Обеспечение качества/контроль качества (QA/QC)

Основная цель по обеспечению качества данных состоит в том, чтобы результаты измерений соответствовали целевым параметрам качества данных программы КМ. Данные должны быть последовательны как во времени (в целях оценки тенденций) так и

пространстве (для сравнения разных участков и стран). Общие процедуры контроля качества даны в ЕМЕП, (глава 3.1.8), кроме того следует соблюдать процедуры предложенные в главе 8 настоящего руководства. Процедуры QA/QC должны включать все стороны деятельности, осуществляемой как в полевых условиях, так и в лаборатории.

Для всех видов деятельности следует придерживаться стандартных методик. Должны быть доступны: необходимое оборудование, чистые материалы, достаточные поставки запасных частей и т. д. Все операторы должны быть хорошо подготовлены, а участки и оборудование должны инспектироваться, по крайней мере, один раз в год национальным управляющим за контроль качества данных. QA/QC процедур в полевых условиях включает в себя добавление полевых контрольных проб и контрольных образцов, а также выполнение требований к транспортировке образцов.

Рекомендуется провести аккредитацию химической лаборатории по одной из систем аккредитаций лабораторий, или по стандартам близким к ним, например, EN 45001 и ISO/IEC руководство 25. Лаборатория должна определить эффективность в отношении пределов обнаружения, точности и повторяемости, наличия соответствующих ГОСТов и т.д.

Настоятельно рекомендуется принимать участие в ежегодной международной интеркалибрации для всех анализируемых соединений. Кроме того, рекомендуется принимать участие в сопоставлениях полевых отборов. Программный центр КМ будет предоставлять информацию о соответствующих интеркалибрациях. Все данные должны быть проверены и утверждены в соответствии с указаниями ЕМЕП, главы 5 и 6.

Программа контроля качества описана в IV части руководства ICP Forests manual.

7.5.5. Представление данных

Перечень параметров ежегодного отчета представлен в таблице 7.5.

Таблица 7.5 Отчетная информация по подпрограмме TF_Подкороновый сток

| Обязательные параметры | список | | Единицы измерения |
|--------------------------|-----------|---|-------------------|
| PREC | DB | количество подкоронового стока | мм |
| PH | DB | pH | ед. pH |
| COND | DB | удельная электропроводность | mS/м |
| SO4S | DB | сульфаты (пересчитанные на серу) | мг/л |
| NO3N | DB | нитраты (пересчитанные на азот) | мг/л |
| NH4N | DB | аммоний (пересчитанный на азот) | мг/л |
| NTOT | DB | общий азот | мг/л |
| CL | DB | хлорид | мг/л |
| NA | DB | натрий | мг/л |
| K | DB | калий | мг/л |
| CA | DB | кальций | мг/л |
| MG | DB | магний | мг/л |
| ALK | DB | щёлочность, метод Грана (если среднегодовая pH>5) | мэкв/л |
| DOC | DB | Растворимый органический углерод | мг/л |
| Дополнительные параметры | список | | Единицы измерения |
| AL | DB | алюминий | мкг/л |

| | | | |
|------|----|-----------------------------------|----------------------------|
| MN | DB | марганец | мкг/л |
| FE | DB | железо | мкг/л |
| AS | DB | мышьяк | мкг/л |
| CD | DB | кадмий | мкг/л |
| CR | DB | хром | мкг/л |
| CU | DB | медь | мкг/л |
| MO | DB | молибден | мкг/л |
| NI | DB | никель | мкг/л |
| PB | DB | свинец | мкг/л |
| ZN | DB | цинк | мкг/л |
| PO4P | DB | фосфаты (пересчитанные на фосфор) | мкг/л |
| PTOT | DB | общий фосфор | мг/л (корректированный) |
| STOT | DB | общая сера | мг/л (корректированная) |

Форматы файлов для представления и хранения данных представлены в Интернете по адресу: [http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/75_Subprogramme_TF_Throughfall\(16750\).](http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/75_Subprogramme_TF_Throughfall(16750).)

- В качестве идентификатора файла (SUBPROG) используется аббревиатура подпрограммы.
- Графа «среда» (MEDIUM) относится к доминантным видам деревьев (лист кодов NCC лист В4, см. Приложение 6)
- В графе «уровень» (LEVEL) указывается высота от уровня земли, с которой отбирали пробы (см).
- Под объемом пространственной выборки (SPOOL) подразумевается число индивидуальных осадкосборников для каждого параметра.
- Еженедельные выпадения представляются как средневзвешенные месячные значения (флаг W). Если количество подкоронового стока измерено некорректно, то представляются еженедельные данные как среднемесячные (флаг X); месячные данные – без флага. Количество подкоронового стока представляется в виде суммы за месяц (флаг S). Расчет средневзвешенных значений описан в приложении 7. Общая информация о флагах дана в главе 4.
- В графе “дата” указывается год и месяц отбора проб ГТТГММ. День отбора остается пустым.

Коды наиболее широко распространенных видов деревьев (перечень кодов NCC В4 (см. Приложение 6)):

ABIE ALB, *Abies alba*
 ABIE NOR, *Abies nordmanniana*
 ACER CAM, *Acer campestre*
 ACER PLA, *Acer platanoides*
 ACER PSE, *Acer pseudoplatanus*
 ALNU GLU, *Alnus glutinosa*
 ALNU INC, *Alnus incana*
 BETU PEN, *Betula pendula*
 BETU PUB, *Betula pubescens*
 BE PU.TO, *Betula pubescens ssp.tortuosa*
 CARP BET, *Carpinus betulus*
 FAGU SYL, *Fagus sylvatica*

LARI DEC, *Larix decidua*
LARI SIB, *Larix sibirica*
PICE ABI, *Picea abies*
PI AB.OB, *Picea abies* ssp. *obovata*
PICE GLA, *Picea glauca*
PICE OMO, *Picea omorika*
PINU SYL, *Pinus sylvestris*
POPU BAL, *Populus balsamifera*
POPU NIG, *Populus nigra*
POPU TRA, *Populus tremula*
PRUN PAD, *Prunus padus*
QUER PET, *Quercus petraea*
QUER ROB, *Quercus robur*
TILI COR, *Tilia cordata*
TILI PLA, *Tilia platyphyllos*
ULMU GLA, *Ulmus glabra*
ULMU LAE, *Ulmus laevis*

7.5.6. Литература

EMEP web-manual: EMEP manual for sampling and analysis

<http://www.nilu.no/projects/ccc/manual/>

ICP Forests Manual, 2010

<http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>

ICP Forests manual, 1997. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, 4th edition. Edited in 1997 by the Programme Coordination Centre Federal Research Centre for Forestry and Forest Products (BFH), Hamburg, Germany.

ICP Forests manual, 1994. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. 1994 edition. Edited by the Programme Coordination Centres Hamburg and Prague.

Bredemeier, M. 1988. Forest canopy transformation of atmospheric deposition. *Water, Air, and Soil Pollution* 40:121-138.

7.6. Дополнительная подпрограмма SF: Стволовой сток

7.6.1. Введение

Измерения стволового стока производятся для определения потоков химических веществ в лесном древостое (осаждение). Осадки достигают земли непосредственно, капая с листьев и ветвей и сочасть вниз по стволу. Последняя категория осадков охватывается подпрограммой SF. В дополнение к представленной информации о потоках, химия SF имеет важное значение для произрастающих на коре ствола лишайников (см. подпрограмму EP) и микрофауны, а также оказывают значительное влияние на свойства почв в основании стволов.

Стволовой сток значительно различается у деревьев с вверх поднятыми ветвями, например, у листопадных деревьев (например, *Fagus sylvatica*) (10 - 40% от общего подкоронового стока) и у деревьев с опущенными ветвями, например, у ели (например *Picea abies*) (<1% от общего подкоронового стока). Стволовой сток у сосны в норме выше, чем у ели.

Таким образом, необходимость проведения мониторинга подкоронового стока в основном зависит от видового состава древостоя. Если в древостое доминируют виды с

мягкой древесиной, например, бук, дуб, то стволовой сток следует анализировать. Для ельников информативность этого компонента низка.

7.6.2. Методы пробоотбора

Для измерения стволового стока должны быть выбраны десять деревьев, каждое из которых принадлежит к виду/видам занимающему > 20% от основной территории участка. Деревья должны быть типичными для основных областей, существующих в области мониторинга.

Отбор проб проводится ежемесячно, еженедельно или во временном интервале между этими двумя, например, каждые две или три недели, в зависимости, главным образом, от климата и/или используемого метода. Рекомендуется брать образцы так, чтобы можно было получить правильные ежемесячные значения. Время осуществления выборки, предпочтительно, должно быть одним и тем же для всех измерений осадения (то есть и для ТФ, и для химии осадков).

Существует множество различных типов оборудования для того, чтобы измерить стволовой сток. Большинство основано на спиральном коллекторе, обхватывающем ствол дерева. Устанавливая такие коллекторы, необходимо учесть следующее.

1) Учитывая процесс роста деревьев и в строении пробоотборника необходимо учесть как ежедневные изменения, которые происходят в окружности ствола так и ежегодный рост дерева. Для этой цели хорошо подходит силикон. Ни в коем случае не должна повреждаться кора. Этому надо уделить особое внимание, иначе живица (сок) может начать просачиваться, загрязняя стволовой сток.

2) Ворот должен быть установлен на высоте от 0,5 до 1,5 м над поверхностью земли для предотвращения загрязнения осадков от поверхности.

3) После каждого периода осуществления выборки должен быть определен объем с каждого образца стволового стока. Образцы стволового стока можно отбирать совместно, объединяя деревья только одного и того же вида, подобного размера и доминантности.

7.6.3. Химические анализы

При выполнении подпрограммы SF, необходимо определять следующие параметры: концентрации сульфата, нитрата, аммония, общее количество азота, хлорида, натрия, калия, кальция, магния и сильных кислот (при помощи рН-метра).

Также рекомендуется определять электропроводность и щелочность в образцах, если ежегодный средний рН > 5. По желанию осуществляется определение общего количества серы и тяжелых металлов.

Аналитические методы, приняты для анализа стволового стока те же самые, что и для химических измерений в подпрограмме ТФ.

7.6.4. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)

Те же требования, что и для измерений по подпрограмме ТФ.

7.6.5. Расчёт величины стволового стока в мм из его объема

Величина стволового стока рассчитывается для каждого вида отдельно как:

Общий объём стволового стока на участке для видов (в литрах) необходимо разделить на размер площадки (m^2) чтобы получить величину стволового стока для видов в мм.

7.6.6. Представление данных

Перечень параметров ежегодного отчета представлен в таблице 7.6:

| Обязательные параметры | список | | Единицы измерения |
|--------------------------|--------|--------------------------------------|-------------------|
| PREC | DB | Величина стволового стока | мм |
| PH | DB | pH | ед. pH |
| COND | DB | удельная электропроводность | мS/м |
| SO4S | DB | сульфаты (пересчитанные на серу) | мг/л |
| NO3N | DB | нитраты (пересчитанные на азот) | мг/л |
| NH4N | DB | аммоний (пересчитанный на азот) | мг/л |
| NTOT | DB | общий азот | мг/л |
| CL | DB | хлорид | мг/л |
| NA | DB | натрий | мг/л |
| K | DB | калий | мг/л |
| CA | DB | кальций | мг/л |
| MG | DB | магний | мг/л |
| ALK | DB | щёлочность (если среднегодовое pH>5) | Моль-экв/л |
| DOC | DB | растворенный органический углерод | мг/л |
| Дополнительные параметры | список | | Единицы измерения |
| AL | DB | алюминий | мкг/л |
| MN | DB | марганец | мкг/л |
| FE | DB | железо | мкг/л |
| AS | DB | мышьяк | мкг/л |
| CD | DB | кадмий | мкг/л |
| CR | DB | хром | мкг/л |
| CU | DB | медь | мкг/л |
| MO | DB | молибден | мкг/л |
| NI | DB | никель | мкг/л |
| PB | DB | свинец | мкг/л |
| ZN | DB | цинк | мкг/л |
| PO4P | DB | фосфаты (пересчитанные на фосфор) | мкг/л |
| PTOT | DB | общий фосфор | мг/л |
| STOT | DB | общая сера | мг/л |

Форматы файлов для представления и хранения данных представлены в Интернете по адресу: [http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/76_Optional_subprogramme_SF_Stemflow\(16748\)](http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/76_Optional_subprogramme_SF_Stemflow(16748)).

- В качестве идентификатора файла (SUBPROG) используется аббревиатура подпрограммы.
- Измерения стволового стока представляются отдельно для каждого образца. Графа «среда» (MEDIUM) относится к доминантным видам деревьев (лист кодов NCC лист B4, см. Приложение 6). Коды наиболее широко распространенных видов деревьев см. в подпрограмме TF.
- В графе «уровень» (LEVEL) указывается высота от уровня земли, с которой отбирали пробы (см).
- Под объемом пространственной выборки (SPOOL) подразумевается число индивидуальных осадкосборников для каждого параметра.
- Еженедельные выпадения представляются как средневзвешенные месячные значения (флаг W). Если количество стволового стока измерено некорректно, то

представляются еженедельные данные как среднемесячные (флаг X); месячные данные – без флага. Количество ствлового стока представляется в виде суммы за месяц (флаг S). Расчет средневзвешенных значений описан в приложении 7. Общая информация о флагах дана в главе 4.

- В графе “дата” указывается год и месяц отбора проб ГТТГММ. День отбора остается пустым.

7.6.7. Литература

[ICP Forests Manual](http://www.icp-forests.org/Manual.htm) <http://www.icp-forests.org/Manual.htm> (19 августа 2013).

ICP Forests manual, 1997. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, 4th edition. Edited in 1997 by the Programme Coordination Centre Federal Research Centre for Forestry and Forest Products (BFH), Hamburg, Germany.

7.7. Подпрограмма SC: Химия почв

7.7.1. Введение

Взаимосвязи между химией почвы, водным стоком и потреблением веществ корнями растений сложны и зависят, например, от содержания органического вещества, скорости разложения, содержания глинистой фракции и количества обменных ионов, сорбированных на коллоидных частицах. Эти переменные в свою очередь зависят от способности растений воздействовать на почву путем корневого потребления/выделения и накопления подстилки.

Подпрограмма направлена на выявление долговременных трендов закисления и эвтрофикации почв. Из трех наиболее важных факторов экологических изменений, которым уделено первостепенное внимание в рамках МСПКМ (см. главу 2), для химии почв имеют первостепенную важность содержание азота и серы, повышение атмосферных концентраций озона имеет незначительное прямое воздействие на почвы. Загрязнению почв тяжелыми металлами придан статус дополнительных измерений. Эти данные прежде всего могут быть важны при локальном загрязнении с точки зрения изменения химии почв и выявления экотоксикологических эффектов. Поэтому, минимальные требования к выполнению подпрограммы химии почв определяются задачей выявления эффекта от подкисления среды осаждениями соединений серы и азота, а также эвтрофикации почв при росте выпадений соединений азота.

Минимально необходимые для подпрограммы SC параметры для выявления причинно-следственных отношений и моделирования (табл. 7.7.1), включают:

- свойства, описывающие кислотность и N статус (азотный режим) почвы, в том числе pH, CEC (ёмкость катионного обмена), BS (процент щелочных и щелочно-земельных катионов), N статус (содержание азота). Они представляют собой параметры для контроля качества почвы как таковой.
- справочные свойства, которые во многом определяют кислотность почвы и питательных веществ, то есть содержание органического вещества (ОВ) и распределение частиц по размерам (PSA). Качество почв параметрам, перечисленным в I) выше, сильно зависит от ОВ и PSA, и поэтому они важны для интерпретации качества почвы, перечисленные в пункте 1.
- параметры, необходимых для расчета химического состава почвы/количества вещества, т.е. объемного веса или плотности (BDEN) и содержание камней (SCONT). Эти параметры необходимы для расчетов и баланса бюджетов параметров качества почвы.

- свойства почвы/переменных, необходимых для моделирования подкисления и геохимических процессов, которые будут использоваться в рамках программы КМ, например, минералогии почв (для выветривания), исходный материал типа, адсорбции сульфатов, скорость нитрификации, свойства почв по удержанию влаги.

Важно проводить различие между параметрами качества почвы, которые являются частью обычной программы мониторинга (т.е. вышеуказанные в пп. 1) и дополнительными параметрами, которые позволяют либо интерпретировать и расширенно использовать данные мониторинга качества почвы. Отношения между параметрами качества почвы могут быть соотнесены с параметрами как внутри SC подпрограммы, так и данными из других подпрограмм. Когда Программный Центр осуществляет моделирование, он будет контактировать с NFP для получения данных и параметров.

7.7.2. Методы

7.7.2.1. Методы отбора проб

Принципы

Поскольку важно, чтобы данные КМ были сопоставимы во времени и в пространстве, то отбор проб почвы для целей мониторинга проводится с фиксированной глубины слоя почвы, а не по генетическим горизонтам (но гумусовый горизонт должен отбираться отдельно). Почвенные горизонты варьируют в зависимости от географического положения станции, например, не на всех станциях КМ можно выделить горизонт E, а толщины того же горизонта меняется от места к месту, что делает данные трудно сравнимыми по содержанию питательных веществ в почве. Поскольку почвенные горизонты и их взаимное расположение являются результатом процессов почвообразования, горизонты обладают различными свойствами. Отсюда использование при пробоотборе фиксированной глубины слоев может быть подвинуто критике, потому что фиксированная глубина может содержать более чем из одного генетического горизонта.

Поэтому, участок отбора проб по программе SC должен быть как можно более однородными в отношении типа почвы и подстилающей породы, при этом слой фиксированной глубины минеральной части почвы будет состоять из того же материала каждый раз, и, следовательно, быть сравнимы между собой. Кроме того, поскольку все участки для определения SC будут иметь слой 0-5 см, этот слой можно сравнить непосредственно между участками разных станций КМ (Примечание: 0 = от минеральной почвы, без подстилки). Наконец, количество азота в слое 0-20 см, например, может быть вычислено и сравниваться непосредственно среди всех участков SC и станций КМ. По этим причинам, рекомендуется использовать фиксированные слои глубиной в минимальном наборе параметров подпрограммы мониторинга SC.

Тем не менее, при первичном обследовании должно быть сделано описание профиля почвы и отобраны пробы по генетическим горизонтам в целях классификации и характеристики почвенного профиля. Параметры почвы, необходимые для соответствующих имитационных моделей, обычно привязаны к почвенным горизонтам. Отбор проб по генетическим горизонтам нужно сделать только один раз, и из одного профиля на каждой из площадок SC.

Параметры площадки для отбора проб

Для отбора проб необходимо очертить одну представительную почвенную площадку (20x20 м – 40x40 м), точный размер которой будет зависеть от гетерогенности поверхности. Эта почвенная площадка должна близко прилегать, но не перекрываться с площадкой по изучению растительности (VG). Сеть отбора образцов на химический

анализ почвы и микробное разложение должна быть систематической и полностью покрывать всю площадку. В местах, нарушенных при отборе проб должны ставиться метки, чтобы не отбирать пробы из этих точек повторно.

Пример площадки для отбора проб SC показан на рисунке 7.7.1. Площадка разделена на 4 сектора 10 x 10 м, которые в свою очередь делятся на 1 x 1 м квадратов отбора. В каждом 10 x 10 м секторе пробы отбираются из 4-х квадратов 1 x 1 м. Пробы отбираются квадратов, которые ранее не были использованы или отклонены из-за наличия бревна, камней или больших деревьев и корне и т.д. Таким образом, из площадки 40 x 40 м отбирается по 16 проб почвы.

Примечание: В России при отборе используется преимущественно метод конверта с последующим квартованием проб.

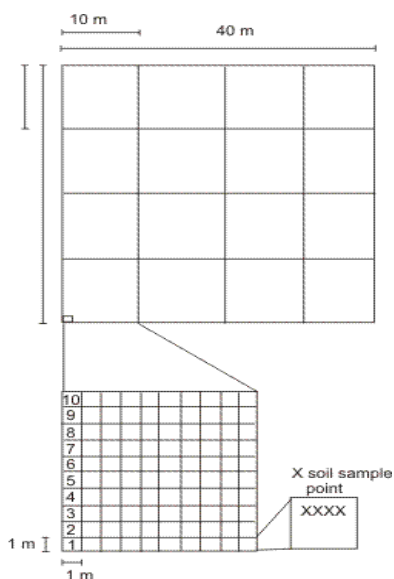


Рис. 7.7.1. Пример отбора проб почв на площадке SC/

Композиция

Для того, чтобы уменьшить количество образцов для анализа и получить представительную пробу проводят композицию (аналог распространенного приема «квартования» объединенного образца). При композиции из нескольких образцов получают единую представительную для площадки усредненный образец. Для получения опорного значения изменчивости параметров на площадке один раз каждый из образцов может быть проанализирован индивидуально. Образцы, взятые на последующих отборах, могут быть скомпонованы по одному из представленных на рис. 7.7.2 способов: либо из каждого образца параллельно отбирается часть для формирования пробы по всему участку (б), либо отдельные пробы в каждой точке выборки могут быть собраны на случайной основе в 3-4 образца (рис. 7.7.2 в).

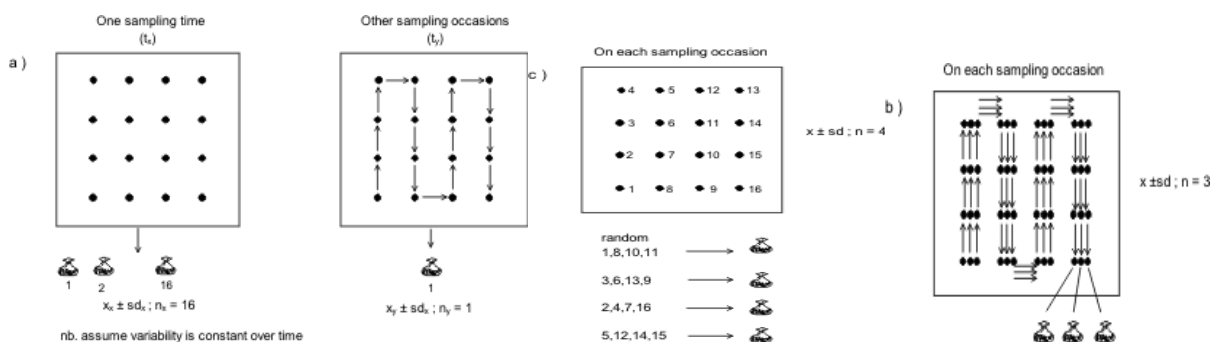


Рис. 7.7.2. Стратегии композиции образцов при отборе SC

Период отбора

Образцы почвы на химический анализ отбирают один раз в каждые пять лет в августе-октябре. Отбор может быть синхронизирован с другими подпрограммами КМ, а также программой интенсивного мониторинга МСП «Лес» (Hausmann 1995), проводящие пятилетние отборы проб по графику 1995, 2000, 2005 и далее.

Процедура отбора проб

Образцы органического горизонта отбирают с помощью стального бура/цилиндрического пробоотборника известного диаметра. Отмечают толщину образца гумусового горизонта, чтобы можно было определить величину объемного веса. Гумусовый слой должен быть отобран отдельно цилиндром (сталь или другие инертные материалы) известного диаметра. Отобранная проба должна включать только O_e+O_h подгоризонты подстилки (органического слоя), то есть зеленые растения, свежий лиственный опад исключается. Также фиксируется высота горизонта для вычисления объемного веса и вид гумуса (мор, модер, муль).

Образцы минеральной почвы отбирают, включая большую часть почвенного профиля. Отбираются пробы из горизонтов 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 см и 60-80 см или горизонт С (EDC 1993). Используют почвенный бур для уменьшения нарушения почвы. Если толщина образца составляет меньше половины плановой толщины почвенного слоя, этот образец отбрасывается. Неповрежденные образцы (для определения объемного веса) из тех же слоев, как и образцы из слоя 60-80 см, отбираются из почвенного разреза вырытого вблизи, но вне территории площадки. Описание почвенного профиля рекомендуется выполнять по этому же разрезу.

Образцы торфа отбирают с глубины 0-5, 5-20, 20-40 см объемным методом с помощью пробоотборника типа бура, 5x5 см, 50 см длиной. (Основное описание торфа, включающее степень гумификации, тип торфа и т.д., проводится по профилю, взятому в репрезентативной точке рядом с площадкой).

Образцы почвы сохраняются в пластиковых пакетах на холоде (4°C) и в темноте до тех пор, пока не появится возможность их высушить.

Предварительная обработка проб

Для хранения и анализа проб необходимо провести предварительную подготовку. Образцы высушивают при 40°C до постоянного веса. Пробы просеивают через сито с диаметром ячейки 2 мм (4 мм для органических образцов). Из проб руками удаляются крупные органические материалы – корни, куски шишек, древесина и др. Органические образцы (гумусовый слой и торф) после просеивания должны быть размолоты до тонкой пудры. До проведения анализа образцы хранят в темноте, прохладном и сухом месте.

7.7.2.2. Аналитические процедуры

Перечень измеряемых параметров и их коды для выполнения минимальной подпрограммы SC представлены в табл. 7.7.1. Рекомендуемые методы описаны в прежнем руководстве (EDC 1993). Соответствующие ISO методы также рекомендованы. Если национальные лаборатории используют другой метод, то он должен строго соответствовать рекомендованному. Использование национального метода должно быть обосновано корреляционными моделями и представлено в программный центр МСПКМ. Для ионо-обменной химии в качестве экстрагента в методиках КМ рекомендован раствор 1 М NH_4Cl и 1М KCl . Использование раствора 0.1 М $BaCl_2$ имеет ряд преимуществ (Hendershot & Duquette 1986):

- Используется только один экстрагент вместо двух NH_4Cl и KCl ,
- Использование 0.1 М раствора вместо 1 М раствора увеличивает степень сгорания пробы в ICP и AAS методах

Однако использование солей бария значительно увеличивает риск причинения вреда здоровью. Перечень стандартов приведен в главе 8.5. Для оценки степени загрязненности используемых реагентов в лаборатории должен быть обязательно проведен анализ бланковых проб.

7.7.3. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)

Каждый Национальный Научный Центр обеспечивает требуемый уровень лабораторной практики и несёт ответственность за качество данных, представленных в МСПКМ по программе Центра сообщениями. Результаты контроля качества, лабораторные интеркалибрации должны быть представлены в Программный Центр. Программный Центр настоятельно не рекомендует использовать национальные методы вместо рекомендованных программой КМ. Любые отклонения в применении методик и использование национальных методов должны пройти процедуру сравнения и результаты должны быть представлены в Программный Центр.

См. раздел управления качеством данных в главе 8.

7.7.4. Обработка данных

Параметры SC (см. таблицу 7.7.1) могут быть представлены напрямую в Программный Центр или Программный Центр может пересчитать их из первичных данных.

7.7.5. Представление данных

Перечень обязательных (минимально необходимых) и дополнительных параметров представлен в таблице 7.7.1.

Таблица 7.7.1 Обязательные параметры по подпрограмме SC Химия почв

| Параметр † | Коды | Единицы измерений | Рекомендованный метод и комментарии |
|-------------------------|-----------|-------------------|---|
| Измеренные | | | |
| pH (CaCl ₂) | PH (DB) | ед. pH | Метод (EDC 1993) или ISO/DIS 10390 (ISO-1:5 объем/объем встряхивают 5 мин, оставляют на 2-24 часа до начала измерений, а далее как в оригинальной КМ методике.) Окончание таблицы 7.7.1 |
| S общая | STOT (DB) | мг/кг | Ручной метод (EDC 1993) |
| P общий | PTOT (DB) | мг/кг | Ручной метод (EDC 1993); нет ISO метода |
| N общий | NTOT (DB) | мг/кг | Ручной метод (EDC 1993), ISO 11261 метод Кьельдаля N или ISO 13878 сухое озонение |
| Ca обменный | CA (DB) | мг-экв/кг ** | Экстракция 1M NH ₄ Cl, 1M KCl или 0.1M BaCl ₂ (EDC 1993) (NB риск здоровью из-за использования солей бария) |
| Mg обменный | MG (DB) | мг-экв/кг | Экстракция 1M NH ₄ Cl, 1M KCl или 0.1M BaCl ₂ (EDC 1993) (NB риск здоровью из-за использования солей бария) |
| K обменный | K (DB) | мг-экв/кг ** | Экстракция 1M NH ₄ Cl, 1M KCl или 0.1M BaCl ₂ (EDC 1993) (NB риск здоровью из-за использования солей бария) |
| Na обменный | NA (DB) | | Экстракция 1M NH ₄ Cl, 1M KCl или 0.1M BaCl ₂ (EDC 1993) (NB риск здоровью из-за использования солей бария) |
| Al обменный | AL (DB) | мг-экв/кг ** | Экстракция 1M NH ₄ Cl, 1M KCl или 0.1M BaCl ₂ (EDC 1993) (NB риск здоровью из-за использования солей бария) |

| | | | |
|---------------------------------------|---|--------------------------------|--|
| TOC | TOC (DB) | mg/kg | IM метод, LECO анализатор углерода (фракция <2 мм), ISO/DIS 10694. |
| обменная титруемая кислотность (H+Al) | ACI_ET (IM) | мг-экв/кг ** | Экстракция 1M NH ₄ Cl, 1M KCl или 0.1M BaCl ₂ (EDC 1993) (NB риск здоровью из-за использования солей бария) |
| Вычисляемые параметры §: | | | |
| CEC | CEC_E (IM) | мг-экв/кг ** | CEC_E рассчитывается как Ca+Mg+K+Na+ACI_ET (EDC 1993) |
| степень насыщенности основаниями | BASA (DB) | % | BASA рассчитывается как ((Ca+Mg+K+Na)×100)/CEC_E (EDC 1993) |
| Выветривание: | WEA (IM) | мг-экв/м ² /год ** | Выветривание основных катионов = поток выведения основных катионов (Ca ²⁺ + Mg ²⁺) – поток поступления +/- Δ storage _i (оставшиеся в растительности и почве элементы). * |
| Сухой объемный вес, < 2 мм | BDEN (IM) | кг/м ³ | Сухой объемный вес, определяется по методу ISO/DIS 11272 - скорректированный для отсеянной фракции 2 мм. Минеральная часть почв может быть отделена отдельно для минеральных частиц и органики по методу (e.g. Tamminen & Starr 1994). |
| содержание камней более 2 мм | SCONT (IM) | м ³ /м ³ | определяется при описании профиля содержание камней более 2 мм. (Viro 1952) |
| PSA, <2 мм фракция | PSA_SAND (IM) PSA_SILT (IM) PSA_CLAY (IM) | % | Гранулометрический состав почв, определяется в % по каждой фракции по методу ISO/DIS 11277. Размер частиц фракций: песок=2000-63 μm, илстая фракция =63-2 μm, глинистая фракция < 2 μm |

† Для анализа используется воздушно-сухая почва (40°C) фракции менее 2 мм (измельченные пробы торфа и лесной подстилки), тогда как значения указываются для абсолютно сухой почвы (105°C) (за исключением pH. Для подготовки образцов см. ISO/DIS 11464 Soil Quality — Pretreatment of samples for physico-chemical analyses.

‡ Национальные методы должны быть сопоставлены с КМ методами и результаты сравнения должны быть представлены в Программный Центр. ISO Standards Compendium.

Environment. Soil Quality. General aspects; chemical and physical methods of analysis; biological methods of analysis. First edition. 1994. ISBN 92-67-10203-6

§ Эти данные могут быть рассчитаны Программным Центром

* Для стабильных экосистем изменения при хранении могут быть приняты равными 0 (White A.F. & Blum A.E., 1995)

** мг-экв/кг = ммол/кг; мг-экв/м²/год = ммол/м²/год

Таблица 7.7.2 Дополнительные параметры по подпрограмме Химия почв

| Параметр † | Коды | Единицы измерений | Рекомендованный метод и комментарии |
|--|--------------------------|-------------------|--|
| pH водной вытяжки | PH (DB) | ед. pH | Метод (EDC 1993) или ISO/DIS 10390 (ISO-1:5 объем/объем встряхивают 5 мин, оставляют на 2-24 часа до начала измерений, а далее как в оригинальной КМ методике.) |
| Обменные ионы Mn, Fe | MN, FE (DB) | мг-экв/кг ** | Экстракция 1M NH ₄ Cl, 1M KCl или 0.1M BaCl ₂ (EDC 1993) (NB риск здоровью из-за использования солей бария) |
| Микроэлементы (псевдо валовое содержание) Cd, Pb, Cu, Zn, Ni, As, Cr, Mo, Hg | CD, PB, CU, ZN etc. (DB) | мг/кг | 7M HNO ₃ и автоклав при 120°C (EDC 1993). ISO/DIS 11466 метод с использованием царской водки (проблемы с почвами с высоким содержанием OM). Для Hg используют метод холодного пара AAS. |

¹ Для анализа используется воздушно-сухая почва (40°C) фракции менее 2 мм (измельченные пробы торфа и лесной подстилки), тогда как значения указываются для абсолютно сухой почвы (105°C) (за исключением pH. Для подготовки образцов см. ISO/DIS 11464 Soil Quality — Pretreatment of samples for physico-chemical analyses.

² Национальные методы должны быть сопоставлены с КМ методами и результаты сравнения должны быть представлены в Программный Центр. ISO Standards Compendium.

Environment. Soil Quality. General aspects; chemical and physical methods of analysis; biological methods of analysis. First edition. 1994. ISBN 92-67-10203-6

** мг-экв/кг = ммол/кг

В таблице 7.7.3 представлены основные данные (минимально необходимые), собираемые при описании почвенного профиля (определяются только один раз при начале наблюдения).

Таблица 7.7.3. Параметры описания почвенного профиля

| Параметр | Методы определения и комментарии |
|----------------------------------|---|
| Тип почвы по классификации ФАО | FAO UNESCO 1990. Soil map of the world. Revised legend, World Soil Resources Report 60, Rome 1990, ISO 11259, может быть при необходимости использована национальная классификация |
| Подстилаящая порода | FAO-ISRIC. 1990. Guidelines for Soil description. 3rd edition (revised) Soil Resources, Management and Conservation Service, Land and Water Development Division. Rome. pp.70 |
| обозначения почвенных горизонтов | Используется классификация ФАО - FAO UNESCO 1990. Soil map of the world. Revised legend, World Soil Resources Report 60, Rome 1990 for details Выделяются следующие основные горизонты: .O, E, EA, A, Ah, B, Bw, Bt, Bs etc. |
| Формы гумуса | Мор, модер и муль и комбинации и изменения,, например модер как муль |
| Глубина горизонта | Указывается нижняя граница каждого горизонта в см. |
| Цвет | Цвет почвы (горизонта) определяется по цветовой шкале Мансела |
| Текстура (механический состав) | Определяется на ощупь, как песок, супесь, легкий суглинок и т.д. |
| Содержание камней | Содержание камней (фракция>2 мм), м ³ /м ³ |
| Глубина корнеобитаемого слоя | Оценивается визуально в м |

Форматы файлов для представления и хранения данных представлены в Интернете по адресу: [http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/77_Subprogramme_SC_Soil_chemistry\(16737\)](http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/77_Subprogramme_SC_Soil_chemistry(16737))

- В качестве идентификатора файла (SUBPROG) используется аббревиатура подпрограммы.
- В графе “среда” (MEDIUM) указывается тип почвы в соответствии с классификацией ФАО.
- Уровень (LEVEL) дается как нижняя граница почвенного образца от раздела между гумусовым слоем и минеральной почвой. Например, уровень для 8-сантиметрового слоя гумуса будет - 8, а для образца минеральной почвы из слоя 0-5 см будет 5, для образца из слоя 5-20 см будет 20 и т.д.
- Под объемом пространственной выборки (SPOOL) подразумевается число индивидуальных образцов, объединяемых для анализа.
- В графе “дата” указывается год и месяц отбора проб ГГГГММ. День отбора остается пустым.

В главе 9 приводятся формулы для вычисления параметров химии почвы.

Коды типов почвы приводятся по классификации ФАО:

ОН органический верхний горизонт почвы/гумус

Коды типов почвы по классификации ФАО:

| | |
|----|------------|
| AC | Акрисоли |
| AL | Алисоли |
| AN | Андосоли |
| AT | Антросоли |
| AR | Ареносоли |
| CL | Кальцисоли |
| CM | Камбисоли |
| CH | Черноземы |
| FE | Феррасоли |
| FL | Флювисоли |
| GL | Глейсоли |
| GR | Грейземы |

| | |
|----|---------------|
| GY | Гипсисоли |
| HS | Гистосоли |
| KS | Каштаноземы |
| LP | Лептосоли |
| LX | Ликсисоли |
| LV | Лювисоли |
| NT | Нитисоли |
| PH | Фасоземы |
| PL | Планосоли |
| PT | Плинтосоли |
| PZ | Подзолы |
| PD | Подзолювисоли |
| RG | Регосоли |
| SC | Солончаки |
| SN | Солонцы |
| VR | Вертисоли |

7.7.6. Литература

EDC, 1993. UN/ECE Environmental Report 5. Manual for Integrated Monitoring Programme Phase 1993-1996. EDC, Helsinki. ISBN 951-47-6750-0 ISSN 0788-3765. pp. 114.

FAO, 1990. FAO-ISRIC. Guidelines for Soil description. 3rd edition (revised) Soil Resources, Management and Conservation Service, Land and Water Development Division. Rome. pp.70.

Hausmann, T. 1995. Basic documents for the implementation of the European Programme of the Intensive Monitoring of Forest Ecosystems. European Commission - Directorate Agriculture (DG VI). VI/3908/95-EN. pp.97.

Hendershot, WH and Duquette, M. 1986. A simple barium chloride method for determining cation exchange and exchangeable cations. Soil Soc. Am. J. 50:605-608.

ISO STANDARDS COMPENDIUM. 1994. ENVIRONMENT. SOIL QUALITY. General aspects; chemical and physical methods of analysis; biological methods of analysis. 1st edition. ISBN 92-67-10203-6. pp.399.

ISO 11259. Soil Quality. Simplified soil description. ISO WG 190/1/1. 2nd CD 1995-06.

ICP Forests Manual, 2010 <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>

ICP Forests manual, 1997. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, 4th edition. Edited in 1997 by the Programme Coordination Centre Federal Research Centre for Forestry and Forest Products (BFH), Hamburg, Germany.

ICP Forests manual, 1994. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. 1994 edition. Edited by the Programme Coordination Centres Hamburg and Prague.

Tamminen, P. & Starr, M. 1994. Bulk density of forested mineral soils. Silva Fennica 28(1):53-60.

Viro, PJ. 1952. Kivisyyden määrittämisestä (Summary: On the determination of stoniness). Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 40(3): 1-23.

White A.F. & Blum A.E. 1995. Effects of climate on chemical weathering in watersheds. Geochimica et Cosmochimica Acta 59:1729-1747.

7.8. Подпрограмма SW: Химия почвенных вод

7.8.1. Введение

Просачивающиеся через почву кислые воды растворяют минералы и индуцируют выветривание и высвобождение основных катионов, которые в дальнейшем потребляются растениями в качестве питательных веществ, просачиваются в более глубокие слои,

смываются в реки, озера и грунтовые воды. Химия почвенных вод - одна из наиболее важных подпрограмм для понимания геогидрохимических взаимосвязей с биологическими/ микробиологическими эффектами.

7.8.2. Методы

7.8.2.1. Полевые методы и отбор проб

Принципы пробоотбора

Отбор почвенных вод проводят используя лизиметры, собирающие просачивающиеся воды всасывающими пробоотборниками (пористые тарелки, чашки). Сравнение пробоотборных устройств приведено в работах Barbee & Brown (1986) и Haines et al.(1982). Почвенные воды можно отбирать также центрифугированием почвы (например, Reynolds 1984, Elkhatib et al. 1987), однако в полевых условиях это сделать практически невозможно. Для этого метода почву необходимо доставлять в лабораторию, что неприемлемо для мониторинга.

Отбор почвенных вод

Размещение лизиметров для изучения химии почвенных вод проводят рандомизировано, т.е. случайным образом, хотя локальные особенности (камни, низкий дебит воды) могут сделать эту процедуру более субъективной. Пробоотборники почвенных и подкрановых вод должны размещаться в одном и том же районе водосбора. В каждом из изучаемых почвенных горизонтов устанавливается по 6 лизиметров (рисунок 7.9.2).

Почвенные воды отбираются ежемесячно с помощью всасывающего чашечного пробоотборника (лизиметра). Чашечные пробоотборники могут быть разной формы с пористым материалом, расположенным по дну, по стенкам или по всей поверхности. Открытый конец обычно прикреплен к непористой трубе, через которую создается вакуум и отбирается вода. В настоящее время используются пористые чашки из разных материалов (тефлон, фарфор, кварцевое стекло) (например, Nagpal 1982, Debyle et al. 1988, Raulund-Rasmussen 1989, Hughes & Reynolds 1990, Grossmann & Udluft 1991). Нельзя использовать тонкопористые керамические пробоотборники, изменяющие содержание фосфатов, тяжелых металлов и органических соединений в пробах (Starf 1985).

Маленькие всасывающие чашечные лизиметры помещают в верхний почвенный слой (элювиальный горизонт на глубине 20 см) и ниже корневой зоны (B-горизонт подзолов на глубине 40 см). Установку лизиметра проводят таким образом, чтобы нарушения были минимальны, т.е. с использованием почвенного бура. Для обеспечения хорошего контакта между лизиметром и почвой в отверстие заливают суспензию, приготовленную из местного почвенного материала и дистиллированной воды.

Непрерывное всасывание применяют под давлением 0,3-0,6 бар в течение периода времени от 18 часов до двух недель в зависимости от типа чашек лизиметра. Всасывающие лизиметры, присоединенные к большим вакуумным сосудам (2 л), способны поддерживать давление без дополнительного откачивания. Сохранение вакуума зависит от того, достаточно ли высушены поры чашки, чтобы туда проникал воздух. Поэтому важен размер пор, чем меньше поры, тем труднее просушить чашку. В районах со снежным покровом в течение снежного периода пробы обычно не отбирают.

В ходе разового обследования, при котором в каждый почвенный горизонт помещают, по 15-25 лизиметров, можно оценить пространственную изменчивость химического состава собранных образцов почвенных вод. Это важно для сравнения показателей, полученных с относительно небольшого числа регулярных лизиметров (6), с

показателями почвенного раствора, усредненного по всему району лизиметрического обследования.

В случае утечки воздуха, проводят замену лизиметра. Новые лизиметры начинают новые временные ряды, не продолжая рядов испорченных лизиметров. Увеличивающийся риск разрушения керамических лизиметров после нескольких лет эксплуатации также может быть причиной для замены.

Используют промытые кислотой коллекторные сосуды и меняют их после каждого отбора проб. Пробы почвенных вод фильтруют (мембранный фильтр 0,40-0,45 мкм), переливают в промытые кислотой полиэтиленовые бутылки (находящиеся в пластиковой сумке) и транспортируют в лабораторию (желательно в сумках-холодильниках). Часть проб, предназначенных для определения NO_3 и растворимого углерода, должна быть законсервирована с HgCl_2 .

Для получения дополнительной информации по обращению с пробами почвенной воды, см. главу 8.2.

7.8.2.2. Аналитические процедуры

Транспортировку и хранение следует проводить в предельно сжатые сроки. Перечень необходимых измерений представлен в разделе 7.8.5. Аналитические методы описаны в предыдущем руководстве (EDC 1993). Приоритет в анализе должен быть отдан анализу неметаллов: pH, соединениям азота, растворимому органическому углероду и др. Консервацию проб для определения металлов производят путем добавления на 100 мл пробы 0,5 мл концентрированной HNO_3 . До начала анализа бутылки с пробами хранят в темном холодном месте (4°C). Пробы почвенных вод фильтруют (мембранный фильтр 0,40-0,45 мкм), переливают в промытые кислотой полиэтиленовые бутылки (находящиеся в пластиковой сумке) и транспортируют в лабораторию (желательно в сумках-холодильниках). Часть проб, предназначенных для определения NO_3 и растворимого органического углерода, должна быть законсервирована с HgCl_2 .

Предпочтительными являются стандартные аналитические методы, например, атомно-абсорбционная спектрометрия в пламени (в графитовой кювете для металлов) - AAS и эмиссионная спектрометрия с использованием метода индуктивно связанной плазмы ICP или ICP-MS. S, P и C анализируются с помощью автоматических анализаторов, спектрофотометрически или методом ионной хроматографии.

Для анализа подвижного Al требуется его предварительное хелатирование/экстракция (оксин/МВК) или его можно определить с использованием пирокатехола фиолетового методом инъекции потока (FIA).

7.8.3. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)

Каждый участник программы МСПКМ должен нести ответственность за качество представленных данных, Методы оценки данных, контроль качества и точности см. American Public Health Association. 1985. Результаты оценки контроля качества, лабораторные интеркалибрации т.д. должны быть представлены в Программный ЦентрКМ.

Простым способом проверки качества данных является тест на соблюдение ионного баланса, т. е. разность сумм концентраций положительно и отрицательно заряженных ионов, выраженных в микроэквивалентах на литр, должна быть близка к нулю. Измеренные значения электропроводности должны постоянно сравниваться с теоретическими оценками. Следует использовать в анализе данных соотношения между различными химическими компонентами. Например, сульфатная сера строго коррелирует с общей серой, $\text{PO}_4\text{-P}$ – с общим P, $\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$ – с общей концентрацией азота, и общий неорганический азот коррелирует с растворимым органическим углеродом.

См. оценку качества данных в главе 8.

7.8.4. Обработка данных

Для расчета выщелачивания растворенных веществ (solute leaching), должен быть определен поток почвенных вод. Хотя методы для измерения потоков почвенных вод существуют (например тензиометрия, TDR), однако, это не рутинные методы и поэтому не получили широкого распространения (Cassel & Nielsen 1986). Есть целый ряд моделей, позволяющих рассчитать сток (дренаж грунтовых вод) (например, SOIL, Jansson 1991), но они достаточно сложны для их практического использования и требуют специального обучения. Самый простой подход предложен Nordic Council of Ministers 1989, Dingman 1994.

7.8.5. Представление результатов

Перечень параметров ежегодного отчета представлен в таблице 7.8.

Таблица 7.8 Отчетная информация по подпрограмме SW_Химия почвенных вод

| Параметр | Код + лист | Единицы | Рекомендованные методы* и комментарии |
|--|------------|-----------|---|
| Обязательные: | | | Report also pretreatment codes! |
| pH | PH DB | | |
| Электропроводность | COND DB | мS/м | |
| Щелочность, титрование по методу Грана | ALK DB | мкг-экв/л | Только если pH>4.5 |
| Азот общий | NTOT DB | мг/л | |
| Аммоний пересчитанный на азот | NH4N DB | мг/л | |
| Нитраты пересчитанные на азот | NO3N DB | мг/л | |
| Фосфор общий | PTOT DB | мкг/л | |
| Ca | CA DB | мг/л | |
| Mg | MG DB | мг/л | |
| K | K DB | мг/л | |
| Na | NA DB | мг/л | |
| Алюминий общий | AL DB | мкг/л | |
| Алюминий подвижный | ALL DB | мкг/л | Только в том случае если pH<4.5, допускаются модельные данные |
| Сульфаты пересчитанные на серу | SO4S DB | мг/л | |
| Хлорид | CL DB | мг/л | |
| Растворимый органический углерод | DOC DB | мг/л | |
| Дополнительные: | | | |
| марганец | MN DB | мкг/л | |
| железо | FE DB | мкг/л | |
| диоксид кремния | SIO2 DB | мг/л | |

| | | | |
|----------------------------------|-------------------------|------------------------|--|
| Фосфаты пересчитанные на фосфор | PO ₄ P DB | мкг/л | |
| Сера общая S total | STOT DB | мкг/л | |
| Микроэлементы | AS,... DB | мкг/л | As, Cd, Cr, Cu, Mo, Ni, Pb, Zn, Hg |
| поток | FLOW DB | л/(с*км ²) | |
| Производные/рассчитанные: | | | |
| Баланс катионов и анионов | | мкг-экв/л | Для контроля качества |
| Органический азот | | мг/л | Общий азот N-(NH ₄ +NO ₃) |

Форматы файлов для представления и хранения данных представлены в Интернете по адресу: [http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/78_Subprogramme_SW_Soil_water_chemistry\(16735\)](http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/78_Subprogramme_SW_Soil_water_chemistry(16735))

- Идентификатор файла (SUBPROG) обозначает подпрограмму.
- В графе "среда" (MEDIUM) указывается тип почвы, закодированный в соответствии с классификацией FAO (глава 7.6).
- В графе "уровень" (LEVEL) указывается глубина закладки лизиметра от уровня земли (в см).
- В графе объем пространственной выборки (SPOOL) указывается число отдельных лизиметров использованных для каждого горизонта почвы.
- Если поток почвенных вод может быть измерен и отбор проб производится чаще, чем один раз в месяц, значения химических параметров приводятся как средневзвешенные (глава 9), код способа оценки W. Месячные значения приводятся без указания кода способа оценки. Поток почвенных вод приводится как месячное среднее.
- В графе "дата" указывается год и месяц отбора проб ГТТГММ. День отбора остается пустым.

7.8.6. Литература

American Public Health Association. 1985. Standard methods for the examination of water and wastewater. 16th edition. ISBN 0-87553-131-8. xlix + 1268 pp.

Barbee, GC & Brown, KW, 1986. Comparison between suction and free-drainage soil solution samplers. Soil Sci. 141(2), 149-154.

Cassel, DK & Nielsen, DR, 1986. Field capacity and available water capacity. Chap. 36. In: Methods of Soil Analysis, Part 1. Physical and Mineralogical Methods-Agronomy Monograph no. 9. 2nd ed. (Ed: Klute, Arnold) American Society of Agronomy-Soil Science Society of America, Madison, USA, 901-926.

Debyle, NV; Hennes, RW & Hart, GE, 1988. Evaluation of ceramic cups for determining soil solution chemistry. Soil Sci. 146, No. 1, 30-36.

Dingman, SL, 1994. Physical Hydrology. Macmillan Publishing Company. ISBN 0-02-329745-x, XIV, 575 pp.

Elkhatib, EA; Hern, JL & Staley, TE, 1987. A rapid centrifugation method for obtaining soil solution. Soil Sci. Soc. Am. J. 51, 578-583.

Grossmann, J & Udluft, P, 1991. The extraction of soil water by the suction-cup method: A review. Journal of Soil Science 42, 83-93.

Haines, BL; Waide, JB & Todd, RL, 1982. Soil solution nutrient concentrations sampled with tension and zero-tension lysimeters: report of discrepancies. Soil Sci. Soc. Am. J. 46, 658-661.

Hughes, S & Reynolds, B, 1990. Evaluation of porous ceramic cups for monitoring soil-water aluminium in acid soils: comment on a paper by Raulund-Rasmussen (1989). Journal of Soil Science 41, 325-328.

Jansson, P-E. 1991. Simulation model for soil water and heat conditions. Description of the SOIL model. Swedish University of Agricultural Sciences, Dept. of soil Science, Uppsala. Report 165.72 pp.

Nagpal, NK, 1982. Comparison among and evaluation of ceramic porous cup soil water samplers for nutrient transport studies. Can. J. Soil Sci. 62, 685-694.

Nordic Council of Ministers, 1989. Methods for Integrated Monitoring in the Nordic countries. Miljørapport 1989:89. 280 pp.

Raulund-Rasmussen, K, 1989. Aluminium contamination and other changes of acid soil solution isolated by means of porcelain suction-cups. Journal of Soil Science 40, 95-101.

Reynolds, B, 1984. A simple method for the extraction of soil solution by high speed centrifugation. Plant and Soil 78, 437-440.

Starr, MR, 1985. Variation in the quality of tension lysimeter soil water samples from a Finnish forest soil. Soil Sci. 140(6), 453-461.

7.9. Дополнительная подпрограмма GW: Химия грунтовых вод

7.9.1. Введение

Грунтовые воды – важный компонент, определяющий показатель переноса веществ за границы водосбора в экосистеме. Грунтовые воды могут залегать глубоко в водоносном слое или ближе к поверхности. Мониторинг химии грунтовых вод в сильной степени зависит от определения гидрологического района. Он может осуществляться в местах выхода грунтовых вод на поверхность - в родниках и ручьях. Кроме того, мониторинг грунтовых вод можно проводить в скважинах и во вкопанных в почву трубах.

7.9.2. Методы

7.9.2.1. Частота отбора грунтовых вод

Частота отбора грунтовых вод должна быть адаптирована к общему химическому составу подземных вод в конкретной точке. Из-за низких температур в зимний период часто невозможно проведение отбора проб. Отбор грунтовых вод должен проводиться не менее 6 раз в год, желательно весной в период таяния снега.

7.9.2.2. Размещение пунктов отбора грунтовых вод

Пункты отбора проб размещают в местах выхода грунтовых вод водосбора, где встречаются родники или наблюдается просачивание грунтовых вод на поверхность. Для лучшего контроля должна быть заложена дополнительная линия грунтовых скважин, покрывающих места, как поступления, так и выхода вод; эта линия должна располагаться перпендикулярно контурам склона (рис. 7.9.1 и 7.9.2). В идеальном случае мониторинг грунтовых вод осуществляется в поверхностных водоносных горизонтах, состоящих из флювиогляциального материала (песка и гравия) с относительно высокой гидравлической проводимостью.

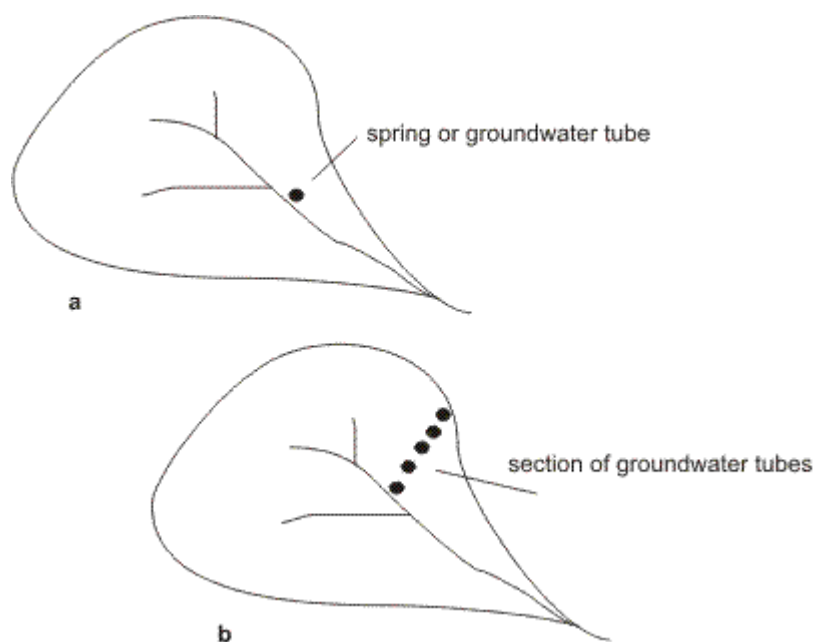


Рисунок 7.9.1. Размещение водосборников мониторинга подземных вод

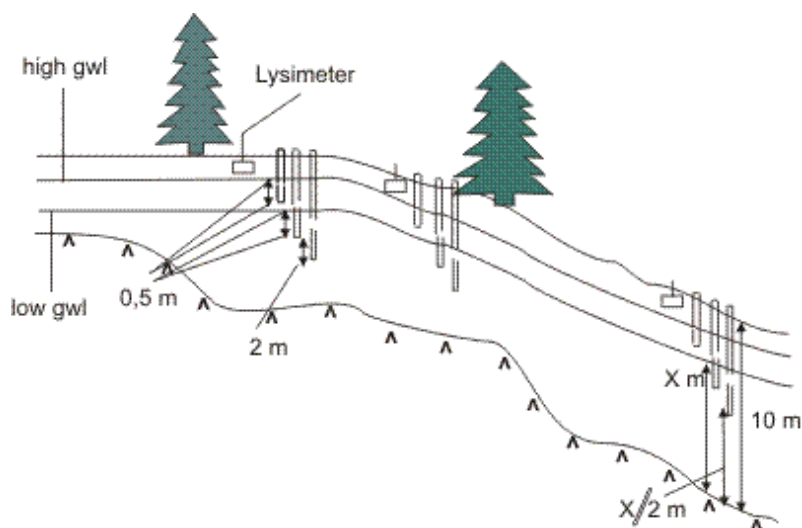


Рисунок 7.9.2. Иллюстрация размещения пробоотборных труб и лизиметров на склоне

7.9.2.3. Отбор грунтовых вод

Пробоотборные трубы, предназначенные для отбора грунтовых вод, должны быть изготовлены из материалов, не загрязняющих и не изменяющих состав отобранных проб (например, полиамида). По практическим причинам минимальный внутренний диаметр трубы должен составлять приблизительно 30 мм. Верхняя часть трубы должна быть закрыта, чтобы избежать поступления в трубу внешних загрязнений. В процессе отбора проб следует всегда использовать одноразовые перчатки и не курить.

Пробоотборное оборудование

Простой пример оборудования с ручным управлением для отбора образцов грунтовых вод через тубус с максимальной глубиной 5-6 метров показан на рисунке 7.9.3.

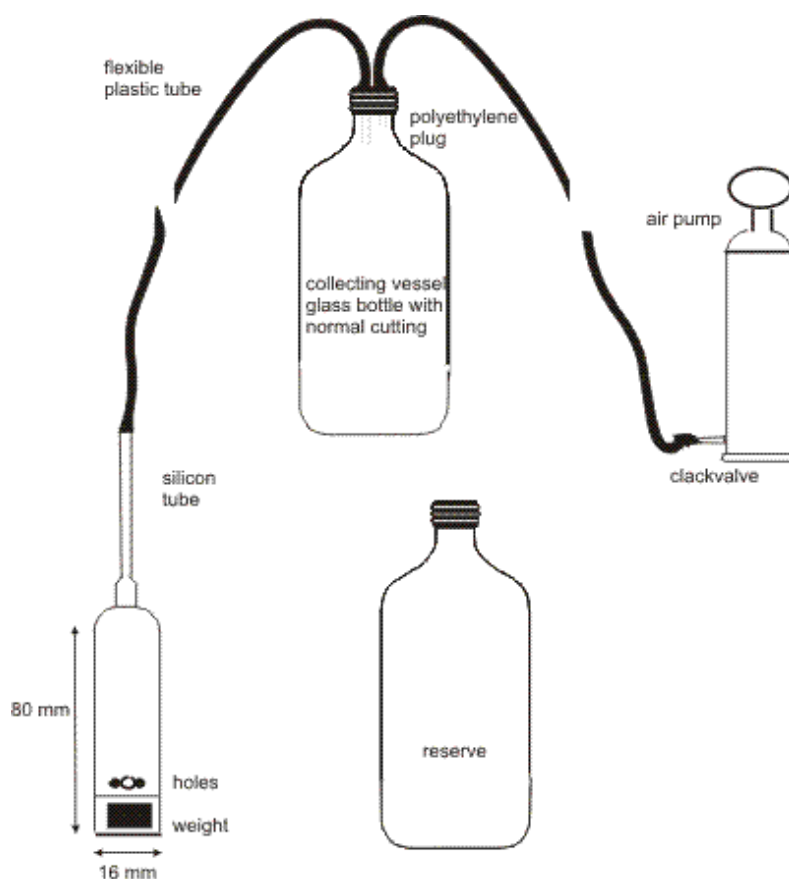


Рисунок 7.9.3. Простое оборудование для отбора проб подземных вод

Оборудование, приспособленное для использования в районах, где нет электричества и точки пробоотбора расположены далеко от дорог, представляет собой полый цилиндр, изготовленный из серого поливинилхлорида и (предназначен для погружения через пробоотборную трубу (скважину) ниже поверхности грунтовых вод. Он снабжен грузом, помещенным на дне. Вода может проникать через отверстия в стенках цилиндра. Бесцветная силиконовая трубка присоединена к верхней части цилиндра. Во время транспортировки эти части сохраняются в защитной трубе из серого поливинилхлорида. Защитная труба наполнена деионизированной водой, которая заменяется между отборами проб. Силиконовая трубка соединена с более длинной пластиковой трубкой, которая связана с плоскодонным 2-х литровым сосудом из пирексного стекла с полиэтиленовой пробкой. Пробка имеет два отверстия: одно для пробоотборника и одно для воздушного насоса, который по существу является преобразованным велосипедным насосом с откидным клапаном. Когда насос работает, создается вакуум и грунтовая вода просачивается в бутылку из пирексного стекла без контакта с окружающей средой. Когда полиэтиленовая пробка не используется, её помещают в дополнительный сосуд для проб.

Если грунтовые воды залегают так глубоко, что их невозможно отсосать, используют дренажные насосы. Если металлические части насоса вступают в прямой контакт с отбираемой водой, возникает явный риск загрязнения пробы.

Недостатком описанного пробоотборного оборудования является неизбежная потеря CO_2 .

Вода, откачиваемая из труб в почве, часто более или менее замутнена глинистыми частицами. Фильтрация пробы необходимо, ввиду необходимости последующего консервирования кислотой. Если в пробе присутствуют частицы глины, при добавлении кислоты металлы, связанные с этими частицами, высвобождаются, или металлы из грунтовых вод могут адсорбироваться на отрицательно-заряженных частицах глины.

Растворимыми элементами считаются те, которые проходят через мембранный фильтр с размерами пор 0,4-0,45 мкм. Заметим, что коллоиды, гидроксиды и мелкие глинистые частицы также могут проходить через фильтр. Фильтровальное оборудование должно быть изготовлено из тефлона, полиэтилена, полипропилена, перспекса или поликарбоната, т.е. из кислотоупорных материалов. Фильтры следует промывать в 0,05 М растворе HNO_3 и ополаскивать в чистой деионизированной или дистиллированной воде. Лучшим способом фильтрования образцов грунтовых вод служит фильтрование с использованием пластиковых шприцев.

Отбор проб в родниках или ручьях

Если точка отбора проб представляет собой родник, вода из него выходит естественным путем, и нет необходимости её откачивать. Однако для интерпретации результатов анализа большое значение имеет вопрос о том, существует ли связь между потоком в роднике и уровнем грунтовых вод в одной из наблюдательных труб, вкопанной выше по течению. Воду, которую собираются отфильтровать, отбирают прямо из родника с помощью шприца. При этом стараются не захватывать воду из поверхностного слоя, так как по химическому составу она может отличаться от остальной воды. Фильтрование проводится по методу, описанному выше. Воду для анализа основных соединений отбирают в бутылки прямо из родника. Из очень мелких родников бутылки наполняют с помощью шприца (без фильтра).

Отбор из труб или скважин

Если точка отбора проб представляет собой трубу или скважину, используются следующие приемы:

Уровень грунтовых вод устанавливают с помощью отвеса. Отвесы должны быть заключены в пластик, однако во время смены воды в этом нет особой необходимости. Отмечают уровень грунтовых вод. Рассчитывают объем воды в трубе.

Прежде чем отобрать пробы для анализа, необходимо сменить воду в трубе. Если проба грунтовых вод отбирается на уровне сита пробоотборной трубы, то заполняемый объем обновляется 1,5-2 раза. Сохраняя конец гибкой трубки непосредственно под поверхностью грунтовых вод в пробоотборной трубе, можно предотвратить дальнейшее присутствие в ней «застойной воды». Если проба должна характеризовать большую часть водоносного слоя, воду следует сменять большее число раз.

Когда труба заполнится свежей водой, можно начинать отбор проб. Надевают пластиковые перчатки, откачивают небольшое количество воды в пробоотборный сосуд и промывают его. Нельзя касаться дна гибкой трубкой с тем, чтобы не замутило воду. Если возможно, пробоотборный сосуд наполняют откаченной водой. Берут притертую пластиковую пробку и помещают её в дополнительный пробоотборный сосуд, чтобы быть уверенным, что она не загрязнена.

Для проб, предназначенных для определения ионного состава проб, пластиковую бутылку промывают (обычно 250 мл) водой из пробоотборного сосуда.

Далее заполняют бутылку до краев и завинчивают крышкой с тем, чтобы как можно меньше пузырьков воздуха осталось в бутылке.

Пробы транспортируются в лабораторию как можно быстрее (предпочтительно в холодных термосах). Консервацию проб для определения металлов методом ИСП проводят путем добавления 0,5 мл концентрированной HNO_3 , особо чистой, на 100 мл образца. Бутылки с пробами хранят до анализа в темном и прохладном месте (4°C). Время между отбором проб и их анализом должно быть минимальным, особенно для такого чувствительного параметра как щелочность (максимум 1 день).

Для получения дополнительной информации по сбору и обработке проб воды, см. главу 8.2.

7.9.3. Анализы

7.9.3.1. Полевые измерения

Часть анализов необходимо проводить непосредственно после отбора проб (например, рН, электропроводность, растворенный кислород). За исключением температуры такие анализы следует проводить в другой емкости и никогда не производить измерения непосредственно в приемном сосуде.

7.9.3.2 Аналитические методы

Для получения списка доступных стандартных методов анализа см. главу 8.5.

7.9.4. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)

См. управления качеством данных в главе 8.

7.9.5. Представление данных анализа

Перечень параметров ежегодного отчета представлен в таблице 7.9.

Таблица 7.9 Отчетная информация по подпрограмме GW_Химия грунтовых вод

| Обязательные параметры | список | | Единицы измерения |
|---------------------------------|---------------|---|-------------------------------|
| SO4S | DB | сульфаты (пересчитанные на серу) | мг/л |
| NO3N | DB | нитраты (пересчитанные на азот) | мг/л |
| NH4N | DB | аммоний (пересчитанный на азот) | мг/л |
| NTOT | DB | общий азот | мг/л |
| CL | DB | хлорид | мг/л |
| NA | DB | натрий | мг/л |
| K | DB | калий | мг/л |
| CA | DB | кальций | мг/л |
| MG | DB | магний | мг/л |
| DOC | DB | растворимый органический углерод | мг/л |
| AL | DB | общий алюминий | мкг/л |
| ALL | DB | подвижный алюминий | мкг/л |
| PH | DB | рН | |
| COND | DB | удельная электропроводность | mS / м |
| ALK | DB | щёлочность, метод Грана (если среднегодовая рН>5) | мкг-экв/л |
| FLOW | DB | поток грунтовых вод | л/(сек*км²) |
| WL | DB | уровень грунтовых вод | см от поверхности |
| Дополнительные параметры | список | | Единицы измерения |
| TEMP | DB | температура | °C |
| PO4P | DB | фосфаты (пересчитанные на фосфор) | мкг/л |
| PTOT | DB | общий фосфор | мг/л |
| STOT | DB | общая сера | мг/л |

| SIO2 | DB | диоксид кремния | мг/л |
|------|----|-----------------|-------|
| AL | DB | алюминий | мкг/л |
| MN | DB | марганец | мкг/л |
| FE | DB | железо | мкг/л |
| AS | DB | мышьяк | мкг/л |
| CD | DB | кадмий | мкг/л |
| CR | DB | хром | мкг/л |
| CU | DB | медь | мкг/л |
| MO | DB | молибден | мкг/л |
| NI | DB | никель | мкг/л |
| PB | DB | свинец | мкг/л |
| ZN | DB | цинк | мкг/л |

Форматы файлов для представления и хранения данных представлены в Интернете по адресу: [http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/79_Optional_subprogramme_GW_Groundwater_\(16734\)](http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/79_Optional_subprogramme_GW_Groundwater_(16734))

- Идентификатор файла (SUBPROG) обозначает подпрограмму.
- В графе «среда» (MEDIUM) указывается источник, из которого отбирают пробы. Это может быть пробоотборная труба (TUBE) или родник (SPRING).
- В графе «уровень» (LEVEL) указывается глубина, с которой отбираются пробы (или с поверхности родника).
- В графе «объем пространственной выборки» (SPOOL) приводится число точек пробоотбора.
- Если поток грунтовых вод может быть вычислен и отбор проб проводится чаще, чем один раз в месяц, значения химических параметров приводятся как средневзвешенные (глава 9), а код способа оценки - W. Месячные значения приводятся без указания кода способа оценки. Поток грунтовых вод приводится как месячное среднее.
- В графе «дата» указывается год и месяц отбора проб (ГГГГММ)

7.10. Подпрограмма RW: Химия руслового стока

7.10.1. Введение

За счет руслового стока происходит основной вынос растворимых веществ с территории водосбора. Потери элементов могут быть вычислены путем измерения стока в точке разгрузки и определения концентраций в воде руслового стока.

Параметры, включённые в основной список измеряемых веществ, так же являются основными в программе ICP Waters. Дополнительные параметры так же входят в дополнительный список в программе ICP Waters.

Обязательные параметры:

анионы: щелочность, сульфат, нитрат, хлорид;

органика: растворенный органический углерод;

катионы: рН, кальций, магний, натрий, калий, неорганический (неустойчивый) алюминий¹⁾;

питательные вещества: общий азот, аммоний;

физические свойства: удельная электропроводность;

¹⁾Различие между подвижным (органическим + неорганическим) и нелабильным (органическим) алюминием может быть исключено, если рН > 5.5.

Дополнительные параметры:

физические свойства: температура воды;

питательные вещества: общий фосфор, растворимый реакционный фосфат, общая сера, растворённый кислород;

металлы: железо, марганец, кадмий, цинк, медь, никель, свинец, мышьяк, хром, молибден, общий алюминий;

остальные: фторид, кварц; цвет воды.

7.10.2. Методы

7.10.2.1. Измерение стока

Для вычисления бюджетов водосборного бассейна необходимо определить расход воды (см., например, Nord 1989:11). Лучшим подходом для этих целей является установка постоянного гидропоста с непрерывно действующими датчиками уровня воды. Если это не осуществимо, необходимо определять среднесуточные значения стока путем измерения поперечного сечения русла водотока и вычисления расхода воды. В периоды большого стока требуется проведение ежечасных измерений.

7.10.2.2. Рекомендуемые методы отбора проб руслового стока

Точку отбора проб располагают рядом с устройством, регистрирующим величину стока. Если есть водослив, пробоотбор осуществляется на некотором расстоянии от него, чтобы избежать риска химического загрязнения от материала водослива. Если водослива нет, пробы отбирают из потока с такой глубины, чтобы можно было избежать донного и поверхностного загрязнения. Пробы отбирают с помощью пробоотборника с глубины 10-50 см. В мелких водотоках пробы отбирают, стараясь избежать загрязнения от дна. При заполнении используемой при отборе проб бутылки, узкое отверстие следует держать против течения значительно ниже поверхности. Бутылки промывают 3 раза пробой воды.

Пробы руслового стока отбирают не реже одного раза в месяц. Однако для определения бюджетов водосбора пробы рекомендуется отбирать так, чтобы они были взвешенными по величине объема стока.

Для анализа следовых количеств металлов пробы отбирают в промытые кислотой бутылки. Их рекомендуется немедленно подкислить и перед анализом профильтровать.

Для проб на определение общего растворенного углерода и ртути рекомендуется использовать стеклянные бутылки. Перед отбором проб тщательно промойте бутылки деионизированной водой. Остальное оборудование до употребления следует на два дня замочить в разбавленной кислоте, а затем хранить в пластиковых мешках.

Желательно все водные пробы фильтровать, но поскольку эта операция в то же время может привести к загрязнению, для изучения природы поверхностных вод её можно не проводить. В тех случаях, когда фильтрование является обязательной частью аналитического метода (определение общего растворенного углерода), применяют мембранные фильтры 0,40-0,45 мкм (Ватман 42 или стеклянные фильтры), промытые перед употреблением деионизированной водой.

Время транспортировки и хранения проб должно быть минимальным. Для некоторых чувствительных показателей, таких как щелочность и соединения азота, оно не должно превышать 1 сутки. В целях предотвращения химических изменений, которые могут произойти за счет микробной активности или загрязнения, бутылки с пробами транспортируются в пластиковых мешках, предохраняющих от солнечного света и предпочтительно в холодных ящиках. Хранят бутылки с пробами в темном прохладном (4°C) месте.

7.10.2.3. Обработка проб руслового стока

Обработка проб руслового стока описана подробно в главе 8.2.

7.10.3. Аналитические методы

Для получения списка доступных стандартных методов см. главу 8.5.

7.10.4. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)

См. обеспечение качества данных в главе 8.

7.10.5. Представление данных

Перечень параметров ежегодного отчета представлен в таблице 7.10.

Таблица 7.10 Отчетная информация по подпрограмме RW «Химия руслового стока»

| Обязательные параметры | список | | Единицы измерения |
|--------------------------|--------|--------------------------------------|---------------------------|
| Q _с | | русловой сток | л/ (с x км ²) |
| PH | DB | pH | ед. pH |
| COND | DB | удельная электропроводность при 25°C | мS/м |
| NA | DB | натрий | мг/л |
| K | DB | калий | мг/л |
| CA | DB | кальций | мг/л |
| MG | DB | магний | мг/л |
| ALL | DB | неорганический лабильный алюминий | мкг/л |
| NO3N | DB | нитратный азот | мкг/л |
| NH4N | DB | аммонийный азот | мкг/л |
| NTOT | DB | общий азот | мкг/л |
| ALK | DB | щёлочность | ммоль/л |
| CL | DB | хлорид | мг/л |
| SO4S | DB | сульфатная сера | мг/л |
| DOC | DB | растворенный органический углерод | мг/л |
| Дополнительные параметры | список | | Единицы измерения |
| O2D | DB | растворённый кислород | мг/л |
| PO4P | DB | фосфатный фосфор. | мкг/л |
| PTOT | DB | общий фосфор | мкг/л |
| STOT | DB | общая сера | мкг/л |
| SI02 | DB | кварц | мг/л |
| CNR | DB | Номер цвета | |
| TEMP | DB | температура | °C |
| F | DB | фторид | мг/л |
| FE | DB | железо | мкг/л |
| MN | DB | марганец | мкг/л |
| AL | DB | общий алюминий | мкг/л |
| AS | DB | мышьяк | мкг/л |
| CD | DB | кадмий | мкг/л |
| CR | DB | хром | мкг/л |
| CU | DB | медь | мкг/л |
| MO | DB | молибден | мкг/л |
| NI | DB | никель | мкг/л |
| PB | DB | свинец | мкг/л |
| ZN | DB | цинк | мкг/л |

Форматы файлов для представления и хранения данных представлены в Интернете по адресу: [http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/710_Subprogramme_RW_Runoff_water_chemist\(16729\)](http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/710_Subprogramme_RW_Runoff_water_chemist(16729)).

- Идентификатор файла (SUBPROG) обозначает подпрограмму.
- Графа «среда» (MEDIUM) остается пустым.
- В графе “уровень” (LEVEL) указывается глубина пробоотбора (в см).
- В графе “объем пространственной выборки” (SPOOL) приводится число точек пробоотбора.
- Если отбор проб проводится чаще, чем один раз в месяц, значения химических параметров приводятся как средневзвешенные (глава 9), а код способа оценки - W. Исключения составляют температура, цветность и электропроводность, представленные, как среднеарифметические для нескольких дат/месяцев отбора. Месячные значения представляются без кода способа оценки. Руслевой сток представляется как месячное среднее. Расчет средневзвешенных значений приведен в Приложении 7. Общая информация о флагах приведена в главе 4.
- В графе “дата” указывается год и месяц отбора проб ГТТГММ. День отбора остается пустым.

7.10.6. Литература

ICP Waters Programme manual. Compiled by the Programme Centre, Norwegian Institute for Water Research. Revised edition, Oslo.

Methods for Integrated Monitoring in the Nordic Countries. Miljørapport 1989:11 section 5. Nordic Council of Ministers, Copenhagen 1989.

7.11. Дополнительная подпрограмма LC: Химия озёрных вод

7.11.1. Введение

Озера задерживают поток (потоки) воды на территории. Химия озёрных вод, таким образом, дает интегрированную картину атмосферных и наземных потоков. Процессы, происходящие в озерах, такие как: седиментация, перемешивание и замерзание, могут изменять концентрации загрязняющих веществ в воде. Таким образом, задержание водного потоков в озерах, в некоторой степени может влиять на значение выходящего потока загрязняющих веществ. Озера как промежуточные собирательные водоёмы для потоков элементов являются важными объектами изучения, в них могут возникать реакции гидробиологического характера. Если в области станции МСПКМ существует озеро, то изучение химии его озёрных вод необходимо для понимания потоков веществ в экосистемах.

Параметры, включённые в основной список, так же являются основными в программе ICP Waters, они, в основном, связаны с окислением. Дополнительные параметры так же входят в дополнительный список в программе ICP Waters.

Обязательные параметры:

анионы: щелочность, сульфат, нитрат, хлорид;

органика: растворенный органический углерод;

катионы: рН, кальций, магний, натрий, калий, неорганический (неустойчивый) алюминий¹⁾;

питательные вещества: общий азот, аммоний;

физические свойства: удельная электропроводность;

¹⁾Различие между подвижным (органическим + неорганическим) и нелабильными (органическим) алюминием может быть исключено если рН > 5.5.

Дополнительные параметры:

физические свойства: температура воды;

питательные вещества: общий фосфор, растворимый реакционный фосфат, общая сера, кварц, растворённый кислород;

металлы: железо, марганец, кадмий, цинк, медь, никель, свинец, мышьяк, хром, молибден, общий алюминий;

остальные: фторид, цвет

7.11.2. Методы

7.11.2.1. Химический состав озерных вод

Постоянное место для осуществления отбора пробы воды должен быть отведен в самом глубоком месте данного озера, на большом расстоянии от воздействия прибрежных факторов. Батометрический обзор озера поможет распределить места осуществления выборки. Выборка на территории озёр осуществляется на глубинах 0,5 м (или 1 м), 3 м, 5 м, на полпути к дну и на 1 м от него. В самом глубоком месте озера должен быть установлен водный профиль, который необходимо отслеживать ежегодно.

Отбор озёрных вод должен осуществляться 2-6 раз в год.

Для отбора пробы используется водный пробоотборник цилиндрического типа с открытым верхом (например, пробоотборник Лемноса), сделанный из такого материала как тефлон, полипропен и полиэтилен. Пробоотборник поднимается и опускается на верёвке. Полиэтиленовый пробоотборник должен быть оборудован залитым в пластик утяжелителем, а тефлоновый пробоотборник должен иметь достаточно толстое основание для возможности его погружения.

7.11.2.2. Обработка проб озерной воды

Обработка проб озерной воды описана подробно в главе 8.2.

7.11.3. Аналитические методы

Для получения списка доступных стандартов см. главу 8.5.

7.11.4. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)

См. управления качеством данных в главе 8.

7.11.5. Представление данных

Перечень параметров ежегодного отчета представлен в таблице 7.11.

Таблица 7.11 Отчетная информация по подпрограмме LC_Химия озерных вод

| Обязательные параметры | список | | Единицы измерения |
|-------------------------------|---------------|--------------------------------------|--------------------------|
| PH | DB | pH | ед. pH |
| COND | DB | удельная электропроводность при 25°C | мS/м |
| NA | DB | натрий | мг/л |
| K | DB | калий | мг/л |
| CA | DB | кальций | мг/л |
| MG | DB | магний | мг/л |
| ALL | DB | неорганический лабильный алюминий | мкг/л |
| NO3N | DB | нитратный азот | мкг/л |

| | | | |
|--------------------------|--------|--|-------------------|
| NH4N | DB | аммонийный азот | мкг/л |
| NTOT | DB | общий азот | мкг/л |
| ALK | DB | щёлочность | ммоль/л |
| CL | DB | хлорид | мг/л |
| SO4S | DB | сульфатная сера | мг/л |
| DOC | DB | растворенный органический углерод | мг/л |
| Дополнительные параметры | список | | Единицы измерения |
| O2D | DB | растворённый кислород | мг/л |
| PO4P | DB | фосфатный фосфор, phosphate as phosphorous | мкг/л |
| PTOT | DB | общий фосфор | мкг/л |
| STOT | DB | общая сера | мкг/л |
| SI02 | DB | кварц | мг/л |
| CNR | DB | Номер цвета | мг/л |
| TEMP | DB | температура | °C |
| F | DB | фторид | мг/л |
| FE | DB | железо | мкг/л |
| MN | DB | марганец | мкг/л |
| AL | DB | общий алюминий | мкг/л |
| AS | DB | мышьяк | мкг/л |
| CD | DB | кадмий | мкг/л |
| CR | DB | хром | мкг/л |
| CU | DB | медь | мкг/л |
| MO | DB | молибден | мкг/л |
| NI | DB | никель | мкг/л |
| PB | DB | свинец | мкг/л |
| ZN | DB | цинк | мкг/л |

Важно: если титрование производится при одном единственном значении pH (обычно равном 4,5) то это необходимо указать (используя правильно определённый код из списка DB)

Форматы файлов для представления и хранения данных представлены в Интернете по адресу: [http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/711_Optional_subprogramme_LC_Lake_water_\(16728\)](http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/711_Optional_subprogramme_LC_Lake_water_(16728)).

- Идентификатор файла (SUBPROG) обозначает подпрограмму.
- Графа «среда» (MEDIUM) остается пустым.
- В графе “уровень” (LEVEL) указывается глубина пробоотбора с поверхности озера (в см).
- В графе “объем пространственной выборки” (SPOOL) приводится число точек пробоотбора.
- Месячные значения представляются без флагов. Данные для нескольких дат отбора в течение месяца оцениваются как средние арифметические со статусом флага X. Расчет средневзвешенных значений приведен в Приложении 7. Общая информация о флагах приведена в главе 4.
- В графе “дата” указывается год и месяц отбора проб YYYYMM. День отбора остается пустым.

7.11.6. Литература

ICP Waters Programme manual. Compiled by the the Programme Centre, Norwegian Institute for Water Research. Revised edition, Oslo, September 1996.

7.12. Подпрограмма ФС: Химия листвы

7.12.1. Введение

Анализ листвы позволяет оценить изменения в содержании питательных и загрязняющих веществ в хвое и листьях. Анализ как живого (химия листвы), так и мертвого материала (химия подстилки) важны для оценки потоков питательных веществ и пищевого статуса лесных деревьев.

Обязательные элементы определения: Ca, K, Mg, Na, N, P, S, Cu, Fe, Mn, Zn и ТОС (общий органический углерод).

Дополнительно определяются: Al, As, B, Cd, Cl, Cr, F, Mo, Ni и Pb.

Отбор проб листвы необходимо проводить регулярно и в одни и те же фенологические стадии. Например, листья лиственных пород следует отбирать летом после завершения роста, но до наступления старения. Вечнозеленые виды лучше отбирать в период покоя. Для вечнозеленых видов подходящее время для отбора проб – начало зимы. Для хвойных в Центральной Европе – это ноябрь-декабрь, а в Северных странах – начиная с октября. Для листопадных видов (например, для широколиственных и лиственницы) – это август.

7.12.2. Методы

7.12.2.1. Полевые методы

Число деревьев

Число пробных деревьев должно быть 8. Композитные пробы образцов для каждого вида должны быть получены смешением равных количеств листьев из каждого образца. Каждые пять лет, образцы листьев должны быть проанализированы в отдельности для того, чтобы определить изменчивость концентрации элементов на пробной площади.

Выбор пробных деревьев

Пробные деревья должны удовлетворять следующим критериям:

- пробные деревья должны быть расположены на однородной площади
- пробные деревья должны относиться к одному классу доминирования (доминантные или субдоминантные деревья)
- пробные деревья должны произрастать в непосредственной близости от того места, где были взяты образцы почвы для анализа. При этом необходимо соблюдать осторожность и не повредить главные корни деревьев в результате отбора проб почвы

Листья одних и те же деревьев должны отбираться каждый год, поэтому деревья следует пронумеровать. Для видов с малыми кронами можно использовать (но не рекомендуется), два наборами из 8 деревьев. Каждый набор деревьев должны отвечать вышеуказанным условиям.

Выбор листьев и хвои

Пробы листвы собирают вне территорий площадки интенсивного мониторинга растительности. Пробы листвы отбирают путем срезания или спиливания веток. Для этого необходим сучкорез или иное приспособление с очень длинной ручкой. Не разрешается для отбора проб валить деревья или лазить на них. В крайнем случае, можно отстреливать ветки, если другим способом отобрать пробы невозможно. Выбирают одну ветку с 5-8-ой мутовки от вершины. Верхушечные и боковые побеги текущего года анализируют, как отдельные пробы.

Отобранные листья или иглы должны были разобраны при хорошей освещенности. Как правило, текущий год игл или листьев являются наиболее подходящими для оценки уровня питания. Для ряда элементов, сравнение концентрации элементов в старых иглах и иглах текущего года может привести к более полезным результатам. Только зрелые листья должны быть отобраны.

Для лиственницы *Larix spp.* and кедра *Cedrus spp.*, образцы должны быть взяты из коротких веточек предыдущего года.

Количество материала для отбора проб

Рекомендуемые количества:

- 20 г свежих листьев или игл для каждой пробы, если анализируются только основные элементы и Fe, Mn, Zn, Cu
- 50 г свежих листьев или игл, если дополнительно анализируются другие элементы (например, F, Cl, Cd, Pb, Al и B).

Методы отбора

Любой метод отбора проб приемлем, однако должны быть предприняты основные меры предосторожности, чтобы уменьшить возможность загрязнения образца пылью и почвой.

Предварительная подготовка проб

Листву с лиственных деревьев необходимо отделять от веток. Для хвой это необязательно. Верхушечные и боковые побеги текущего года анализируют, как отдельные пробы. Пробы помещают в бумажные или высококачественные полиэтиленовые пакеты для быстрой транспортировки в лабораторию. Если это возможно, образцы должны быть высушены в чистой комнате и храниться в прохладном, темном месте в перфорированных полиэтиленовых мешках. Высушенные пробы, не используемые для анализа, должны храниться в банке образцов для дальнейших исследований.

7.12.2.2. Химический анализ

В рамках программы КМ должна быть определена только общая концентрация элементов. Более подробную информацию имеющую большое научное значение можно получить, если исследовать отдельные фракции. Тем не менее, такие исследования выходят за рамки стандартных работ КМ.

Обработка проб перед анализом

Масса 100 листьев или 1000 игл должна быть определена.

Нет необходимости отделять черешки от листьев, мелкие листья должны быть отделены от веток, если это не было сделано в лесу. Следует избегать загрязнения, необходимо использовать резиновые перчатки.

Нет необходимости систематически промывать образцы, но это может быть целесообразно в регионах с высоким уровнем загрязнения воздуха или недалеко от моря. Образцы следует мыть в воде без каких-либо добавок.

Высушивание проб следует проводить при 80°C в течение 24 часов. Иглы должны быть отделены от ветки, используя те же меры предосторожности, как и для отделения мелких листьев.

Для получения однородного образца сухие пробы размельчают на мельнице из нержавеющей стали до размера < 0,5 мм. При определении важно, чтобы мельница не загрязняла пробы. Это можно проверить путем измельчения тестовых целлюлозных волокон и анализом их до и после измельчения.

7.12.2.2.1 Разложение и анализ

В настоящее время нет единого способа разложения и анализа проб. Четыре основные стандартные группы методов озоления приведены ниже.

Кислотное и/или окислительное озоление

1. Метод Кьельдаля для азота. Органический азот разлагается в концентрированной серной кислоте в присутствии катализаторов и превращается в NH_4^+ . Нитратный и нитритный азот не мешают определению.

2. Разложение окислителями и кислотами при атмосферном давлении

- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$ (для азота и фосфора);
- $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_3$;
- HNO_3 ;
- $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HNO}_3$
- HNO_3 или H_2O_2 с последующим использованием HClO_4 . HClO_4 очень эффективна. Однако при нагревании, высушивании или при контакте с органическими соединениями чрезвычайно взрывоопасна.

3. Разложение с помощью $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HNO}_3$ в микроволновой печи

4. Разложение при высоком давлении используя HNO_3 , или $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$ в тефлоновой бомбе при 180°C . Этот метод используется для S, P, Ca, Mg, K, Na, Mn, Zn, Cu, Al, Cd, Pb, Cl и B.

5. Разложение в HNO_3 с обратным холодильником. Этот метод используется для определения Ca и Pb, однако, может применяться и для других элементов за исключением азота.

Сухое озоление

Образец нагревают 4 часа при $450\text{-}600^\circ\text{C}$. Зола растворяют в воде или разбавленных кислотах (HCl , HNO_3 , HClO_4).

1. Сухое озоление при атмосферном давлении при $450\text{-}600^\circ\text{C}$ в платиновом, фарфоровом, кварцевом или Ni тигле. crucibles. Зола растворяют в кислотах (HCl , HNO_3 , HClO_4). Этот метод используется для определения P, K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, and Zn. Для фосфора продолжительность анализа составляет 24 часа для полного превращения фосфора в фосфаты. Для Si and Al зола растворяют в HCl , фильтруют; фильтр кальцинируют, растворяют в HF , упаривают и вновь растворяют в HCl . Платиновый тигель необходим при использовании HF , хотя тигли из тефлона и углерода являются приемлемой альтернативой. Некоторые элементы (Cl, S, Pb, Cd) при озолении при атмосферном давлении могут улетучиваться. Для предотвращения таких потерь используют добавки: $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ (для S), NH_4NO_3 (для Cd и Pb), Na_2CO_3 (для Cl), CaO для (B, F) и NaOH (для F).

2. Низкотемпературное ($50\text{-}60^\circ\text{C}$) озоление в атмосфере кислорода в магнитном поле в течении 8 часов используется для определения фтора.

3. Сжигание по методу Шённигера в закрытом сосуде в атмосфере кислорода и растворение сухого остатка в кислотных или щелочных растворах. Этот метод очень трудоемкий, однако используется для многих элементов, в том числе S, P, и Cl.

Комплексное окисление и измерения.

Все чаще и чаще, используются специальные автоматические газоанализаторы для обнаружения и количественного определения газов, выделяющихся при окислении. Анализ азота и серы с помощью анализаторов становится все более распространенным. В отличие от метода Кьельдаля, эти методы дают общую концентрацию азота, в том числе

NO₂-и NO₃-форм. При представлении результатов для азота важно указать, какой метод был использован.

Рентгеновская флуоресценция

Концентрации всех металлов и неметаллов вплоть до фтора могут быть определены в прессованных образцах без разложения и озоления методом рентгеновской флуоресценции.

7.12.2.2.2 Методы анализа

Существует несколько способов определения различных элементов.

Титрование

- NH после разложения по методу Кьельдаля и отгонки NH₃ в H₃BO₃;
- Cl: AgNO₃ в присутствии CrO (окончание реакции осаждения AgCl определяется по красной окраске Ag₂CrO₄);
- Cl: потенциометрическое микротитрование раствором AgNO₃ ацетонового раствора;
- SO₄²⁻ титрование раствором BaCl₂ с индикатором торин.

Колориметрия

- NH₄: индофенол голубой; или FIA метод (диффузия NH₃ через тефлоновую мембрану и колориметрия раствора фенол + этанол + NaCl + NaOH);
- P: фосфованадомолибдаты (желтый) или метиленовый голубой;
- Cl: Колориметрически с Fe(SCN)₃ после реакции с Hg(SCN)₂;
- S: меторин (8); DMSA III и другие индикаторы;
- B: 1,1'-диантримид.

Турбидиметрия

- S: Турбидиметрия суспензии нерастворимого BaSO₄ с Tween 80.

Ионная хроматография

для P, S, Cl, F.

Ион-селективные электроды

для F, Cl.

Капиллярный электрофорез

для Cl, S, P and N as NO₃ or NH₄.

Пламенно-эмиссионная спектроскопия

для K, Na.

Атомно-абсорбционная спектроскопия

1. Пламенная AAS: Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Al and Cu.
2. AAS с графитовой кюветой -атомизатором: Pb, Cd and Cu.

ICP (Индуктивно связанная плазма) после атомно-эмиссионной спектроскопии

1. без ультразвукового распыления: Na, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Al, Cu, P, S, Cl and B.
2. с ультразвуковым распылением: Pb, Cd and Cu.

Процессы озоления с прямым определением в CHN или NS анализаторами и прямое рентгенофлуоресцентное определение могут быть объединены.

7.12.2.2.3 Наиболее часто используемые методы определения элементов

Азот (N органический + NH_4^+)

• Разложение

Метод Кьельдаля: концентрированная H_2SO_4 с K_2SO_4 и Se в качестве катализатора; модифицированный метод Кьельдаля с использованием других катализаторов из-за токсичности селена, таких как Ti или Cu; $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$ без катализатора

б) Определение

NH_4^+ - колориметрически (индофенол голубой или FIA метод)

NH_3 - отгонка и титрование

Общий азот: CHNS -анализатор

Сера

а) Разложение или озоление.

- Кислотное и окислительное разложение: HNO_3 ; $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HNO}_3$; $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HClO}_4$; $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$

- HNO_3 в тефлоновой бомбе

- сухое озоление с добавлением $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ и MgO ; растворение золы в HCl или воде

- Метод Шёнигера

б) Определение

- Турбидиметрически (предпочтительно после растворения в HCl и фильтрования перед осаждением BaSO_4)

- ICP

- Ионная хроматография (после растворения золы в воде)

- Колориметрия

с) Прямое определение в CHNS анализаторе

d) Прямое определение методом рентгенофлуоресценции.

Фосфор

Разложение или озоление

- кислотное и окислительное разложение: $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}_2$; $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_3$; HNO_3 ; $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$; $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HClO}_4$; $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$

- HNO_3 , or $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$, в тефлоновой бомбе

- сухое озоление при $450\text{-}500^\circ\text{C}$ при атмосферном давлении (зола растворяется в HCl или HClO_4 и через 24 часа проводятся измерения)

- Метод Шёнигера

б) Определение

- Колориметрия: фосфованадомолибдаты или метиленовый голубой

- ICP-AES

- Ионная хроматография

- Прямое определение методом рентгенофлуоресценции.

Кальций, магний, железо, марганец, цинк

а) Разложение или озоление

- кислотное и окислительное разложение при атмосферном давлении (HNO_3 , $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HNO}_3$, $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$; $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{HClO}_4$, $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$)

- HNO_3 or $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$, в тефлоновой бомбе

- сухое озоление при атмосферном давлении, зола растворяется в HCl или HClO_4

- Метод Шёнигера.

б) Определение

- Атомно-абсорбционная спектроскопия
- ICP-AES
- Прямое определение методом рентгенофлуоресценции.

Калий, натрий

а) Разложение или озоление

б) Определение

- Пламенно-эмиссионная спектроскопия
- Атомно-абсорбционная спектроскопия
- ICP-AES
- рентгенофлуоресценция (прямое определение в золе).

Хлориды

а) Разложение или озоление

- HNO_3 or $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$, в тефлоновой бомбе
- сухое озоление с добавлением Na_2CO_3 ; растворение золы в горячей воде
- Метод Шёнигера.

б) Определение

- Титриметрически с $\text{Ag}(\text{NO}_3)_2$
- Колориметрически с $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ после реакции с $\text{Hg}(\text{SCN})_2$
- Ионная хроматография
- Капиллярный электрофорез
- Ион-селективный электрод
- ICP
- рентгенофлуоресценция.

Бор

а) Разложение или озоление

- HNO_3 или $\text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}_2$, в тефлоновой бомбе
- сухое озоление при 450-500°C при добавлении CaO, зола растворяется в 25% уксусной кислоте
- Метод Шёнигера.

б) Определение

- Колориметрически с 1,1'-диантримидом
- Прямое определение методом рентгенофлуоресценции
- ICP.

Фториды

а) Сухое озоление

- при 600°C в течение 16 часов (после постепенного повышения температуры) с добавлением CaO (1 г образца + 0.2 г CaO); зола растворяется в 4 N HClO_4
- при 450°C в течение 16 часов в Ni тигле с добавлением NaOH; зола растворяется при pH 5.7 в уксусной или HCl/лимонной кислоте
- Низко-температурное озоление в атмосфере кислорода
- Метод Шёнигера.

б) Определение

- Ион-селективные электроды (обычно после микродиффузии триметилфторсилана (TMFS) в 0.1 M NaOH после растворения золы в HClO_4)
- Ионная хроматография.

Алюминий

а) Разложение или озоление

- сухое озоление при 450-500°C в платиновом тигле; растворение золы в HCl, фильтрование, кальцинирование фильтра, растворение в HF, упаривание, растворение остатка в HCl и добавление его в первый фильтрат;
- сухое озоление при 450-500°C в платиновом или Ni тигле; сплавление с боратом лития LiBO₂, растворение в разбавленной HNO₃
- HNO₃, or HNO₃ + H₂O₂, в тефлоновой бомбе.

б) Определение

- Пламенная атомно-абсорбционная спектроскопия
- ICP
- Рентгенофлуоресценция.

Медь

а) Разложение или озоление

- Кислотное разложение (HNO₃, HNO₃ + H₂O₂, HNO₃ + HClO₄, H₂O₂ + HClO₄)
- HNO₃, or HNO₃ + H₂O₂, в тефлоновой бомбе
- сухое озоление; растворение золы в HCl или HClO₄
- сухое озоление; растворение золы в HCl, фильтрование, кальцинирование фильтра, HF, упаривание, растворение в HCl (как для определения Al).

б) Определение

- Пламенная атомно-абсорбционная спектроскопия
- ICP
- ICP с ультразвуковым распылением.

Свинец и кадмий (5 г образца)

а) Разложение или озоление

- HNO₃ or HNO₃ + H₂O₂, в тефлоновой бомбе
- Кислотная экстракция с помощью HNO₃ в колбе с обратным холодильником
- Сухое озоление при 450-550°C после добавления NH₄NO₃, зола растворяется в HCl (для определения методом ICP) или HNO₃ (для определения атомной абсорбцией).

б) Определение

- электротермическая атомно-абсорбционная спектрометрия (после растворения золы в HNO₃)
- ICP с ультразвуковым распылением (после растворения золы в HCl)
- Пламенная атомно-абсорбционная спектроскопия.

7.12.2.2.4. Единицы измерения

Результаты анализа хвои и листьев должны быть выражены для абсолютно сухой пробы (105°C). Остаточное содержание воды после высушивания пробы при 60-80°C должно быть определено после высушивания при 105°C и взвешивания. Перед анализом пробы высушивают при 65-80°C. Результаты, полученные для анализа образцов, высушенных при 65-80°C должны быть скорректированы. Единицы измерения для основных элементов (N, P, S, K, Mg, Ca и общего органического углерода) должны быть выражены в мг/г сухого порошка.

Микроэлементы (Fe, Mn, Na, Zn, Cu, Al, As, B, Cd, Cl, Cr, F, Mo, Ni и Pb) должны быть выражены в мкг/г сухого порошка.

7.12.3. Валидация аналитических результатов

Основная цель по обеспечению качества данных состоит в том, чтобы результаты измерений соответствовали целевым параметрам качества данных программы КМ. Процедуры QA/QC должны включать все стороны деятельности, осуществляемой как в полевых условиях, так и в лаборатории.

Для всех видов деятельности следует придерживаться стандартных методик. Точность химических анализов данной лаборатории может быть оценена на основе внутрिलाбораторных проверок с использованием контрольных стандартов и на основе ежегодных межлабораторных сравнений. Рекомендуется провести аккредитацию химической лаборатории по одной из систем аккредитаций лабораторий, или по стандартам близким к ним, например, EN 45001 и ISO / IEC руководство 25. Лаборатория должна определить эффективность в отношении пределов обнаружения, точности и повторяемости результатов измерений и т.д. Настоятельно рекомендуется принимать участие в ежегодной международной интеркалибрации для всех анализируемых соединений.

См. раздел обеспечения качества данных в главе 8.

7.12.4. Представление данных

Перечень параметров ежегодного отчета представлен в таблице 7.12. Данные для проб, высушенных в сушильном шкафу при 105°C.

Таблица 7.12 Отчетная информация по подпрограмме FC Химия листвы

| Обязательные параметры | Список | | Единицы |
|--------------------------|--------|--|------------------|
| LDEP | IM | Масса высушенной пробы, состоящей из 1000 иголок/100 листьев | г/м ² |
| STOT | DB | Общая сера | мг/г |
| NTOT | DB | Общий азот | мг/г |
| PTOT | DB | Общий фосфор | мг/г |
| CA | DB | Кальций | мг/г |
| MG | DB | Магний | мг/г |
| K | DB | Калий | мг/г |
| NA | DB | Натрий | мкг/г |
| MN | DB | Марганец | мкг/г |
| FE | DB | Железо | мкг/г |
| CU | DB | Медь | мкг/г |
| ZN | DB | Цинк | мкг/г |
| TOC | DB | Общий органический углерод | мг/г |
| Дополнительные параметры | Список | | |
| AL | DB | Алюминий | мкг/г |
| AS | DB | Мышьяк | мкг/г |
| B | DB | Бор | мкг/г |
| CD | DB | Кадмий | мкг/г |
| CL | DB | Хлорид | мкг/г |
| CR | DB | Хром | мкг/г |
| F | DB | фторид | мкг/г |
| MO | DB | молибден | мкг/г |
| NI | DB | никель | мкг/г |
| PB | DB | свинец | мкг/г |

Форматы файлов для представления и хранения данных представлены в Интернете по адресу: [http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/712_Subprogramme_FC_Foliage_chemistry\(16727\)](http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/712_Subprogramme_FC_Foliage_chemistry(16727)).

- Идентификатором файла (SUBPROG) служит аббревиатура подпрограммы.
- В графе «Среда» (MEDIUM) приводится код доминирующего в данном древостое вида дерева (коды наиболее широко распространенных видов деревьев приведены в главе 7.5).
- В графе «уровень» (LEVEL) указывается высота от уровня земли, с которой отбирали пробы (см).
- Объем пространственной выборки (SPOOL) означает число отдельных проб, отобранных для общего анализа
- Коды предварительной обработки и коды химических анализов даны в Code list DB.
- С – иглы текущего года; Р – предыдущих лет. Общая информация о флагах дана в главе 4.
- В графе «дата» указывается год и месяц отбора проб (ГТТГММ).

7.12.5. Литература

ICP Forests Manual <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual> (2010) .

ICP Forests manual, 1997. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, 4th edition. Edited in 1997 by the Programme Coordination Centre Federal Research Centre for Forestry and Forest Products (BFH), Hamburg, Germany.

The most up-to-date methods of analysis are available from Official Methods of Analysis of AOAC International, <http://www.eoma.aoac.org/> .

7.13. Подпрограмма LF: Химия опада

7.13.1. Введение

Исследование листвы - эффективный способ выявления воздействия загрязняющих веществ. Эти исследования предусматривают проведение оценки изменений в содержании питательных веществ и загрязнителей в иглах и листьях. Исследование живой и опавшей листвы и хвои важно для мониторинга содержания питательных веществ и состояния питания деревьев леса и оценки их изменений.

Определяемые элементы: Ca, K, Mg, Na, N, P, S, Cu, Fe, Mn, Zn и ТОС (общий органический углерод).

Дополнительные: Al, As, B, Cd, Cl, Cr, F, Mo, Ni и Pb.

7.13.2. Полевые методы

Отбор проб листового опада проводится систематически или случайным образом и не обязательно под доминирующими видами деревьев. Пробоотборники листового опада должны располагаться совместно с пробоотборниками подкоронового стока, для оценки подстилки и дренажа. В данном случае не важна пространственная связь с постоянными почвенными площадками.

Лиственный опад собирается с помощью специальных мешков. Для пробоотбора используется от 6 до 12 мешков. Эти мешки должны быть сделаны из инертного материала и должны иметь глубину 0,5 м для предотвращения выдувания опада. Мешок

прикрепляют к деревянной раме известной площади (0,25- 0,5 м²). Рама должна располагаться горизонтально и закрепляться кольями, вводимыми в землю, по одному на каждый угол. Мешок не должен касаться земли, поскольку влажность, попадающая в мешок, ускорит процессы разложения.

Все опавшие пожелтевшие иглы/листья должны быть отсортированы и химически проанализированы. Сравнение с концентрацией веществ в живых листьях обеспечивает информацию о транслокациях веществ и о состоянии питания растений.

Необходимо хотя бы ежемесячно осуществлять обор пробы, но впоследствии пробы могут быть объединены по периоду отбора. Руками в полиэтиленовых перчатках опад переносится из мешков в большие бумажные/пластиковые сумки, а затем они транспортируются в лабораторию.

Объединенные образцы листового опада должны быть подготовлены к хранению и проведению химических анализов. При этом необходимо избегать всякого загрязнения от дыма или от лабораторных столов. Необходимо обрабатывать образцы на чистой лабораторной бумаге, стеклянных щитах или чистой скатерти из полиэфира (полиэстера).

Образцы высушивают при 40°C до постоянного веса. Если сушка образцов не может быть произведена, при охлаждении ниже 5°C, они могут храниться до того момента как сушка будет доступна.

7.13.3. Химические анализы

Химически анализ проводится по тем же методами, что и в подпрограмме Химия листы (FC).

7.13.4. Представление данных

Значения представляются относительно сухого остатка (105°C). Параметры и единицы используются те же, что и в подпрограмме Химии листы (FC).

| Обязательные параметры | Список | | Единицы |
|--------------------------|--------|---|------------------|
| LDEP | IM | Количество листовенной подстилки (вес сухого остатка) | г/м ² |
| STOT | DB | Общая сера | мг/г |
| NTOT | DB | Общий азот | мг/г |
| PTOT | DB | Общий фосфор | мг/г |
| CA | DB | Кальций | мг/г |
| MG | DB | Магний | мг/г |
| K | DB | Калий | мг/г |
| NA | DB | Натрий | мкг/г |
| MN | DB | Марганец | мкг/г |
| FE | DB | Железо | мкг/г |
| CU | DB | Медь | мкг/г |
| ZN | DB | Цинк | мкг/г |
| TOC | DB | Общий органический углерод | мг/г |
| Дополнительные параметры | Список | | |
| AL | DB | Алюминий | мкг/г |
| AS | DB | Мышьяк | мкг/г |
| B | DB | Бор | мкг/г |
| CD | DB | Кадмий | мкг/г |
| CL | DB | Хлорид | мкг/г |
| CR | DB | Хром | мкг/г |
| F | DB | фторид | мкг/г |
| MO | DB | молибден | мкг/г |
| NI | DB | никель | мкг/г |
| PB | DB | свинец | мкг/г |

Форматы файлов для представления и хранения данных представлены в Интернете по адресу: [http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/713_Subprogramme_LF_Litterfall_chemistry\(16726\)](http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/713_Subprogramme_LF_Litterfall_chemistry(16726)).

- Идентификатором файла (SUBPROG) служит аббревиатура подпрограммы.
- В графе «Среда» (MEDIUM) приводится код доминирующего в данном древостое вида дерева (коды наиболее широко распространенных видов деревьев приведены в главе 7.5).
- В графе «уровень» (LEVEL) указывается высота от уровня земли, с которой отбирали пробы (см).
- Объем пространственной выборки (SPOOL) означает число отдельных проб, отобранных для общего анализа
- Общая информация о флагах дана в главе 4.
- В графе «дата» указывается год и месяц отбора проб (ГГГГММ), например 201100 означает, что образцы отбирались в течение нескольких месяцев

7.14. Дополнительная подпрограмма RB: Гидробиология ручьев

7.14.1. Введение

Состав фауны и биомасса ручьев по-разному реагируют на закисление из-за различной толерантности видов. Макробеспозвоночные считаются хорошими индикаторами закисления и частоты кислотных стоков в ручьях ("маркеры" закисления), однако, в связи с различиями в географическом распространении видов, универсальные биоиндикаторы состояния пресноводных экосистем не определены.

7.14.2. Методы

При выборе мест пробоотбора необходимо учитывать локальные условия, такие, как глубина и консистенция донных отложений. Пробы макрозообентоса желательно отбирать с твердого дна при быстром водотоке. Участок пробоотбора, удовлетворяющий требованиям программы, часто покрывает длину ручья, в 10 раз превышающую его ширину.

Пробы макрозообентоса собирают дважды в год, желательно весной и осенью. Пробоотбор весной производят сразу после таяния снега, а пробоотбор осенью должен совпадать с периодами медленного течения реки (летнее-осенняя межень).

Пробоотбор методом взбаламучивания потока («kick-sampling») годится для большинства видов, живущих на грубозернистых грунтах и погруженной растительности, а также в субстрате между и под камнями (сидячие виды могут в пробы не попадать). Пробоотбор методом взбаламучивания можно осуществлять в водах со скоростью водотока 0,1 – 1 м/с и глубиной до 1м.

Используйте сеть с треугольным или квадратным входом (стороны по 25 см) и размером ячеек 0,5 мм (рис. 7.14.1). Сеть и рукоять сети можно разметить по сантиметрам для определения глубины. Сеть необходимо стерилизовать между пробоотборами, чтобы избежать распространения инфекций. Для этого сеть замачивают в этаноле или формалине.

Расположите сеть отверстием против водотока. Переворачивайте камни и взбаламучивайте донные осадки на площади 25x40 см² в течение 60 сек. Взвешенное вещество попадает в сеть. Возьмите 3-6 повторностей проб в каждой точке.

Тщательно промойте каждую пробу и поместите содержимое сети в пластиковый сосуд, переворачивая и встряхивая сеть. Соберите прикрепившиеся особи мягким пинцетом. Поместите пробу в сосуд емкостью 1 литр с 96%-ным этанолом.

Разложите пробу на мелкие порции в чашки Петри и разберите под увеличением (например, 10х). Соберите животных мягким пинцетом. Если определение видов проводится не сразу, распределите животных по таксономическим группам и храните материал в стеклянных сосудах с 70%-ным этанолом без доступа воздуха. Во время определения пересчитайте особей: для фрагментированного материала считают только части, поддающиеся определению, например, части головных сегментов кольчатых червей. Таксономическое определение должно быть по возможности более точным (вид/род).

Литература об определении на уровне семейства приводятся ниже.

Вычислите биомассу как оставшийся сырой вес после помещения животных в чистую воду на 10 минут. При вычислении сырого веса фиксированного материала следует выждать 1 месяц. Смотрите также главу 4 в руководстве МСП «Вода» (ICP Waters <http://www.icp-waters.no/Manual/tabid/61/Default.aspx>).

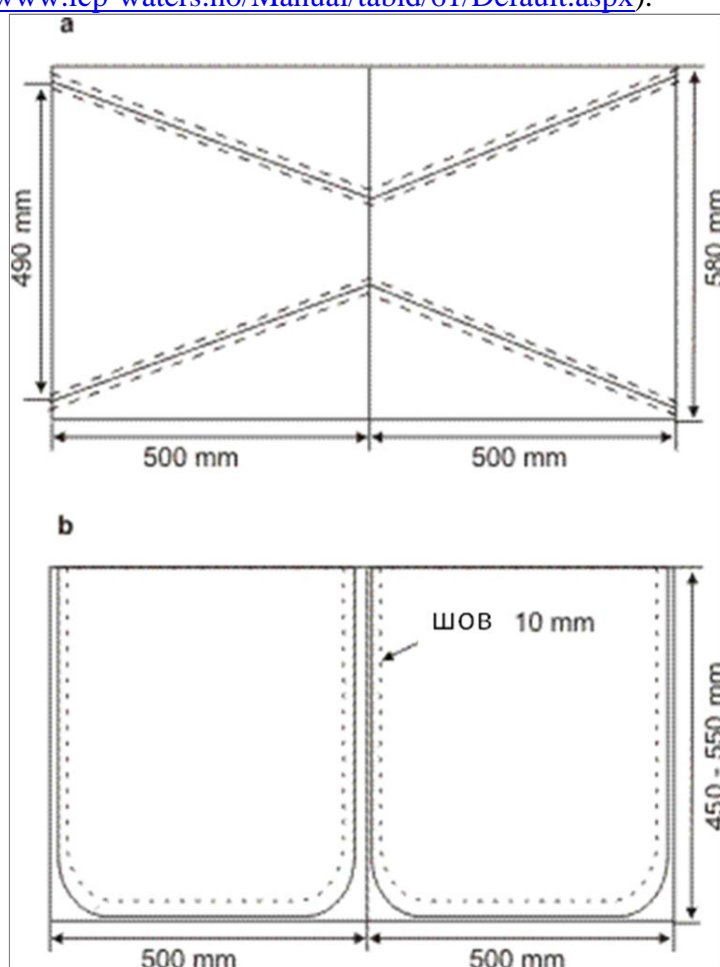


Рисунок 7.14.1. Предлагаемые шаблоны сетей

7.14.3. Представление данных

Данные по макрозообентосу рекомендуется хранить в ННЦ из-за различий в кодировании и необходимости экспертизы качества определения на национальном уровне. Оценка этих данных будет осуществляться периодически, перед проведением оценки будет отправляться запрос в Национальные научные центры.

Такие данные должны охватывать характеристики участка отбора проб и информацию о самой отобранной пробе, названия видов с плотностью образцов (экз/м²) и биомассу (г/м², десятичный знак после запятой), а также значения индекса разнообразия Шеннона-Винера (см. Приложение 7).

7.14.4. Литература

ICP Waters Programme manual. Compiled by the the Programme Centre, Norwegian Institute for Water Research. Revised edition, Oslo, September 1996. <http://www.icp-waters.no/Manual/tabid/61/Default.aspx> (по состоянию на 15.08.2013). ISO 7828 – 1985.

Определители:

1. A KEY TO THE BRITISH FRESH- AND BRACKISH-WATER GASTROPODS, WITH NOTES ON THEIR ECOLOGY. T.T. Macan, Fourth edition, 1977. (Reprinted 1994).
2. A KEY TO THE ADULTS AND NYMPHS OF THE BRITISH STONEFLIES (PLECOPTERA), WITH NOTES ON THEIR ECOLOGY AND DISTRIBUTION. H.B.N. Hynes, Third edition, 1977. (Reprinted 1993).
3. A KEY TO THE BRITISH SPECIES OF FRESHWATER TRICLADS (TURBELLARIA, PALUDICOLA). T.B. Reynoldson, Second edition, 1978.
4. A KEY TO THE LARVAE, PUPAE AND ADULTS OF THE BRITISH DIXIDAE (DIPTERA), THE MENISCUS MIDGES. R.H.L. Disney. 1975.
5. A KEY TO THE LARVAE AND ADULTS OF BRITISH FRESHWATER MEGALOPTERA AND NEUROPTERA, WITH NOTES ON THEIR LIFE CYCLES AND ECOLOGY. J.M. Elliott. 1977.
6. A KEY TO THE BRITISH AND EUROPEAN FRESHWATER BRYOZOANS. S.P. Mundy. 1980.
7. A KEY TO THE LARVAE OF THE BRITISH ORTHOCLADIINAE (CHIRONOMIDAE). P.S. Cranston. 1982.
8. EPHEMEROPTERA, WITH NOTES ON THEIR ECOLOGY. J.M. Elliott & U.H. Humpesch. 1983.
9. KEYS TO THE ADULTS, MALE HYPOPYGIA, FOURTH-INSTAR LARVAE AND PUPAE OF THE BRITISH MOSQUITOES (CULICIDAE), WITH NOTES ON THEIR ECOLOGY AND MEDICAL IMPORTANCE. P.S. Cranston, C.D. Ramsdale, K.R. Snow & G.B. White. 1987.
10. LARVAE OF THE BRITISH EPHEMEROPTERA: A KEY WITH ECOLOGICAL NOTES. J.M. Elliott, U.H. Humpesch & T.T. Macan. 1988.
11. ADULTS OF THE BRITISH AQUATIC HEMIPTERA HETEROPTERA: A KEY WITH ECOLOGICAL NOTES. A.A. Savage. 1989.
12. BRITISH FRESHWATER CRUSTACEA MALACOSTRACA: A KEY WITH ECOLOGICAL NOTES. T. Gledhill, D.W. Sutcliffe & W.D. Williams. 1993.
13. A REVISED KEY TO THE CASELESS CADDIS LARVAE OF THE BRITISH ISLES, WITH NOTES ON THEIR ECOLOGY. J.M. Edington & A.G. Hildrew. 1995.

7.15. Дополнительная подпрограмма LB: Гидробиология озёр

7.15.1. Введение

Исследования разнообразия и обилия групп гидробионтов и их среды обитания зачастую показывают изменения качества воды. Часто, чтобы выявить изменения, необходимо наблюдать за всеми группами, организмов, но даже отдельные группы могут характеризовать определенные тренды в состоянии своих местообитаний. Для интерпретации изменений необходимы знания о толерантности видов и их биологии.

7.15.2. Методы

Более подробное описание можно найти в работе [Keskitalo and Salonen,1994]. См. также Руководство МСП «Вода» (ICP Waters <http://www.icp-waters.no/Manual/tabid/61/Default.aspx>).

7.15.2.1. Макрозообентос

При выборе мест пробоотбора необходимо учитывать местные условия, такие, как глубина и консистенция донных отложений. Пробы макрозообентоса предпочтительно брать с лишней растительности мягких грунтов аккумуляционного типа. Таковые часто встречаются в наиболее глубоких частях озера. Расположение точек пробоотбора может быть как случайным, так и систематическим. Выбранные точки должны быть маркированы для дальнейшей работы (например, буйками).

Для сбора макрозообентоса на мягких грунтах используют дночерпатель (например, дночерпатель Экмана или сходного типа). Прикрепите грузик и веревку к дночерпателю. Другое оборудование - сосуды-пробоприемники емкостью 10-15 л с пробками, сито с размером ячеек 0,5 мм, а также сосуды для хранения проб с пробками и фиксатором (96% этанолом).

Пробы отбираются, по крайней мере, четыре раза в год, для документирования временных изменений. Первые весенние образцы отбираются сразу после таяния льда в районах с промерзающими озёрами (не позднее конца мая). Последний отбор проб проводится в сентябре-ноябре. Не рекомендуется отбирать пробы во время сильных морозов. Также следует избегать проведения пробоотбора при сильном ветре.

Погружайте ковш вертикально, медленно и равномерно для достижения контакта с дном. Заприте дночерпатель и равномерными движениями вытаскивайте его. Поместите дночерпатель над сосудом-пробоприемником. Проследите, чтобы дночерпатель не протекал. Помутнение воды во время вытягивания дночерпателя может означать утечку.

Если ранее не проводились исследования донных отложений, отметьте текстуру, запах и другие свойства грунта. Осторожно, чтобы ничего не упустить, вылейте пробу на сито. Обычно пробу просеивают за один прием.

Просеивайте пробу противоположными вертикальными и горизонтальными движениями под поверхностью воды в сосуде. Обычно достаточно одной-трех минут. Не используйте воду под давлением. В случае плотных грунтов в просеянной пробе могут остаться комочки глины. Поместите просеянную пробу в сосуд для хранения (0,5-литровую пластиковую банку) с 96% этанолом. Соберите оставшихся крупных животных мягким пинцетом. Вымойте сито перед повторным использованием.

7.15.2.2. Хлорофилл-а (альфа)

Хлорофилл-а определяется дважды в месяц в летний период, часто период отбора проб захватывает время производственного максимума осени и весны. Пробы берут батометром по слоям: 0 - 1 м, 1 - 2 м и т.д. На больших глубинах слои могут быть более мощными.

Образцы хлорофилла необходимо фильтровать в день пробоотбора. В крайнем случае фильтрация может производиться утром следующего дня, предполагается, что образцы хранятся при температуре, равной +4 °С. Образцы (обычно 0,1-2 л) фильтруют через фильтры из стекловолокна (например, через фильтр Ватмана GF/F) с вакуумом <20 кПа. Фильтры сушат в темноте и хранят в темноте замороженными (по крайней мере, при -20°С), если нет возможности произвести определение мгновенно. Максимальный срок хранения составляет один месяц.

Хлорофилл экстрагируется из водорослей путем погружения фильтра в 94% этанол. Объем экстракта (5 - 25 мл) должен быть известен точно. Экстракция

осуществляется в стеклянных или пластиковых трубках с герметичными пробками. Пробирки с образцами необходимо помещать на водяную баню температурой 75°C на пять минут, так, чтобы образец был погружён полностью. Пробиркам дают остыть до комнатной температуры. Если определение не может быть сразу продолжено, образцы можно хранить в течение ночи при +4°C в защищенном от света месте. Параметры поглощения экстракта после центрифугирования или фильтрации (через фильтр из стекловолокна) измеряются спектрофотометрически при длине волны 665 и 750 нм. Базовая линия выставляется по 94% этанолу.

Расчёт и представление результатов:

Концентрация хлорофилла в образце вычисляется по следующей формуле:

$$C_{chl} = (A_{665} - A_{750}) \times (V_1 \times 10^3) / (V_2 \times L \times 83.4)$$

где:

C_{chl} = концентрация хлорофилла альфа в образце (мг/м³);

V_1 = объем этанола (мл);

A_{665} = абсорбция образца при длине волны 665 нм (максимум поглощения хлорофилла α) A_{750} = абсорбция образца при длине волны 750 нм (мутность);

83,4 = постоянная, коэффициент поглощения хлорофилла α в 94% этаноле ;

V_2 = объем фильтрата (л);

L = длина кюветы (см).

7.15.2.3. Жизнедеятельность планктона

Первичную продукцию планктона определяют радионуклидным методом в модификациях закисления и пузырения. Летом частота отбора проб должна быть не менее двух раз в месяц. Пробы собирают в стеклянные бутылки с нетоксичным покрытием PTFE или в пластиковые емкости. Пробы берут с пяти глубин освещенного эпилимниона. Расстояние между глубинами пробоотбора возрастает в геометрической прогрессии так, что наибольшая частота отбора проб ближе к поверхности.

Раствор, содержащий углерод-14, вливают в темные и светлые бутылки, которые затем выдерживают на глубинах, с которых брали пробы. Две контрольные пробы, фиксированные 1%-ным раствором формальдегида, помещают у поверхности и на максимальной глубине. Через 24 часа бутылки вынимают из воды и фиксируют, добавляя 40%-ный незабуференный формальдегид с тем, чтобы конечная концентрация его в каждой бутылки была 1%. Особое внимание надо обратить на то, чтобы пребывание темных бутылок на свету было как можно более коротким.

Определение растворенного неорганического углерода необходимо для расчета первичной продукции. Определение проводится анализатором углерода в день отбора проб.

В лаборатории пробы в жидких сцинтилляторах закисляют фосфорной кислотой и помещают в вакуумные колпаки на 2 дня для того, чтобы неорганический углерод-14 заменился на диоксид углерода воздуха. С фиксированными формалином контрольными пробами делают то же самое. Радиоактивность измеряют с помощью сцинтилляционного счетчика, используя соответствующие сцинтилляционные соотношения жидкости/пробы воды. При вычислении первичной продукции результаты по «темным» пробам вычитают из результатов по «светлым».

Дыхание планктона определяется как по потреблению кислорода, так и по накоплению диоксида углерода в темных бутылках. Выбор между методами определяется возможностями измеряющей лаборатории. Следует выбрать наиболее чувствительный метод. Пробы отбирают так, как описано выше. Особое внимание необходимо обратить на то, чтобы определение начальной и конечной концентраций, из разницы которых вычисляют дыхание, было сделано в одной и той же воде. Для этого воду из батометра в бутылки выливают через Y-образный разделитель.

Расчёт углерода

Усвояемый неорганический углерод в образце с каждой глубины рассчитывается по формуле:

$$C = (1.05 \times C_1) \times (R_v - R_p) / (R_t - R_k)$$

где:

C = концентрация усвояемого неорганического углерода (мг/м³)

1,05 = коэффициент отклонения для радиоуглерода

C₁ = концентрация неорганического углерода в образце (мг/м³)

R_v = радиоактивность светлой пробы (среднее из двух определений, расп. в мин. или Bq)

R_p = радиоактивность темной пробы (расп. в мин. или Bq)

R_t = радиоактивность добавленная к образцу (dpm или Bq) (среднее из двух определений, рассчитанное на тот же объем, R_v, R_p и R_k)

R_k = средняя радиоактивность двух контрольных образцов (выборки с поверхности и наибольшей глубины) (dpm или Bq)

Результаты представляются в виде усвояемого углерода (CINOA) мг С/м³/сутки (для каждой проанализированной глубины).

Углерод фиксированный в темноте для образца с каждой глубины рассчитывается по формуле:

$$C_p = (1.05 \times C_1) \times (R_p - R_k) / (R_t - R_k)$$

где:

C_p = углерод фиксированный в темноте (мг/м³)

1,05 = коэффициент отклонения для радиоуглерода

C₁ = концентрация неорганического углерода в образце (мг/м³)

R_p = радиоактивность темной пробы (расп. в мин. или Bq)

R_k = средняя радиоактивность двух контрольных образцов (выборки с поверхности и наибольшей глубины) (dpm или Bq)

R_t = радиоактивность добавленная к образцу (расп. в мин. или Bq) (среднее из двух определений, рассчитанное на тот же объем, R_p и R_k)

Результаты представлены в единицах мгС/м³/сутки (для каждой проанализированной глубины).

7.15.3. Представление данных

Параметры функционирования хлорофилла-а и жизнедеятельности планктона могут быть представлены с использованием общей формы для химической подпрограмм, см. главу 4, в качестве примера см. подпрограмму LC «Химия озерных вод».

| Параметры | список | | единицы |
|-----------|--------|------------------------------------|--|
| CP | DB | хлорофилл альфа | мг /м ³ |
| CINOA | IM | неорганический поглощенный углерод | мг С/м ³ /сут |
| CINOD | IM | фиксация углерода в темноте | мг С/м ³ /сут |
| O2R | IM | Дыхание | Мг О ₂ /м ³ /сут |

7.15.4 Литература

Keskitalo, J., Salonen, K. Manual for Integrated Monitoring Subprogramme Hydrobiology of Lakes. Publications of the National Board of Waters and the Environment. Series B. Finland, 1994.

7.16. Дополнительная подпрограмма FD: Повреждение лесов

7.16.1. Введение

Целью ежегодной оценки повреждения лесов по дефолиации и депигментации крон деревьев является ранняя количественная индикация изменений в наиболее важной фотосинтетически активной части деревьев.

7.16.2. Методы

7.16.2.1. Отбор образцов деревьев

Пробные площади возможно закладывать разными способами - от большого количества мелких участков до небольшого числа крупных участков. Во всех случаях деревья должны быть выбраны объективно. Общее количество деревьев в любой представленный год на экополигоне МСП КМ должно превышать 100 экземпляров.

Деревья можно нумеровать, но это не является необходимым требованием. Если помеченное дерево погибло после последней описи, то оно должно быть заменено. Дерево-замена должно иметь идентификационный номер, который не был использован ранее. Границы пробной площади должны быть зафиксированы; местоположение пробной площади не должно меняться для сохранения преемственности и повышения достоверности данных.

Межгодовая изменчивость нумерованных деревьев должна быть меньше, чем ненумерованных. Однако если каждый год используется одна и та же система отбора деревьев, и центры участков при этом остаются одними и теми же, то и объектами обследования каждый год будут примерно одни и те же деревья.

На равномерно распределенных участках

Если на экополигоне возможно заложить регулярную сеть пробных площадей, то обследуемые деревья должны отбираться на этих площадях.

На специальных участках

Если территория не имеет пробных площадей, и они не будут основаны в будущем, то выполняется следующая процедура. Выберите от одного до трёх древостоев, типичных для территории экополигона. Определите доминирующий вид в древостое. Выберете 20 или более деревьев этого вида на площади, не превышающей 1 га, например, на круговой площадке радиусом около 50м.

7.16.2.2. Рекомендуемый метод наблюдения

Выбирать необходимо живые деревья, соответствующие следующим критериям:

- относящиеся к доминирующей или субдоминирующей породе деревьев;
- имеющие менее 50% механических повреждений;
- обладающие, по крайней мере, частично видимой кроной (1-4) (см. ниже - часть 4 в методах наблюдений).

Следует рассматривать только освещенную (не затененную соседними деревьями) часть кроны — видимую часть кроны. У отдельно стоящих деревьев в исследование включается вся крона, в то время как в сомкнутом древостое — верхняя часть кроны. Стволовые побеги не учитываются. Следующие виды повреждения не рассматриваются как дефолиация:

- части кроны, изреженные из-за конкуренции с соседними деревьями;
- старые, отмершие боковые побеги.

Ежегодные наблюдения

1) Определите, к какому ярусу в древостое относится выбранное дерево — сверхдоминант, доминант или субдоминант.

- сверхдоминанты (в том числе и свободно растущие) — деревья с верхней частью кроны, возвышающейся над верхним ярусом леса;
- доминанты — деревья, кроны которых формируют верхний ярус леса;
- субдоминанты — деревья, кроны которых отчасти попадают в верхний ярус и частично освещены, но высота которых меньше, чем у представителей первых двух классов.

2) Определите, какая часть кроны будет подвергнута обследованию.

3) Определите, что будет расценено как дефолиация.

4) Определите и зарегистрируйте видимость кроны (что важно для оценки результатов):

- 1 = вся крона видима;
- 2 = крона видима частично (части видны хорошо);
- 3 = крона видна плохо (нет видимых частей кроны);
- 4 = крона видна только на просвет (виден контур).

5) Оцените и зарегистрируйте дефолиацию с шагом 5 % (определение: потеря листы/хвои в изучаемой кроне в сравнении с воображаемым, полностью покрытым листвой/хвоей деревом той же породы).

6) Оцените и зарегистрируйте депигментацию (определение: отклонение от обычной окраски живой листы/хвои рассматриваемых пород; мертвые листья/хвоя исключаются из оценки) как часть листы/хвои, подвергнутую воздействию, с шагом 5 %.

7) Зарегистрируйте причины дефолиации дерева: насекомые, корневая гниль, олени, ветер, мороз, засуха, пожар, снег, соседствующие ветровалы.

Наблюдения должны осуществляться двумя обученными наблюдателями с помощью биноклей при полном дневном освещении и с разных точек обзора. Оба наблюдателя должны использовать одинаковые параметры оценки. Подходящим временем для наблюдения является июль-август для широколиственных пород и июль-сентябрь для хвойных, в зависимости от географического положения экополигона.

Для обеспечения постоянства критериев оценки в течение длительного времени предназначен атлас. Атлас предоставляет фотографии образцовых деревьев для сравнения. Образцовые деревья — это деревья в наилучшем состоянии, независимо от условий произрастания или возраста. Использование образцовых деревьев рекомендуется при выполнении МСП КМ.

Другие измерения

Зарегистрируйте диаметр ствола на высоте груди, диаметр и высоту кроны каждого дерева. Измерения деревьев следует повторять каждые 5 лет. Более детально методика изложена в [Increment Sub-Manual of ICP Forests].

7.16.3. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)

Для обеспечения необходимого уровня исследований лесов 5-10 % пробных площадей, измеренных каждой группой наблюдателей, должны быть заново измерены другой независимой группой в целях проверки. Эти контрольные исследования касаются всех измерений и оценок, проводимых на экополигонах. В случаях существенного расхождения результатов во избежание серьезных систематических ошибок немедленно

проводится поверка инструментов, инструкций и способов их применения (также см. раздел, посвященный управлению качеством исследований в главе 8).

7.16.4. Представление данных

Ежегодно сообщаемые параметры

| Параметр | Список | | Единицы измерения |
|----------|--------|--|-------------------|
| VISIB | IM | видимость кроны | код(1 - 4) |
| DEFO | IM | дефолиация | % |
| DISC | IM | депигментация | % |
| DAMAGE | IM | ущерб, причина ущерба сообщается в колонке 65-100, например: "Elatobium abietinum", "Поиск повреждения", "Молния". | |

Дополнительные параметры:

| Параметры | список | | Единицы измерения |
|-----------|--------|----------------------------------|-------------------|
| DBH | IM | диаметр ствола (на высоте груди) | см |
| HEIG | IM | высота деревьев | м |
| HCROW | IM | длина кроны | м |
| WCROW | IM | ширина кроны | м |

Переменные сообщаются в соответствии с участком и номером дерева (номер 1, 2, 3)

Примеры:

[FD example Excel file](#)

[FD example ASCII file](#)

- Идентификатор файла SUBPROG указывает подпрограмму.
- Код вида дерева представляется как MEDIUM с использованием национальных кодов (см. Приложение 6 и подпрограмму TF).
- Номер дерева представлен как TREE.
- Параметр SPOOL всегда равен 1.
- Общая информация об идентификаторах дана в Главе 4.
- Год и месяц пробоотбора даются как YYYYMM.

7.16.5. Литература

[ICP Forests Manual](http://www.icp-forests.org/Manual.htm) <http://www.icp-forests.org/Manual.htm> (20 Nov 2003)

ICP Forests manual, 1997. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests, 4th edition. Edited in 1997 by the Programme Coordination Centre Federal Research Centre for Forestry and Forest Products (BFH), Hamburg, Germany.

Атласы дефолиации кроны:

Ferretti, M. (ed.). 1994. Mediterranean Forest Trees. A guide for crown assessment. CEC, Brussels. Available from: Commission of the European Communities, DG VI, 200 Rue de la Loi (L120-10/197 A), B-1049 Brussels, Belgium, or from PCCW. No charge. (Separate editions in English, French, German, Greek, Italian, Portuguese and Spanish are available).

Innes, J.L. 1990. Assessment of tree condition. Forestry Commission Field Book 12. HMSO, London. Available from Technical Publications Office, Forestry Commission, Forest Research Station, Alice Holt Lodge,

Wrecclesham, Farnham, Surrey GU10 4LH, England. Cost £15 + p. & p. (In English, with German, French and Russian summaries)

Müller, E. and Stierlin, H.R. 1990. Sanasilva Kronenbilder, mit Nadel- und Blattverlustprozenten. Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research,

Birmensdorf. Available from: F. Flück-Wirth, Internationales Buchhandlung für Botanik und Naturwissenschaften, CH-9053, Teufen, Switzerland. (Multilingual: in German, English, French, Italian). Cost: SFr. 24 + p. & p.

7.17. Подпрограмма VG: Растительность

7.17.1. Введение

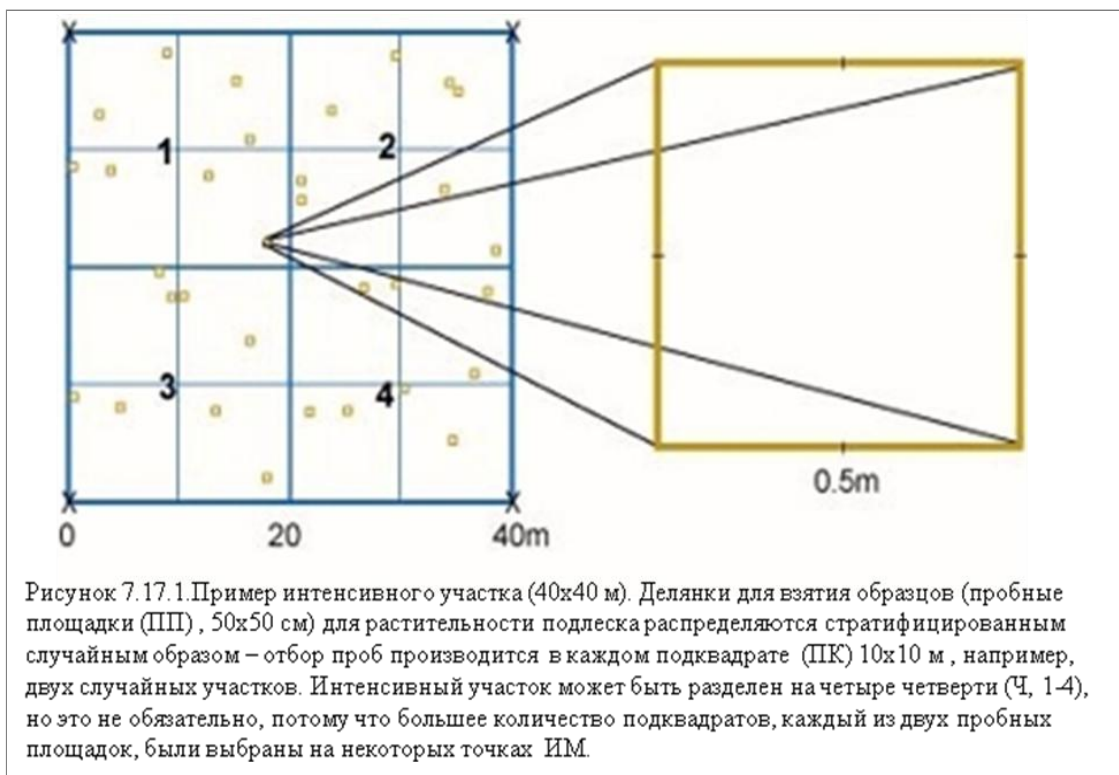
Основной целью подпрограммы VG «Растительность» является регистрация отклика растительного сообщества или отдельных видов растений (биоиндикаторов) на изменения в выпадениях загрязняющих веществ или других атмосферных факторов, например, изменение климата. Другая цель заключается в получении данных о динамике древесной биомассы и структуры древесного полога, которая являлась бы представительной, по крайней мере, для области интенсивного мониторинга, где также проводятся наблюдения и по другим подпрограммам. Эта подпрограмма особенно важна для станций, где не выполняется подпрограмма VI «Древесные биоэлементы и дендроиндикация». Данные о погибших деревьях, о бревнах и пнях полезны для изучения последующего процесса распада и изучения мортмассы в качестве среды обитания для грибов, мхов и насекомых. Кроме того, достигается детальный мониторинг биоразнообразия напочвенных растений.

Растительность подлеска включает напочвенные сосудистые растения, мхи и лишайники. Грибы и водоросли не рассматриваются. Для интерпретации результатов особенно важно иметь доступ к данным из подпрограмм РС «Химия осадков», TF «Подкроновый сток» и SC «Химия почв».

7.17.2. Методы

7.17.2.1. Выбор и создание пробной площади

Установите один или два участка интенсивных наблюдений размером приблизительно 40 x 40 м (предпочтительно 20 x 20 и 50 x 50 м) (рис. 7.17.1) в однородной части одного или двух фитоценозов, репрезентативных для экополигона. Наблюдения производятся во время полного развития вегетативных и репродуктивных органов растений. Целесообразно ориентировать участки в северо-южном/западно-восточном направлениях. Углы участка необходимо отметить на местности, например, при помощи столбиков или других подходящих средств.



Распределите случайным образом достаточное количество площадок (50x50 см) на пробной площади и отметьте их на местности (рис. 7.17.1). В целях противодействия нежелательной активности животных маркировка должна быть неброской. В зависимости от изменчивости растительности подлеска и размера выбранных площадок выбирают 20-40 площадок. Исключаются участки с нежелательными видами субстрата, например, в которых камень или бревно занимают значительную площадь. Убедитесь, что исключены внешние воздействия, например, вытаптывание, особенно на пробных площадях других подпрограмм.

7.17.2.2. Наблюдения

Растительность пробной площади должна быть разделена на ярусы в соответствии с морфологией и высотой:

- древесный ярус: деревья > 5 м;
- кустарниковый ярус: деревья высотой 1-5 м, кустарники > 1 м;
- травянистый ярус: деревья и кустарники < 1 м, другие сосудистые растения, независимо от высоты;
- напочвенный ярус: мхи и лишайники.

Согласно этой классификации древесные виды могут присутствовать как в ярусах деревьев и кустарников, так и в травянистом ярусе. По желанию древесный ярус может быть разделен на верхний и нижний слой.

Древесный ярус (включая погибшие деревья)

Обследуйте живые и мертвые деревья древесного яруса, а также, в случае необходимости, пни и упавшие стволы на всей пробной площади.

- Определите видовую принадлежность деревьев.
- Картируйте основания стволов живых и мертвых деревьев, используя координаты и начиная с СВ угла пробной площади.
- Измерьте диаметр на высоте груди (примерно 1,3 м) (см) всех картированных деревьев.

- Измерьте высоту деревьев. Если деревья многочисленны, и верхушки их видно плохо, высоты можно вычислить по репрезентативным экземплярам разного диаметра. Искомый параметр вычисляется с помощью регрессии между диаметром и высотой.
- Пни и бревна, диаметр которых больше минимального значения 5-10 см, также картируются. Местоположение и длина бревна может быть вычислено из координат его верхушки и основания ствола.
- Диаметр высоких пней измеряется на высоте 1,3 м, диаметр коротких измеряется по верхней поверхности.

При работе на пробных площадях старайтесь избегать вытаптывания напочвенного покрова.

Кустарниковый ярус

Картирование живых и мёртвых деревьев, а также кустарников в кустарниковом ярусе производится так же, как картирование деревьев в древесном ярусе. Для измерения диаметра выбирается наиболее толстый из стволов. Заросли кустарников могут быть отображены непосредственно прорисованным контуром на карте пробной площади.

Травянистый и напочвенный ярусы

Основной измеряемый параметр — это проективное покрытие для каждого вида (в %). Для того, чтобы обеспечить сравнимость результатов, в измерения включаются только те растения, которые живут на относительно однородной почве. Это исключает растения, произрастающие на иных субстратах, например, на камнях и бревнах.

Зарегистрируйте проективное покрытие травянистого и напочвенного ярусов и их видовую принадлежность. Проективное покрытие (%) пробной площади - это область, занимаемая наземной живой частью растений при проецировании вертикально на землю (тень, когда солнце в зените) (рис. 7.17.2). Чтобы помочь оценить покрытие на пробных площадях, можно использовать сетку, изготовленную из рамы и веревок, с размером ячейки 10x10см. Не удаляйте экземпляры с пробных площадей. Если требуется идентификация образцов для их определения, необходимо использовать те же растения, обнаруженные за пределами участков.

Дополнительно: Витальность

Зарегистрируйте наличие репродуктивных органов (почек, цветков, плодов, остатков плодов прошлого года) у особей каждого яруса, используя коды фертильности:

- 0 = стерильная особь;
- 1 = <10 % всех побегов/особей с репродуктивными органами;
- 2 = >10 % всех побегов/особей с репродуктивными органами.

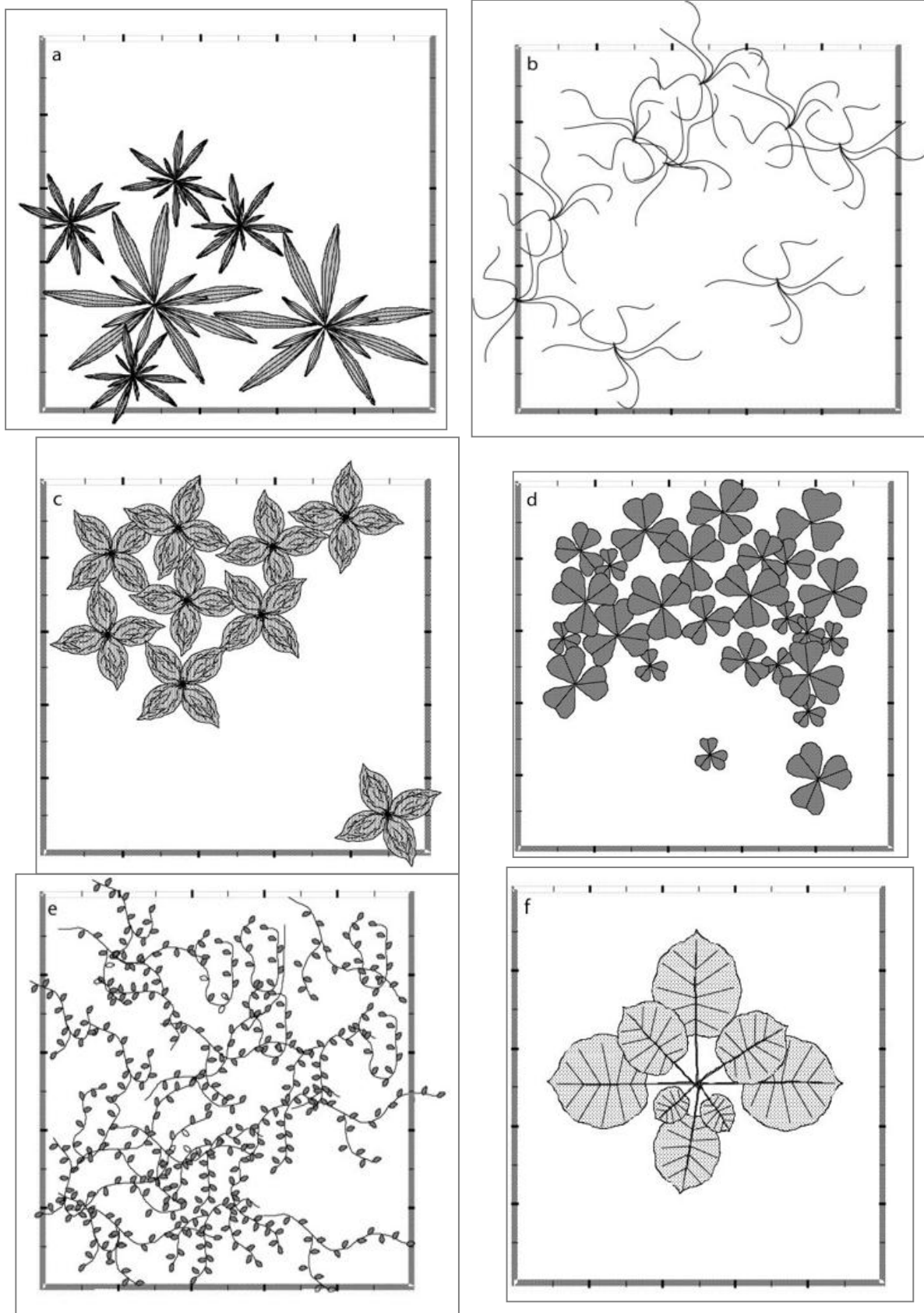


Рисунок 7.17.2. Шесть случаев проективного покрытия. Проверьте правильность оценки проективного покрытия (правильные значения представлены в % после параграфа 7.17.4).

7.17.2.3. Частота наблюдений

Обследование древесного и кустарникового ярусов проводится каждые 5 лет. В зависимости от устойчивости и уязвимости растительности интервалы между наблюдениями травянистого и напочвенного ярусов может составлять 1 - 5 лет. Для скорейшего создания временного ряда рекомендуются ежегодные наблюдения. Наблюдения проводятся в то время, когда большинство видов полностью развиты. В лиственных лесах может быть выделено два пика развития, один до распускания листьев, и один после.

7.17.3. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)

Обследования по возможности должен проводить один и тот же человек. Новый наблюдатель должен калибровать свои оценки по оценкам предыдущего. Для того, чтобы получить оценку ошибки наблюдателей, рекомендуется повторить измерения на не менее, чем 10 пробных площадях, и определить точность.

Точность оценки может быть повышена за счет обучения по компьютерным снимкам с известными значениями проективного покрытия (пример приведен на рис. 7.17.2) и/или измерения проективного покрытия доминирующих видов по фотографиям, на которых видна измерительная рамка.

Статистический анализ является полезным инструментом для расчета необходимого количества пробных площадей и выявления изменений состояния растительности. В любом случае анализ должен быть основан на известной вариабельности характеристик растительности на пробных площадях.

7.17.4. Предварительная обработка данных

Деревья

Определите высоту тех деревьев, которые не были измерены на пробных площадях, с помощью регрессии между диаметром и высотой измеренных деревьев.

На экополигонах, где подпрограмма VI «Древесные биоэлементы и дендроиндикация» не выполняется, рекомендуется определять биомассу древостоя площади интенсивного мониторинга с помощью данных, полученных на пробной площади. Тем самым будут применяться процедуры и формат отчетности подпрограммы VI.

Покров (COVE)

Проективное покрытие (за вычетом перекрытия покрытия отдельных особей) древесного и кустарникового ярусов даются в процентах (%) для всей пробной площади. Проективное покрытие картированных зарослей кустарников может быть вычислено по карте. Проективное покрытие травянистого и наземного ярусов и их видовой состав регистрируются для каждой пробной площади (рис. 7.17.1). Пробные площади являются базовыми единицами наблюдения, и каждая должна быть маркирована на местности. Маркировка каждой пробной площади должна быть уникальна. Формат маркировки отображает структуру площади интенсивного мониторинга.

Если площадь интенсивного мониторинга разбивается на четверти, то пробная площадь 2 в подплощади 3 первой четверти кодируется как 132 (Q,SS,SP) в формате QUARTER. Если используются другие способы кодирования, то структура площади интенсивного мониторинга не представляется. В этих случаях каждая пробная площадь нумеруется по порядку.

Фертильность (FERT)

Значение фертильности для каждого вида травянистого яруса рассчитывается для всех пробных площадок по формуле:

$$\text{Значение фертильности (\%)} = 100 \times [\sum(n_i * F_i)] / 2N$$

где:

$$F_i = 1, 2;$$

n_i = количество участков с фертильностью F_i ;

N = общее число участков с наличием вида.

Пример: вид обнаружен на 8 пробных площадях. На 2 площадях вид стерилен, на 3-х участках имеет фертильность 1; на 3 участках фертильность равна 2. Тогда расчет будет выглядеть как а). Если он имеет фертильность 2 на всех участках, т. е. максимальное значение, то расчёт будет производиться как б):

$$\text{а) } 100 \times [(3 \times 1) + (3 \times 2)] / 2 \times 8 = 56\%,$$

$$\text{б) } 100 \times [(0 \times 1) + (8 \times 2)] / 2 \times 8 = 100\%$$

Индекс фертильности (FERT_I) для всего травянистого яруса всех пробных площадей рассчитывается как среднее значение фертильности всех видов.

Встречаемость (FREQ)

Рассчитывается процент (%) встречаемости каждого вида в травянистом и напочвенном ярусах для всей площади интенсивного мониторинга путем деления количества пробных площадей, где вид присутствует, на общее количество площадей и умножения на 100.

Дополнительно: Индексы Элленберга (R и N)

Индикаторные значения видов по шкале Элленберга (1991) от 1 до 9 для pH почвы (R) и содержания питательных веществ (N) используют в качестве основы для определения экологического состояния участка. По возможности индикаторные значения должны быть адаптированы к местным условиям, если они отличны от условий Центральной Европы. Индексы Элленберга должны быть рассчитаны для каждой четверти площади интенсивного мониторинга по формулам:

$$\text{R-индекс} = \sum P_i * R_i$$

$$\text{N-индекс} = \sum P_i * N_i$$

где P_i = относительное проективное покрытие i -го вида, R_i -й или N_i = индикаторное значение R или N для i -го вида.

Вычисление осуществляется следующим образом. Рассчитайте относительное проективное покрытие всех видов травянистого и напочвенного ярусов, т.е. проективное покрытие каждого вида, деленное на сумму покрытий всех видов, имеющих индикаторное значение; сумма всех значений относительных проективных покрытий будет равна 1. Умножьте значение относительного проективного покрытия для каждого вида на его индикаторное значение R или N. Суммируйте полученные величины. Сумма дает индекс Элленберга.

Примечание: Значения для рисунка 7.17.2, проективное покрытие в процентах (%):

a: Scor hum 20

b: Desc fle 1.3

c: Paris qua 27

d: Oxal ace 32

e: Vacc oxy 19

f: Alnu inc 22

7.17.5. Представление данных

Перечень обязательных и дополнительных параметров ежегодного отчета представлен в таблице 7.17.

Таблица 7.17 Перечень параметров по подпрограмме VG Растительность (интенсивный участок)
Обязательные параметры

| Параметр | Список | Пояснение |
|----------|--------|---|
| COVE_T | IM | проективное покрытие яруса / видов (%) в древесном ярусе для всей площади интенсивного мониторинга. Если древесный ярус состоит из двух слоев, то представляются COVE_T1 и COVE_T2 |
| COVE_S | IM | проективное покрытие яруса / видов (%) в кустарниковом ярусе для всего интенсивного участка |
| COVE_F | IM | проективное покрытие яруса / видов (%) в травянистом ярусе для всего интенсивного участка |
| COVE_B | IM | проективное покрытие яруса / видов (%) в напочвенном ярусе для всего интенсивного участка |
| NUM_LD | IM | количество живых деревьев с классом диаметра от 5 или 10 см по видам и общий КЛАСС: 0 = 0-4 см, 5 = 5-9 см, 10 = 10-14 см, 15 = 15-19 см и т.д.), для всей площади интенсивного мониторинга. |
| NUM_DD | IM | Количество мёртвых деревьев с классом диаметра от 5 или 10 см по видам и общий; (классы как в NUM_LD), для всего интенсивного участка |
| NUM_FD | IM | Количество поваленных деревьев (брёвен) с классом диаметра от 5 или 10 см по видам и общий; (классы как в NUM_LD), для всей площади интенсивного мониторинга. |
| NUM_LH | IM | Количество живых деревьев классом от 1 или 5м в высоту по видам и общее значение (КЛАСС: 1=1.3-4м, 5=5-9 м, 10=10-14 м, 15=15-19 м и т.д.), для всей площади интенсивного мониторинга. |
| NUM_LCL | IM | Количество живых деревьев с шириной кроны от 1м по видам и общее значение (КЛАСС: 0=0-0.9 м, 1=1.0-1.9 м, 2=2.0-2.9 м, 3=3.0-3.9 м и так далее), для всей площади интенсивного мониторинга. |
| NUM_LCW | IM | Количество живых деревьев с диаметром кроны от 1м по видам и общее значение (КЛАСС: 0=0-0.9 м, 1=1.0-1.9 м, 2=2.0-2.9 м, 3=3.0-3.9 м и так далее), для всей площади интенсивного мониторинга. |

Дополнительные параметры

| Параметр | список | |
|----------|--------|---|
| FERT | IM | Индекс фертильности для видов травянистого яруса (%) для всей площади интенсивного мониторинга |
| FERT_I | IM | Индекс фертильности для всех видов травянистого яруса (%) вместе |
| FREQ | IM | Частота встречаемости соответственно для видов травянистого и напочвенного ярусов для всей площади интенсивного мониторинга. |
| SENS_R | IM | Индекс кислотности почв Элленберга (R) для, например всех видов травянистого и напочвенного ярусов из расчёта на четверть (1-4) (2 десятичных знака), сообщается по каждой четверти |
| SENS_N | IM | Индекс Элленберга (N) для, например, всех видов травянистого и напочвенного ярусов из расчёта на четверть (1-4) (2 десятичных знака), сообщается по каждой четверти |

Примеры:

[VG example Excel file](#)

[VG example ASCII file](#)

- Идентификатор файла SUBPROG обозначает подпрограмму.
- Код вида представляется как MEDIUM с использованием национальных кодов (см. Приложение 6 и подпрограмму TF).
- Структура каждой пробной площади обозначается либо порядковыми номерами, либо номерами четвертей и пробных площадей.
- Год и месяц пробоотбора даются как YYYYMM.
- Параметр SPOOL представляет собой количество пробных площадей или деревьев/кустарников;
- Параметр CLASS представляет собой диаметр, высоту и ширину кроны.
- Укажите применяемые при вычислении индекса Элленберга параметры.
- Данные по ярусам деревьев и кустарников получаются со всей площади интенсивного мониторинга.
- Укажите коды ярусов T, S, F, B для древесной, кустарниковой, травянистой и наземной группировок.
- Если рассматриваются два древесных яруса, используйте коды T1 и T2.

Значения представляются как средние или суммы с идентификатором X и S соответственно. Общая информация об идентификаторах дана в главе 4.

7.17.6. Литература

Bråkenhielm, S. & Liu, Q. 1995. Comparison of Field Methods in Vegetation Monitoring. *Water, Air and Soil Pollution* 79:75-87.

Ellenberg, H., Weber, H. E., D., R. Wirth, V., Werner, W. & Paulissen, D. 1991. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. -*Scripta Geobotanica* 18.

7.18. Дополнительная подпрограмма VI: Древесные биоэлементы и дендроиндикация

7.18.1. Введение

Главной целью подпрограммы VI является оценка содержания и динамика химических элементов, которые содержатся в древесной биомассе, включая корни и мортмассу в пределах водосбора. В лесных экосистемах эта совокупность элементов является одной из самых важных, иногда более важной, чем их количество в почве.

Другие цели подпрограммы:

- Оценка воздействия древостоев на осаждение химических агентов (подпрограмма TF «Подкроновый сток»), суммарный перенос соединений и их циркуляцию (подпрограммы FC «Химия листвы» и LF «Химия опада»), а также ионный баланс элементов на территории водосбора;
- Мониторинг древостоев как биологического индикатора загрязнения воздуха и других изменений состояния атмосферы.

Данная подпрограмма дополняется мониторингом структуры растительности в ходе подпрограммы VS «Структура растительности и проективное покрытие».

Подпрограмма VI не может применяться, там, где лесные насаждения отсутствуют или не вносят значительный вклад в биомассу экополигона. Подпрограмма не выполняется, если отсутствуют возможности для расчета биомассы и значения концентраций элементов. Оценку древесной биомассы необходимо дополнить оценкой биомассы травянистого и напочвенного ярусов.

7.18.2. Методы

7.18.2.1. Выбор пробной площади

Данные собирают методами картирования древостоя и регистрации параметров деревьев на репрезентативных для эколопигона пробных площадях. Измерения проводят на круговых площадках, предпочтительно радиусом 10 м, на пробных площадях подпрограммы VS «Структура растительности и проективное покрытие», в сети квадратов (Приложение VI, рис. 1). После картирования древостоя следует решить, сколько площадок закладывать в каждом типе древостоя. Рекомендуется для больших древостоев (до 1 км²) закладывать не менее 20 пробных площадей, а для малых - (минимум 0,25 га) заложить по меньшей мере два участка.

При закладке пробных площадей не рекомендуется выбирать участки, представленные более, чем одним типом древостоя. Если выполнение этой рекомендации приведет к потере значимого количества пробных площадей, используйте территории с двумя типами древостоев и обследуйте только доминирующие деревья. Участки с более, чем двумя различными типами древостоя отклоняются в любом случае. Участки, на которых невозможно проведение измерений, например, по причине рельефа, неудобного расположения или высокой степени гетерогенности, должны исключаться.

7.18.2.2. Наблюдения

Обследование деревьев, бревен и пней может быть выполнено на двух уровнях детализации. Более высокий уровень включает в себя регистрацию положения каждого отдельного дерева на участке, в то время как на нижнем уровне этого не делается. В первом случае лучше оценивается динамика биомассы и более детально выявляется динамика популяций.

На пробных площадях данной подпрограммы должны измеряться дефолиация, депигментация и повреждение в соответствии с подпрограммой FD «Повреждение лесов».

Живые деревья

Измерьте диаметр на высоте груди (1,3 м) всех живых деревьев (со стволами шире определенного диаметра) на пробной площади и определите виды. Какой размер ствола считать минимальным - зависит от характера древостоя. Для всех лесов рекомендуется минимальный размер 5 или 10 см. Если небольшие деревья формируют значительную часть древостоя, следует выбрать меньший минимальный диаметр.

Измерьте высоту пробных деревьев, объективно выбранных из совокупности каждого класса диаметра. Например, выбирайте по одному дереву из каждого класса экземпляров с диаметром ствола 5 или 10 см по порядку при движении по часовой стрелке по пробной площади, начиная с севера (рис. 7.18.1). Эта процедура обеспечит попадание в выборку представителей всех классов диаметра.

Измерьте высоту до нижнего предела кроны и ширину кроны пробного дерева, что необходимо для определения проективного покрытия и объема крон.

Классифицируйте витальность всех деревьев следующим образом:

- 1 — здоровое дерево,
- 2 — ослабленное дерево,
- 3 — мертвое дерево.

На более высоком уровне детализации отметьте местоположение базального основания ствола, направление и расстояние от центра пробной площади (см. рис. 7.18.1).

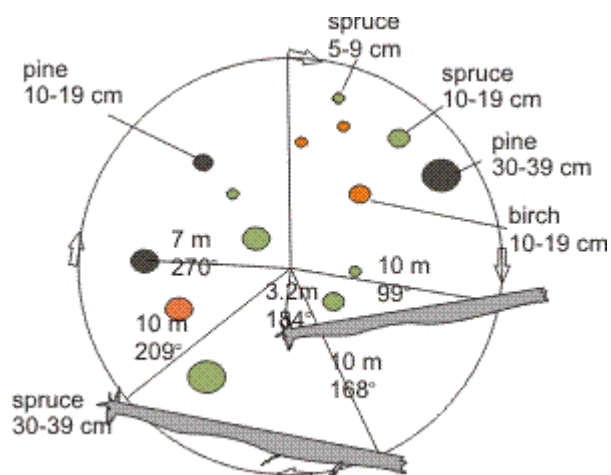


Рисунок 7.18.1. Предлагаемая схема места нахождения и диаметра ствола пробных деревьев на круглой площадке (начиная с севера, по часовой стрелке для представления в выборке деревьев всех классов диаметров для каждого вида)

Мертвые деревья, бревна, пни

Измерьте диаметр сухостоя и бревен (ветровал) на расстоянии 1,3 м от комля. У высоких пней измеряется диаметр на высоте груди, у низких — диаметр верхней поверхности. Применяйте метод минимальных диаметров, как для живых деревьев.

Стадии разложения дерева можно классифицировать следующим образом (используйте острый нож для испытания прочности древесины):

- 0 — свежий ствол;
- 1 — коры нет, древесина твердая;
- 2 — <10% объема мягкой древесины;
- 3 — 10-50% мягкой древесины;
- 4 — 50-76% мягкой древесины.

Когда >75% древесины размягчены, ветровал не рассматривается.

На более высоком уровне детализации измеряется положение каждого объекта, направление и расстояние до него от центра участка. Положение и длина бревна в пределах пробной площади может быть выведено из координат его базального и дистального концов бревна.

Вычислите площадь всей территории наблюдений и каждого участка древостоя по карте.

7.18.3. Частота наблюдений

Наблюдения проводятся каждые пять лет.

7.18.4. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)

Для получения точных данных регулярно проводите тренинг полевой команды. Проверяйте значения данных на "невозможность" значений перед и после их регистрации на электронном носителе. Вероятность сохранения правильных данных повышается, если задействовано каждое поле данных электронной таблицы. Существует большой риск ошибиться и получить некорректные результаты во многих операциях по расчету биомассы и биоэлементов, если не контролировать ввод данных.

7.18.5. Предварительная обработка данных

Рассчитайте высоту, диаметр и ширину кроны всех деревьев на основании значений этих параметров у пробных экземпляров. Желательно, чтобы каждая страна-участница программы делала свои собственные расчеты биоэлементов из-за географической вариабельности параметров экосистем и методик расчетов.

Каждой стране-участнице рекомендуется самостоятельно делать расчеты биоэлементов, т. к. функции и параметры определяются местными условиями. В качестве примера в приложении VI представлены функции и параметры для Скандинавских стран.

Если отсутствуют функции для оценки биомассы и данные о концентрации элементов, то в отчете приводится только количество деревьев и их размер в древостое. В качестве дополнения к отчету прикладывается карта древостоев или данные о каждом древостое.

7.18.8. Представление данных

Таблица 7.18 Перечень обязательных и дополнительных параметров ежегодного отчета

| | | |
|-------------|----|--|
| NUM_LD | IM | Количество живых деревьев (5 или 10 см диаметр) по видам деревьев и типоразмеров (например, класс 0=0-4 см, 5=5-9 см, 10=10-14 см, 15=15-19 см и т.д.) |
| NUM_LH | IM | Количество живых деревьев по видам и типоразмерам (класс 1=1.3-4 м, 5=5-9 м, 10=10-14 м, 15=15-19 м и т. д.), вычисленное по регрессии от данных площадки |
| NUM_LCL | IM | Количество живых деревьев на 1 м границы кроны по видам и типам древостоя (классы: 0=0-0.9 м, 1=1.0-1.9 м, 2=2.0-2.9 м, 3=3.0-3.9 м etc.) (единица=деревья) |
| NUM_LCW | IM | количество живых деревьев на 1 м ширины короны класса на вид и тип древостоя (классы: 0 = 0-0,9 м, 1 = 1,0-1,9 м, 2 = 2,0-2,9 м, 3 = 3.0-3.9 м и т.д .) (ед. = деревья) |
| VITA | IM | жизнеспособность (3 классов, класс = 1,2,3) живых деревьев, число деревьев на общей классам и по видам, на тип древостоя (ед. = деревья) |
| NUM_DD | IM | Количество мертвых стоящих деревьев 5 или 10 см классов диаметра по видам и на тип древостоя (see NUM_LD) (ед.=деревья) |
| NUM_FD | IM | Количество упавших деревьев 5 или 10 см классов диаметра на тип древостоя (см. NUM_LD) (ед.=деревья) |
| NUM_SD | IM | Количество пней 5 или 10 см диаметра по видам и типам древостоя (см. NUM_LD) (ед.=деревья) |
| DECO | IM | степень разложения (5 классов, класс = 0,1,2,3,4) мертвых поваленных деревьев (ветровал) и пней, число деревьев на общей классам и по видам на тип древостоя (ед. = деревья) |
| BIOM | IM | Биомасса (tons) на водосбор |
| Bioelements | | Содержание элементов общее (kg or g) на водосбор |
| NTOT | DB | Общий азот (kg) |
| STOT | DB | Общая сера (kg) |
| PTOT | DB | Общий фосфор (kg) |
| NA | DB | Натрий (kg) |
| K | DB | Калий (kg) |
| CA | DB | Кальций (kg) |
| MG | DB | Магний (kg) |
| FE | DB | Железо (kg) |
| MN | DB | Марганец (g или kg) |
| ZN | DB | Цинк (g или kg) |
| CU | DB | Медь (g или kg) |
| B | DB | Бор (g или kg) |

Примеры:

[BI example Excel file](#)

[BI example ASCII file](#)

- Идентификатор файла SUBPROG обозначает подпрограмму.
- Номер станции SCODE дается как 9999 для представления целого экополигона МСП КМ (или используйте код SCODE по своему выбору).
- Параметр MEDIUM представляет тип древостоя. Включите отдельный список используемых названий типов древостоя и кодов. LISTSPE представляет коды стран, например, SE для списка кодов Швеции (коды унифицируются в Программном центре).
- Укажите, какой минимальный класс диаметра применялся в обследовании.
- Укажите площадь древостоя (это необходимо для вычисления биомассы) как параметр SIZE.
- Параметр SPOOL означает количество пробных площадей в древостое.
- Видовые названия характеризуются параметром SPECIES (см. список кодов B4, приложение б).
- Укажите диаметр, высоту, витальность и классы разложения древесины как CLASS.
- Год и месяц пробоотбора даются как YYYYMM.
- Общая информация об идентификаторах дана в Главе 4.

7.18.7. Литература

van Ek, R. & Draaijers, G.P.J., 1991. Atmospheric Deposition in Relation to Forest Stand Structure. Inst. of Geographical Research, Dept of Physical Geography, Univ. of Utrecht.

BI

Annex

[http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/Procedure_for_calculating_biomass_\(16707\)](http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/7_Methodology_and_Reporting_of_Subprogrammes/Procedure_for_calculating_biomass_(16707))

7.19. Дополнительная подпрограмма VS: Структура растительности и проективное покрытие

7.19.1. Введение

Основной целью подпрограммы является выявление различных изменений в структуре и видовом составе фитоценозов на станциях МСП КМ. Эти данные также используются при оценке биоразнообразия древесного, кустарникового, травянистого и наземного ярусов всего водосбора.

Следует развивать методы определения биомассы подпологовой растительности и содержания химических элементов в ней для улучшения оценки содержания химических элементов в древостоях (подпрограмма BI).

7.19.2. Методы

7.19.2.1. Выбор пробных площадей

Наблюдения проводят на постоянных пробных площадях, желательно круглой формы. Оптимальная площадь для оценки проективного покрытия составляет 100 м² (радиус 5,64 м). В таком случае 1 м² составляет 1% площади. Пробные площади предпочтительно располагать вдоль трансекты (рис. 5.7) на или поблизости от пробных площадей подпрограммы BI «Древесные биоэлементы и дендроиндикация», или по сетке квадратов,

используя одни и те же коды пробных площадей. Для пробных площадей VI должны быть доступны данные по почвам; эти данные можно использовать при анализе результатов выполнения подпрограммы VS. Расположение вне площадей подпрограммы VI рекомендуется для чувствительной растительности, чтобы избежать вытаптывания. Центр пробной площади маркируется для последующих наблюдений. В случаях, если не позволяет топографическая ситуация, высока гетерогенность, или если доминирующая растительная группировка не покрывает более 50% территории, пробная площадь не закладывается.

Как бы ни были организованы наблюдения, исследуемые параметры должны быть репрезентативны для всего водосбора. В формате представления данных 2010 г. основным является уровень пробных площадей, а не растительных группировок.

7.19.2.2. Наблюдения

Выделите древесный, кустарниковый, травянистый, наземный ярусы растительности в соответствии с их стратификацией и жизненными формами. Специальных ограничений высоты деревьев и кустарников нет, но можно предложить ряд примеров:

- древесный ярус — деревья более 5 м,
- морфологически определенные кустарники — более 1 м,
- травянистый ярус — карликовые деревья, кустарнички менее 1 м, другие сосудистые растения независимо от высоты;
- наземный ярус — мхи и лишайники.

В соответствии с этой классификацией древесные виды могут присутствовать как в древесном, так и в кустарниковом и травянистом ярусах. При необходимости можно разделить древесный ярус на верхнюю (T1) и нижнюю (T2) страты.

Определите общее проективное покрытие каждого яруса растительности и каждого вида в каждом ярусе на каждой пробной площади. Проективное покрытие представляет собой площадь горизонтальной проекции надземных частей растения (эту площадь занимает тень растения, когда солнце в зените) (рис. 7.17.2).

Обычно применяются классы покрытия в процентах. На практике однопроцентные классы могут применяться на концах шкал, в то время как в середине, вокруг 50%, такие точные оценки невозможны. Тем не менее, все результаты выражаются в процентах. Обратите внимание, что проективное покрытие экземпляров, растущих на таких поверхностях, как камни и ветровальные стволы, не определяются.

7.19.3. Частота наблюдений.

Исследования повторяются через 10-20 лет или после существенных изменений, таких, как интенсивное лесопользование, усиление выпаса, пожар, ветровал, лавина, оползень. Период обследования должен совпадать со временем максимального развития вегетативных и репродуктивных органов растений.

7.19.4. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)

Результаты определения проективного покрытия на пробной площади размером 100 м² не позволяют выявлять мелкие изменения состояния растительности. Тем не менее, даже грубая оценка проективного покрытия отдельных ярусов много говорит о вертикальной стратификации и доминировании в фитоценозе. Наблюдателю можно посоветовать не прилагать слишком много усилий для оценки абсолютного покрытия, но сконцентрироваться на определении видов. Что касается мелких растений, таких, как некоторые печеночные мхи, наблюдателю не следует проявлять перфекционизм.

7.19.5. Представление данных

Обязательные параметры

| Параметр | список | Описание и единицы измерения |
|----------|--------|--|
| COVE_T | IM | проективное покрытие яруса / видов (%) в древесном ярусе для пробной площадки. |
| COVE_S | IM | проективное покрытие яруса / видов (%) в кустарниковом ярусе для пробной площадки. |
| COVE_F | IM | проективное покрытие яруса / видов (%) в травянистом ярусе для пробной площадки. |
| COVE_B | IM | проективное покрытие яруса / видов (%) в напочвенном ярусе для пробной площадки |

Примеры:

[VS example Excel file](#)

[VS example ASCII file](#)

- Идентификатор файла SUBPROG обозначает подпрограмму.
- Номер станции SCODE обозначает пробную площадь.
- Фитоценоз на пробной площади обозначается как MEDIUM. Создайте перечень фитоценозов и их кодов. Отметьте, какие названия и коды были использованы. Список национальных кодов обозначается как LISTMED. Список кодов Швеции обозначается как SE. Программный центр ведет работу по унификации национальных списков кодов. Коды для отдельных стран можно получить в Программном центре.
- Параметр SPOOL всегда равен 1.
- Виды растений обозначаются как SPECIES с использованием национальных кодов (см. Приложение 6).
- Ярусы (Т — древесный, S — кустарниковый, F — травянистый, В — наземный) определяются кодами параметров (PARAM).
- Год и месяц пробоотбора обозначается как YYYYMM.
- Общая информация об идентификаторах дана в главе 4.

7.19.6. Литература

Cruickshank, M. M. & Tomlinson, R. W., 1996. Application of CORINE land cover methodology to the UK. Some issues raised from Northern Ireland. -Global Ecology and Biogeography Letters 5: 235-248.

van Ek, R. & Draaijers, G.P.J., 1991. Atmospheric Deposition in Relation to Forest Stand Structure. Inst. of Geographical Research, Dept of Physical Geography, Univ. of Utrecht.

Påhlsson, L. (ed.), 1994. Vegetationstyper i Norden (Vegetation types in the Nordic countries). Tema Nord 1994:665. Nordic Council of Ministers. (In Swedish, with introduction and type names in English.)

7.20. Подпрограмма EP: Стволовые эпифиты

7.20.1. Введение

Целью подпрограммы является биоиндикация с помощью лишайников, прежде всего, изменений в уровне закисляющих атмосферных выпадений. Лишайники находятся под непосредственным воздействием загрязняющих веществ в атмосфере и обладают различной чувствительностью к этим факторам. Индекс, вычисляемый на основе оценки качественного и количественного состава сообщества лишайнофлоры, является показателем воздействия на

всю экосистему. Аналогичный индекс применяется в подпрограммах VG «Растительность» и VS «Структура растительности и проективный покров».

7.20.2. Методы

Метод исследований основан на наблюдениях за эпифитными лишайниками. По возможности используйте комбинацию постоянных и временных деревьев. Первые обеспечивают минимальный пространственный разброс, вторые минимизируют эффекты роста дерева и увеличивают репрезентативность пробной площади.

7.20.2.1. Выбор пробных площадей и деревьев

Выберите группы деревьев, распределенных по возможности равномерно по территории экополигона. Каждая группа является пробной площадью, представляющей один или более основных видов деревьев на данной территории. На площади 50 га будет достаточно заложить 5-10 пробных площадей с постоянными деревьями и/или то же количество пробных площадей с временными деревьями. Количество площадей зависит от количества видов деревьев и лишайников. В каждой группе (на пробной площади) должно быть 5-10 деревьев. Преимущественно должны подвергаться обследованию представители родов *Pinus*, *Picea*, *Quercus*, *Fagus*, *Populus*, *Fraxinus*, *Betula*.

Выбор пробных площадей и деревьев должен производиться в соответствии со следующими критериями:

- экологические условия пробной площади не должны быть экстремальными: избегайте затененных впадин, продуваемых ветром высот, очень влажных или очень сухих почв, загущенных или разреженных древостоев;
- стволы должны располагаться вертикально;
- используйте спелые деревья;
- используйте деревья без сильных повреждений кроны и коры;
- используйте деревья с наиболее прочной корой;
- видовой состав лишайников не должен сильно отличаться от состава лишенофлоры на соседних деревьях того же вида.

Постоянные деревья в случае нежелательных изменений (в случае повреждений, гибели, чрезмерного разрастания в ширину) исключают из обследований. Временные деревья выбирают каждый раз заново с учетом состояния ценоза лишайников.

7.20.2.2. Наблюдения

Обследуйте все виды лишайников или, если это невозможно, по крайней мере наиболее многочисленные плюс несколько корковых видов, легко поддающихся определению и имеющих высокую индикаторную значимость (Hultengren et al. 1992, Insarova et al. 1992). Обследования проводятся на стволах деревьев на высоте 50-200 см от поверхности почвы либо методом линейных пересечений (А), либо методом точечной оценки встречаемости (Б), либо методом перечня видового состава (В). Каждый из этих методов включает оценку состояния лишайников (Г). В дополнение рекомендуется фотографирование. Методы линейных пересечений и точечной оценки встречаемости являются наиболее подходящими для постоянных деревьев.

Метод линейных пересечений (А)

Определите лишайники вдоль измерительной ленты, обернутой вокруг ствола пробного дерева на одном и более уровнях 60, 90, 120, 150 см над поверхностью почвы. Обязательным является уровень 120 см. Измерьте начало и конец (мм) каждого таллома, пересекаемого верхним краем ленты. Возьмите образцы видов, не поддающихся определению в полевых условиях.

Желательно составить список всех видов на стволе на расстоянии 50-200 см над поверхностью почвы (метод В) в дополнение к методу линейных пересечений.

Метод точечной оценки встречаемости (Б)

Встречаемость оценивается по количеству попадающих в измерительную рамку талломов. На постоянных деревьях случайным образом выберите, на какой стороне ствола поместить измерительную рамку. Используйте 8 направлений по компасу (С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, СЗ). На временных деревьях положение измерительной рамки должно быть всегда одно и то же и иметь северное направление. Закрепите края прозрачного пластикового листа (размерами 30x40 или 40x40 см) на стволе пробного дерева.

Рамка должна иметь 100 400 точек, распределенных в виде регулярной сетки. Центр рамки должен быть расположен в 120 см над поверхностью почвы. Маркируйте положение рамки на стволах постоянных деревьев. При этом маркировка не должна повреждать ствол. Посчитайте количество пересекающихся с сеткой рамки талломов.

Желательно составить список всех видов на стволе на расстоянии 50-200 см над поверхностью почвы (метод В) в дополнение к методу точечной оценки встречаемости .

Метод перечня видового состава (В)

Составьте список видов лишайников, обитающих между 50 и 200 см над поверхностью почвы на каждом дереве на пробной площади.

Метод оценки состояния лишайников (Г)

Для лишайников, обитающих на пробных деревьях на расстоянии 50-200 см над поверхностью почвы, независимо от применяемого метода должны определяться следующие дополнительные параметры:

- длина талломов: измерьте или оцените на каждом дереве для каждого вида бородатых лишайников длину самого длинного таллома;
- витальность: оцените витальность массовых листовых лишайников, например, *Hypogymnia physodes* or *Parmelia sulcata*, на каждом пробном дереве по шкале:
 - 1 — нормальное состояние;
 - 2 — легкие повреждения;
 - 3 — средние повреждения;
 - 4 — сильные повреждения;
 - 5 — погибший таллом.

Фотографирование

В дополнение к методам А, Б, В и Г на постоянных деревьях рекомендуется фотографировать постоянно маркированные квадраты на стволах одного или нескольких деревьев с использованием жесткой фоторамки. Рамка должна быть маркирована, например, пластиковым шурупом, ввинченным в ствол. В методе Б расположение рамок совпадают; в методах А и В рекомендованная высота (центр рамки) составляет 120 см на поверхностью почвы.

Цветные снимки лишайников проецируют на экран с точками или кругами; подсчитываются пересечения с талломами каждого вида. Определение сфотографированных видов облегчается, если в полевых условиях отмечается, какие виды обитают внутри фоторамки. Метод фотографирования выявляет и позволяет оценить количественно изменение размеров талломов между двумя наблюдениями, хотя не все виды поддаются определению. Этот метод позволяет проводить ретроспективные исследования долгосрочных трендов.

7.20.3. Частота и условия обследований

Обследования повторяются каждые 1-5 лет, преимущественно в сухую погоду, в любое время года.

7.20.4. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)

Один существенный источник ошибок в мониторинге лишайников — это определение таксономического положения образцов. Обычно для этого требуется помощь специалиста. Другой источник ошибок — это размер выборки. Мониторинг, основанный на временных деревьях, требует значительно большей выборки, чем мониторинг, основанный на постоянных деревьях. При этом и в том, и в другом случае необходим одинаковый уровень достоверности.

7.20.5. Предварительная обработка данных

Обязательно: проективное покрытие, точечная оценка встречаемости, видовой состав

Метод А: линейное покрытие (%) определяется как общая длина пересечений лишайников и мерной ленты в процентах от окружности ствола дерева на уровне измерения. Вычислите среднее покрытие каждого вида лишайников на каждом дереве пробной площади. Если для пробной площади получено только одно значение, оно трактуется как среднее.

Метод Б: Средняя точечная встречаемость (%) определяется как процент точек, где были отмечены лишайники, от общего количества точек сетки. Вычислите среднюю частоту встречаемости каждого вида лишайников для каждого дерева на пробной площади. Если для пробной площади получено только одно значение, оно трактуется как среднее.

Метод В: Вычислите частоту встречаемости видов лишайников на деревьях одного вида на пробной площади.

Метод Г: Вычислите среднюю максимальную длину таллома на всех деревьях на пробной площади (включая значение 0 для деревьев, на которых отсутствуют бородачатые лишайники). Если они отсутствуют на всех деревьях, результаты не представляются. Определите моду витальности для каждого вида на всех деревьях пробной площади. В данном случае вид дерева не имеет значения.

Дополнительно: индекс чувствительности (S)

Классы чувствительности видов (1-9 или 1-10 классы) (Hultengren et al. 1991, Insarova et al. 1992) или их региональные модификации используются для вычисления индексов чувствительности лишайников. Значения Халтенгрена (Hultengren et al. 1991) применимы для условий Швеции; значения Инсаровой (Insarova et al. 1992) — в более широком географическом диапазоне.

Индекс чувствительности, ранжированный от 1 до 9, для всех деревьев (независимо от вида) каждой пробной площади вычисляется по формуле:

$$S = \sum P_i * S_i$$

где P_i - относительное покрытие/частота встречаемости i -го вида; S_i — значение чувствительности S (1-9) i -го вида.

Выполните следующие процедуры:

- Вычислите относительное покрытие и т. д. каждого вида, т.е, покрытие, деленное на сумму покрытий всех видов, имеющих значение чувствительности; сумма всех относительных покрытий составляет 1.

- Умножьте значение относительного покрытия каждого вида на значение его чувствительности.

Суммируйте полученные величины. Это и будет индекс для каждой пробной площади.

7.20.6. Представление данных

Обязательные параметры

| Параметр | Список | Описание+единицы |
|---------------------------------|--------|---|
| Метод А | | |
| ACOVE | IM | Покрытие (%), среднее для видов лишайников, видов деревьев на пробной площади |
| Метод Б | | |
| BPOFR | IM | Встречаемость (%), средняя для видов лишайников, видов деревьев на пробной площади |
| Метод В | | |
| CFREQ | IM | Встречаемость (количество деревьев с наличием вида) на вид лишайников, вид дерева, пробную площадь. |
| Метод Г | | |
| LENG | IM | Среднее всех максимальных длин талломов (см) на пробной площади (независимо от вида дерева). |
| VITA | IM | Мода витальности талломов на пробной площади (код класса витальности) независимо от вида дерева. |
| Дополнительные параметры | | |
| SENS_S | IM | Индекс чувствительности для пробной площади, включая все деревья независимо от вида |

Значения чувствительности лишайников представляются отдельным списком.

Примеры:

[EP example Excel file](#)

[EP example ASCII file](#)

- Идентификатор файла SUBPROG обозначает подпрограмму.
- Параметр SCODE обозначает группу деревьев (пробную площадь).
- Деревья-хозяева обозначаются как MEDIUM с использованием кодов NCC для деревьев (список кодов B4, см. Приложение 6 и для наиболее массовых видов деревьев подпрограмму TF «Подкроновый сток»).
- Параметр SPOOL обозначает количество пробных деревьев одного вида на пробной площади.
- Идентификатор PFLAG указывает, постоянное (P) дерево используется, или временное (T).
- Виды эпифитов представляются как SPECIES (см. Приложение 6).

- Значения представляются как средние или моды, идентификатор статуса X или M соответственно (см. выше). Общая информация об идентификаторах дана в главе 4.
- Месяц и год пробоотбора представляются как YYYYMM.

7.20.4. Литература

Huckaby, L.S. (ed.), 1993. Lichens as Bioindicators of Air Quality. USDA Forest Service. General Technical Report RM-224.

Hultengren, S., Martinsson, P.-O. & Stenström, J., 1991. Lichens and air pollution. Classification of sensitivity and calculation of indices in epiphytic lichens. Swedish Environment Protection Agency. Report 3967. (In Swedish with English summary.)

Insarova, I.D., Insarov, G.E., Bråkenhielm, S., Hultengren, S., Martinson, P.-O. & Semenov, S., 1992. Lichen sensitivity and air pollution. Swedish Environment Protection Agency. Report 4007.

Kovács, M., 1992. Lichens. In: Kovács, M. (ed.). Biological Indicators in Environmental Protection. Ellis Horwood. London.

7.21. Дополнительная подпрограмма AL: Наземные зеленые водоросли

7.21.1. Введение

Цель подпрограммы – биотестирование изменений уровня атмосферной эвтрофикации биогеоценозов, вызванной, главным образом, выпадениями соединений азота. Биоиндикатором являются зеленые водоросли на хвое (в основном *Pleurococcus vulgaris* (syn. *Protococcus viridis*)).

Подпрограмма может выполняться лишь на тех станциях, где произрастает ель европейская.

7.21.2. Методы

7.21.2.1. Выбор пробных площадей и деревьев

Выбирается 15-20 приспевающих (5-10 м) компактно растущих елей в изреженном древостое. Выбранные ели по возможности должны стоять свободно, так, чтобы их кроны не перекрывались. Нельзя использовать экземпляры, растущие под листопадными породами. Желательно, чтобы они росли на хорошо дренированной почве, обладали достаточно плотной кроной и длинной хвоей, а также не были чахлыми или чрезмерно вытянутыми. Наблюдения из года в год проводятся на одних и тех же деревьях, пока те не станут непригодными для изучения и не потребуют замены.

7.21.2.2. Наблюдения

На каждом дереве выбирают три боковых противоположных ветви первого порядка, растущих на уровне глаз наблюдателя (~ 160 см). С помощью лупы (увеличение в 2-5 раз) определяют наличие или отсутствие на этих ветвях водорослей. В случае наличия водорослей находят хвоинки, покрытые наиболее толстым слоем водорослей и оценивают толщину покрытия. Оценка предусмотрена качественная, балльная, в соответствии с представленной шкалой (см. рис. 7.21.1):

- 1 = покрытие мозаичное, тонкое;
- 2 = покрытие среднее;
- 3 = покрытие толстое, грубой структуры.

Находят самый молодой побег, покрытый водорослями, отмечают его возраст. Выборочно определяют количество междуузлий, на которых сохранилось более чем 5 и 50 % хвои.

7.21.3. Частота и условия наблюдений

Данные наблюдения необходимо проводить ежегодно в июле - сентябре при хорошем освещении и сухой хвое.

7.21.4. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)

Основной источник неопределенностей для наблюдателя — как оценить толщину покрытия. В данном случае абсолютный стандарт отсутствует. Тем не менее, 1 и 3 классы различаются относительно хорошо, и следует ориентироваться на их различие. Не рекомендуется тратить много усилий на выявление мелких колоний водорослей при обследовании молодых побегов ели.

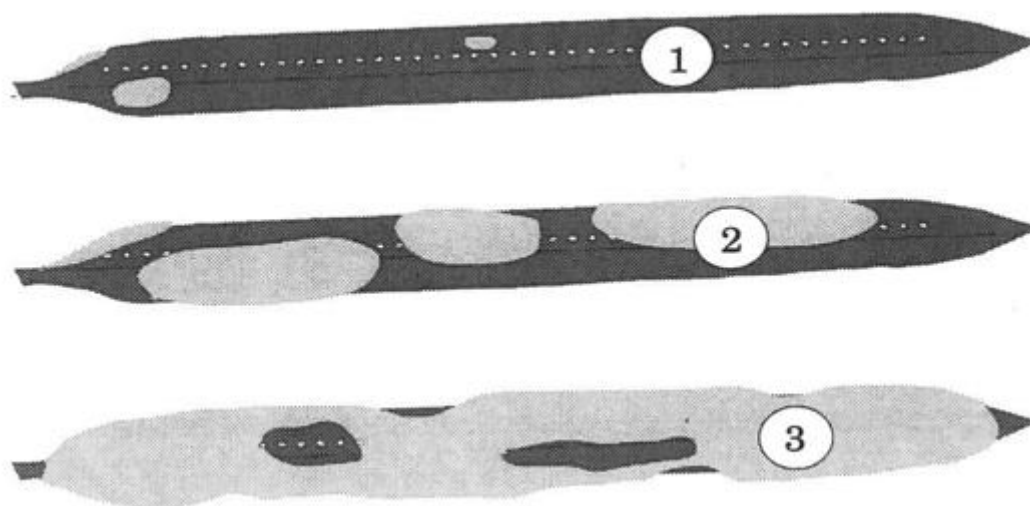


Рис. 7.21.1. Классы покрытия хвои водорослями

7.21.3. Представление данных

| Параметр | список | Описание + единицы |
|----------|--------|--|
| ABS | IM | Количество ветвей (максимально 3) на дереве, на которых нет водорослей |
| YALG | IM | Возраст (годы) наиболее молодой ветви, среднее для дерева |
| COAT | IM | Наиболее толстое покрытие (код), среднее для значений с трех побегов на дереве |
| NMED | IM | Количество годичных побегов с >50 % сохранившейся хвои |
| NMAX | IM | Количество годичных побегов с >5 % сохранившейся хвои |

Примеры:

[AL example Excel file](#)

[AL example ASCII file](#)

- Представляются данные для каждого дерева, что позволяет оценивать степень значимости изменений.
- Идентификатор файла SUBPROG обозначает подпрограмму.
- Вид дерева-хозяина - *Picea abies*. Параметр MEDIUM всегда PICE ABI, код B4 (см. Приложение б).
- Укажите номера деревьев в колонке TREE.
- Месяц и год пробоотбора представляются как YYYYMM.
- Параметр SPOOL относится к количеству деревьев и всегда равен 1.

Представляются средние значения, идентификатор статуса X. Общая информация об идентификаторах представлена в главе 4.

7.21.4. Литература

Bråkenhielm, S. and Liu, Q., 1995. Spatial and temporal variability of algal and lichen epiphytes on trees in relation to pollutant deposition in Sweden. *Water, Air and Soil Pollution* 79: 61-74.

Göransson, A., 1988. Luftalger och lavar indikerar luftföroreningar. SNV Rapport 3562. (In Swedish.)

Peveling, E., Burg, H. and Tenberge, K.B., 1992. Epiphytic Algae and Fungi on Spruce needles. *Symbiosis*, 12: 173-187.

Söchting, U., Jensen, B., Unger, L., 1992. Epifyllfloraen på Rödgran. En undersøgelse af belægninger på grannåle. Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen og Københavns Universitet, Institut for Sporeplaner. (In Danish with summary in English).

Thomsen, M. G., 1992. Epifyttisk belegg på barnåler i Norge i relasjon til nitrogendeposisjon og klima. Rapp. Skogforsk. 23/92:1-11. (In Norwegian with summary in English)

7.22. Дополнительная подпрограмма MB: Микробиологическое разложение

7.22.1. Введение

Активность микробиоты определяет нетто-минерализацию биогенных веществ в экосистемах, поэтому любое нарушение этой жизнедеятельности повлечет за собой изменения уровней разложения и поглощения питательных веществ. Причиной подобных нарушений может быть аккумуляция загрязняющих веществ в почве. Снижение уровня разложения ведет к уменьшению потребления биогенных элементов и продукции. Когда продукция стабилизируется на новом уровне, потребление питательных веществ в подстилке снова станет равным расходу.

7.22.2. Методы

Для мониторинга разложения в полевых условиях применяется выдерживание в подстилке предметов из органических материалов определенных размеров.

7.22.2.1.a. Разложение стандартной подстилки

Соберите иголки из одного древостоя приспевающих хвойных деревьев. Другие типы подстилки можно выбрать, если они устойчивы к разложению. Собирают иглы предыдущего года после их побурения и перед тем, как они опадут. Взвесьте около 1 г иголок и поместите

их в мешочек из инертного материала (терилен или нейлон) с размером ячеек 1 мм. (почвенный мешочек). Определите влажность подстилочного материала для вычисления начальной сухой массы. Точная масса в мг и год запишите на этикетку и поместите ее в мешочек, который зашивают или закрывают скобами из инертного материала. Разместите 3 почвенных мешочка на площадках размером 10 x 10 м² (см. подпрограмму SC «Химия почв»), в сентябре-октябре, на моховом покрове или опаде на постоянной пробной площади подпрограммы SC «Химия почв» в месте, не используемом для пробоотбора почв. Мешочки отбирают после 1, 2 и 3 лет экспозиции. После отбора мешочки высушиваются на воздухе для остановки процесса разложения. Пробу промывают, используя пинцет, пока в субстрате не останутся только иголки, затем высушивают и взвешивают. Вычисляют потерю массы (%).

7.22.2.1.б. Разложение целлюлозы

Разложение можно определить с помощью стандартного материала, например, отбеленных листов α -целлюлозы (1 мм толщиной, 30 мм шириной и 50 мм длиной). Каждый лист высушивается при температуре 105 °С, стабилизируется два часа при комнатной температуре и взвешивается. Четыре листа целлюлозы последовательно помещаются в почвенный мешочек из терилена или нейлона с размером ячеек 1 мм.

Для изучения слоев подстилки 2 почвенных мешочка размещаются на площадке 10 x 10 м² (см. подпрограмму SC «Химия почв») горизонтально на поверхности из мха или опада и покрываются опадом. Для исследования слоя 0-5 см 3 мешочка помещаются в субстрат на площадке 10 x 10 м² (см. подпрограмму SC «Химия почв») под углом 15°. Мешочки размещаются в сентябре-октябре на постоянной пробной площади в месте, не используемом для пробоотбора почв. Мешочки собираются через 1, 2 и 3 года. Удаляются выросшие корни и побеги, мешочки осторожно промываются. Листы целлюлозы высушиваются при температуре 105 °С, стабилизируются два часа при комнатной температуре и взвешиваются. Вычисляются потери массы (%).

7.22.2.2. Активность микробиоты

Потенциальная активность микробиоты определяется в стандартных лабораторных условиях (с учетом температуры и влажности), в пробах, взятых на постоянных пробных площадках каждые 5 лет. Изучается 20-36 пространственно независимых проб.

Определяется ряд параметров, связанных с химическим загрязнением почвы (рН, отношение C/N, Cd, Hg, Pb). Оценки зависимостей от этих параметров более важны, чем сравнение средних величин активности микробиоты разных лет.

Дыхание почвы:

Отберите на почвенной пробной площади 20-36 проб, расположенных по сетке, желательнее на расстоянии более 8 м друг от друга для обеспечения пространственной независимости. Верхняя половина ферментативного горизонта отбирается почвенным буром 8 см диаметром. Глубина пробоотбора составляет 5 см. Доставьте пробы в лабораторию как можно быстрее, не подвергая их воздействию экстремальных температур. Просейте через сито с диаметром ячеек 4 мм. Доведите влажность до 60 % с помощью дистиллированной воды.

20 г увлажненного почвенного материала поместите в небольшую пластиковую емкость на 12 дней при 20 °С с добавлением дистиллированной воды до восстановления начального веса.

Измерения производятся при выдерживании емкостей с пробами в сосуде объемом 1 л без доступа воздуха. Туда же помещается мензурка с 5 мл 0.2М раствора NaOH. Через 18 часов (точное время фиксируется до минуты) в мензурку с NaOH добавляется BaCl₂. Избыток NaOH немедленно титруют с 0.050М раствором HCl до конечной точки, определяемой с помощью фенолфталеина. Проба почвы в емкости высушивается и

взвешивается. Позже в ней определяется потеря углерода при прокаливании. Шесть контрольных проб выдерживаются с NaOH и титруются. Хорошие результаты контрольных опытов необходимы для вычислений.

Существуют альтернативные пути исследований, например, использование инфракрасного спектрофотометра или метода газовой хроматографии. Интенсивность дыхания можно регистрировать автоматически; возможно определять параметры отклика дыхания на добавление глюкозы (дыхание, определяемое субстратом, запаздывание). Эти параметры часто чувствительны к загрязнению, в частности, к воздействию тяжелых металлов.

Активность кислой фосфатазы:

Используйте те же пробы, что и для определения дыхания почв. Просейте свежие пробы, желательно через несколько дней после пробоотбора, через сито с ячейкой 4 мм (2 мм для минерального субстрата). Поместите около 150 мл просеянного вещества в холодильник на два месяца, чтобы стабилизировать активность энзимов. Пробы следует хранить влажными и не в анаэробных условиях — в пластиковых емкостях с перфорированными крышками.

В качестве субстрата для реакций энзимов используется паранитрофенилфосфат (PNP-P). Поместите 1.0 г увлажненной почвы в маленькую бутылку, добавляйте воду, пока не будет достигнуто содержание воды 2 мл, добавьте 8 мл ацетатного буфера (pH 5.00) и 2 мл 0.115M раствора PNP-P. Выдержите раствор 2 часа на водяной бане при 25.0 °C, затем добавьте 2 мл 0.5M раствора CaCl₂ и 8 мл 0.5M раствора NaOH, чтобы остановить деятельность энзимов. Перемешайте, отфильтруйте. Разбавьте фильтрат в 50 раз 0.01M раствором NaOH. Через 1 час измерьте поглощение света (400 нм) и сравните со стандартным раствором PNP (в диапазоне 0-0.04 нм, с CaCl₂ и NaOH, как в пробах). Сделайте вторую серию проб, выдержанных в темноте, чтобы отсечь поглощение за счет цветности гумуса. В этом случае PNP-P не добавляют, пока не окончится действие энзимов. Влажность для оценки сухого веса вычисляется на отдельных пробах.

Нетто-минерализация азота:

Для оценки минерализации азота также используются просеянные и увлажненные пробы почвы. Поместите четыре порции по 10 г увлажненного материала в сосуды, подходящие для продолжительной экстракции. Одну порцию экстрагируют немедленно, другие порции выдерживают 3, 5 и 7 недель при температуре 20.0°C, добавляя дистиллированную воду. Начальную влажность и потери при прокаливании определяют на отдельных образцах.

Экстрагирующее вещество, 150 мл 0.1M раствора KCl, добавляют к пробе почвы, которую затем помещают на качалку на 1 час. Экстракт отфильтровывается и разбавляется до 250 мл. Раствор можно заморозить. В экстракте определяют содержание NH₄N, NO₂N и NO₃N. Убедитесь, что контрольные образцы содержат небольшую концентрацию измеряемых ионов.

7.22.3. Предварительная обработка данных

Разложение стандартной подстилки:

$$L = ((f \times W_0 - W_n) / (f \times W_0)) \times 100$$

где L — потеря массы (%); f — соотношение начальных сухой и влажной масс опада; W₀ — начальная масса влажного опада (мг); W_n (где n=1,2 or 3) - конечная сухая масса после 1, 2 или 3 лет экспозиции.

Интенсивность дыхания:

$$R = 1.1 \times D \times t^{-1} \times W^{-1}$$

где R — интенсивность дыхания ($\text{мг CO}_2/(\text{г}\cdot\text{час})$), D — разница между расходом Hcl и в пробе и контроле (мл); t — время экспозиции (час); W — сухой вес (г).

Активность кислой фосфатазы:

Вычислите концентрации PNP в фильтрате с помощью стандартной кривой и вычтите поглощение за счет цветности гумуса. Затем:

$$P = 22 \times C \times d \times t^{-1} \times W^{-1}$$

где P — активность фосфатазы ($\mu\text{mol} / (\text{г}\cdot\text{час})$), C — концентрация PNP в фильтрате (mM), d — фактор разбавления, t — время экспозиции (часы); W — сухой вес (г).

Минерализация азота:

Содержание неорганического азота вычисляется для каждой пробы почвы путем суммирования NH_4N , NO_2N и NO_3N (мг N/г , сухой вес); N — минерализация ($(\text{мг N})/\text{г}$) или интенсивность минерализации ($\text{мг N}/(\text{г}\cdot\text{дни})$) вычисляется как разность содержания органического и неорганического азота.

7.22.4. Представление данных

| Параметры | список | | единицы |
|-----------|-----------|--|--|
| EC_1 | (L/S)D IM | потери массы опада в почвенном мешочке/листа целлюлозы из-за разложения через 1 год | % |
| EC_2 | (L/S)D IM | потери массы опада в почвенном мешочке/листа целлюлозы из-за разложения через 2 года | % |
| EC_3 | (L/S)D IM | потери массы опада в почвенном мешочке/листа целлюлозы из-за разложения через 3 года | % |
| PNP | DB | фосфатазная активность почв | $\mu\text{mol}/(\text{г} \cdot \text{h})$ |
| CO2R | IM | дыхание почвы | $\mu\text{g CO}_2/(\text{г} \cdot \text{h})$ |
| N_MIN | IM | Минерализация азота | $\mu\text{g N/g}$ |

Примеры:

[MB example Excel file](#)

[MB example ASCII file](#)

- Идентификатор файла SUBPROG обозначает подпрограмму.
- Параметр MEDIUM относится как доминирующим породам в древостое, где закладывались почвенные мешочки/листы целлюлозы, так и к типу почвы площадки, на которой измерялась активность микробиоты. Используются коды B4 (см. Приложение 6) и классификация почв FAO. Наиболее распространенные виды деревьев см. в подпрограмме TF, классификацию FAO — в подпрограмме SC.
- Параметр LEVEL обозначает глубину пробоотбора для оценки активности микробиоты (см).
- Параметр SPOOL относится к количеству помещенных в подстилку почвенных мешочков/листов целлюлозы/проб, отобранных для определения активности микробиоты.
- Год и месяц пробоотбора представляются как YYYYMM.

7.22.5. Литература

Torstensson, L. (Ed.). 1993. Swedish Environmental Protection Agency, Report 4262.

Nordgren, A. 1988. Soil Biol. Biochem. 20:955-958.

ISO 10381-6. Sampling. Aerobic microbial processes.

ISO 14238. Soil Quality. Biological Methods. Determination of nitrogen mineralization and nitrification in soils and the influence of chemicals on these processes

7.23. Дополнительная подпрограмма ТА: Оценка токсичности

7.23.1. Введение

Токсификация окружающей среды является следствием внесения и распространения химических соединений, неблагоприятно воздействующих на растения, животных и человека. Количество химикатов, вносимых в природную среду, возросло за последнее столетие экспоненциально. Из примерно 10 миллионов веществ, известных в настоящее время, около 100 000 имеют токсические свойства, что делает их потенциальным объектом природоохранной политики и контроля. Из-за разнообразия токсикантов невозможно отслеживать все токсичные соединения и их эффекты по отдельности. Для крупномасштабной оценки загрязнения воздуха наиболее важны такие группы токсикантов, как тяжелые металлы (ТМ) и стойкие органические загрязнители (СОЗ).

Токсичность тяжелых металлов (цинка, кадмия, меди, ртути, свинца, хрома, никеля и мышьяка) отражена в мировой литературе. Тем не менее, биологическая доступность, или подверженность биоты данному воздействию, сильно зависит от локальных условий, которые могут усиливать негативные эффекты. Это относится к закислению, окислительно-восстановительному потенциалу и типу почв. В случаях хронического воздействия тяжелых металлов популяции приобретают адаптивные механизмы выведения химических агентов, что ведет к снижению уровней влияния и снижает эффекты.

С органическими загрязнителями дело обстоит гораздо сложнее. Из-за высокой степени структурного разнообразия истинная токсичность многих органических веществ неизвестна. Однако наибольший интерес представляют собой летучие и устойчивые (газообразные и аэрозольные) загрязнители.

Наиболее важными группами аэрозольных и газообразных веществ являются хлорорганические соединения (полихлорбифенилы, пестициды, диоксины и т. д.) и полициклические ароматические углеводороды, которые обладают документированным токсическим действием.

Экологические последствия присутствия токсикантов очень разнообразны. Причиной этому является наличие различных путей проявления эффектов. Некоторые эффекты напрямую связаны с поступлением токсикантов, которые затем встраиваются в физиологические процессы в соответствии со своими характеристиками. Поступление токсикантов может быть прямым (из окружающей среды) или происходить по пищевой цепи.

- Прямое поступление из окружающей среды в основном воздействует на первичных продуцентов и мелких животных, живущих в тесном контакте с водой. Водорастворимые токсиканты напрямую поступают с поверхностной, дождевой или почвенной водой, в то время как газообразные компоненты абсорбируются листьями растений. Результирующая концентрация токсикантов в организмах зависит от скоростей поступления и выведения, скорости разложения химического вещества или скорости его растворения. При постоянном воздействии концентрация токсичного соединения в организме достигнет равновесия, при котором внутренняя концентрация токсиканта значительно выше, чем в окружающей среде. Этот процесс называется биоконцентрацией. Для органических веществ фактор биоконцентрации в основном

регулируется липофильными свойствами токсикантов и содержанием жиров в организме.

- Биоконцентрация тяжелых металлов может контролироваться способностью организмов снижать токсичность металлов, формируя относительно безопасные комплексы (например, с металлотioneинами). Результирующая внутренняя равновесная концентрация может быть ниже или выше пороговой концентрации воздействия.
- Поступление по трофическим цепям наиболее значимо для наземных травоядных, детритофагов и хищников. Из-за низкого уровня (примерно 10%) метаболического превращения эти животные нуждаются в больших объемах пищи для восполнения энергии. Эта пища может содержать высокие концентрации токсикантов, что влечет за собой интенсивное поступление токсичного агента в организм. В принципе интенсивность выделения токсикантов у наземных дышащих воздухом животных ниже, чем у водных организмов, осуществляющих газообмен с водой (дыхание через кожу и жабры). Большая нагрузка токсикантов на наземные организмы делает их более уязвимыми к подобному воздействию, осуществляемому по трофической цепи. У водных видов относительно высокая скорость выведения является причиной того, что различия нагрузок от прямого поступления и поступления по трофической цепи не слишком значимы. Процесс, результатом которого является возрастание содержания в организме токсикантов, поступающих по пищевой цепи, называется биологическим накоплением. Общий результат повышения концентрации токсикантов в тканях организмов, в сравнении с содержанием в окружающей среде, называется биоаккумуляцией.
- Кроме воздействий, связанных с поступлением токсикантов, организмы могут подвергаться косвенным эффектам изменений структуры сообщества, также вызванных химическими агентами. Для отдельных видов эти эффекты могут быть негативными в случае снижения доступности пищевых ресурсов, и позитивными в случае исчезновения видов-конкурентов.

Из первой части этого вступления ясно, что мониторинг токсичности требует детального изучения причинно-следственной цепи, как это показано на рис. 7.23.1.

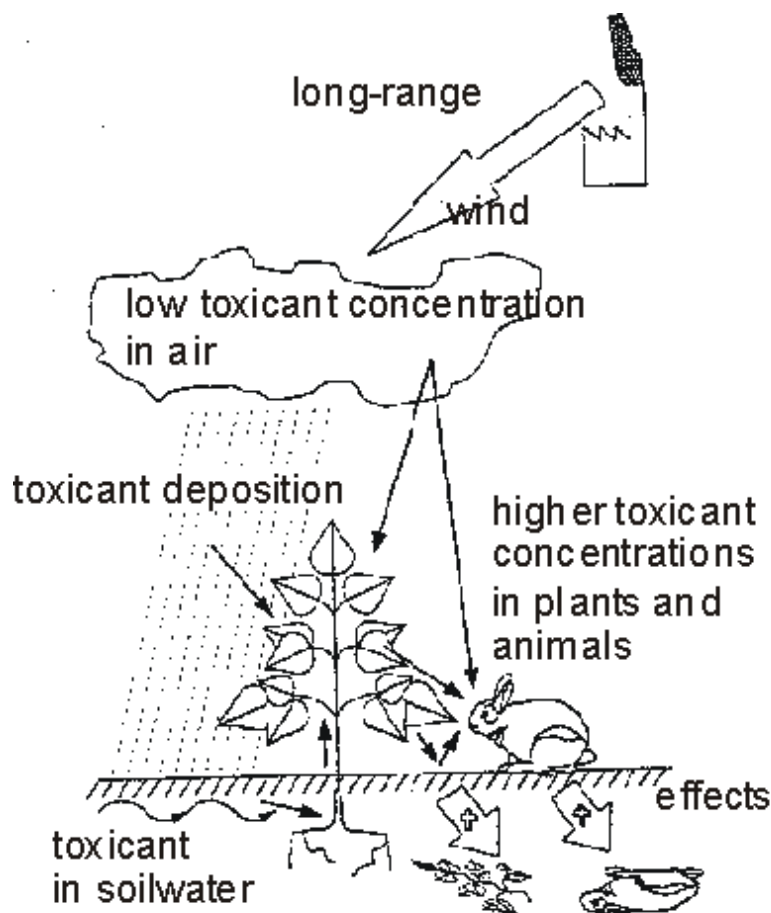


Рисунок 7.23.1. Упрощенная причинно-следственная цепь

Для корректной оценки токсичности важно, чтобы определение концентраций и нагрузок широкого спектра токсикантов в воздухе, осадках, почве, почвенных, грунтовых и поверхностных водах обеспечивалось соответствующими подпрограммами. Однако концентрации некоторых загрязнителей в этих средах могут оказаться ниже порога чувствительности аналитических методов. Следовательно, основной задачей является оценка экотоксикологического воздействия на биоценозы и определение концентраций токсикантов в организмах.

В причинно-следственной цепи токсичности воздействие на биоту имеет решающее значение. Наличие не прямых эффектов сильно усложняет анализ токсичного воздействия по результатам исследования структуры популяции. Другими словами, бывает невозможно отличить изменения структуры сообществ, вызванных токсическим воздействием или иными причинами. Исследования нагрузки токсикантов на организмы позволяет выявлять сдвиги состава популяций, являющиеся откликами на воздействие загрязняющих веществ. Регулярная оценка состояния популяций растений и птиц производится в рамках подпрограмм VG и ВВ. Экотоксикологические исследования можно проводить и в контролируемых лабораторных условиях на тест-объектах и пробах, отобранных в природной среде. Существует два типа лабораторных исследований:

- Простейший, самый дешевый и чувствительный способ включает оценку внешнего воздействия агентов с определенной концентрацией на тестовые организмы (острые опыты). Последствия, определяемые как смертность, проявляются через 1-4 дня экспозиции. Однако в водной экотоксикологии существует тенденция осуществления краткосрочных опытов, основанных на физиологии клеточных изменений, происходящих *in-vitro* (биомаркеры, клеточные культуры, выделенные ферменты и т.д.). Существует ряд метрологически принятых тестовых систем для тестирования водной и почвенной сред. Экотоксикологические тесты для атмосферного воздуха

пока не разработаны. Краткосрочные опыты могут позволить достичь равновесия с внутренней концентрацией токсиканта, воздействию которого подвергается тестовый организм (особенно это касается наземных организмов). Эти тесты сознательно исключают эффекты, происходящие от накопления агентов в трофических цепях. МСП КМ осуществляется на относительно ненарушенных территориях, и маловероятно, что подобное тестирование выявит какие-либо эффекты, даже если тестировать пробы без разбавления.

- Хронические опыты способны выявить сублетальные воздействия (замедленный рост, снижение репродуктивных функций) и эффекты, связанные с биоаккумуляцией агентов в трофических цепях. Этот тип опытов характеризуется гораздо большей чувствительностью и может выявлять последствия воздействия дальнего переноса ТМ и СОЗ как загрязнителей атмосферы. Существуют стандартизованные полухронические опыты для водной среды продолжительностью 4-30 дней (в зависимости от таксономической принадлежности тест-объекта — водоросли, дафнии, рыбы). Ряд продолжительных опытов для почвы и водной среды в настоящее время стандартизуется, в то время как тесты для атмосферного воздуха не разработаны. При этом все хронические опыты стоят дорого, требуют квалифицированного персонала и специального оборудования. Следовательно, широко применять эти методы на сети мониторинга невозможно.

Если из-за изменчивости зависимость между наблюдаемыми в природе откликами сообществ и воздействием токсикантов маскируется неопределенностями, и выявление уровня загрязнения из-за дальнего переноса загрязняющих веществ затруднено, единственной возможностью оценки токсичности является определение уровня биоаккумуляции в организмах-мишенях. Поскольку наблюдаемая внутренняя концентрация токсиканта лишь отражает уровень внешнего воздействия (при этом модель, прогнозирующая последствия воздействия на популяцию процесса биоаккумуляции токсикантов, разработана не окончательно) виды-мишени должны быть многочисленны и широко распространены. Эти виды должны быть чувствительны к данному токсиканту, чтобы индикация его воздействия была возможна. Определение токсикантов, подвергающихся биоаккумуляции, имеет дополнительное преимущество перед прямыми измерениями содержания агентов в воздухе, воде, почве, поскольку виды-мишени концентрируют эти вещества постоянно, и частота осуществления мониторинга может быть относительно низкой.

В подпрограммах ФС «Химия листвы», LF «Химия опада» и МС «Металлы во мхах» производятся измерения внутренней концентрации тяжелых металлов. Химические анализы широкого спектра токсикантов в большом количестве видов (частях организмов) сильно повышают возможности оценок рисков, связанных с токсическим воздействием. Многие дополнительные виды-мишени с известным потенциалом биоаккумуляции описаны в литературе:

- ряска (*Lemna* sp.) аккумулирует ТМ в широком диапазоне концентраций (e.g. Jenner et al., 1993);
- многие виды лишайников используются для анализа аккумуляции ТМ, полициклических ароматических углеводородов и хлорорганических соединений (Calamari et al., 1991);
- концентрация хлорорганических соединений в коре, листве и иглах некоторых видов деревьев широко используется для оценки уровня загрязнения воздуха (Simonich et al., 1995ab; Thompson et al., 1995);
- некоторые виды рыб с высоким содержанием жира (например, *Anguilla* sp.) являются хорошими индикаторами биоаккумуляции СОЗ (RIZA, 1996);
- ткани пресноводных и морских двустворчатых моллюсков (например, *Dreissena* sp. и *Mytilus* sp.) используются для оценки уровня загрязнения ртутью (Musselwatch Programme; NAS, 1980), кадмием и полихлорифенилами (Mersch et al., 1992);

- почвенные организмы, например, черви (*Lumbriculidae* и *Enchytraeidae*), а также мокрицы (*Isopoda*) способны накапливать тяжелые металлы (Martin and Coughtrey, 1982; Hopkin, 1989) и органические загрязнители (Callahan et al., 1991).

В принципе надо отметить, что показатели накопления токсикантов биотой характеризуются значительной изменчивостью. Различия по этому признаку между отдаленными популяциями и особями объясняются спецификой процесса адаптации и выведения продуктов распада. В пределах популяции различия аккумуляции определяются возрастом особей и их трофическим статусом. Поэтому необходимо отбирать для исследования большое число особей одного возраста. Исследование накопления ТМ требует нормализации материала по сухому весу, в то время как аккумуляция СОЗ лучше выявляется при нормализации по содержанию липидов.

7.23.2. Методы

Существует множество способов осуществления анализа и представления результатов по биоаккумуляции загрязняющих веществ. Эта глава лишь показывает направления исследований поступления ТМ и СОЗ. Все исследования осуществляются по следующим этапам:

- пробоотбор,
- сортировка,
- очистка,
- подготовка повторностей,
- транспортировка,
- подготовка к хранению,
- предварительная обработка проб,
- очистка проб,
- анализ,
- обработка данных,
- представление данных.

7.23.2.1. Полевые методы

В полевых условиях собирают достаточное количество материала. Сразу после отбора животных или частей растений вручную формируются группы по возрасту и структуре. В случае необходимости очищают материал от дебриса дистиллированной водой. Формируют пробы (10-20 г) в тройной повторности для независимого анализа. Незафиксированные пробы немедленно помещаются в полиэтиленовые контейнеры или мешки, которые будут храниться в холоде (+4°C) и в темноте. Хранить пробы можно недолго, их следует доставить в лабораторию и поместить в морозильную камеру (-20°C).

7.23.2.2. Лабораторные методы

Если необходима предварительная обработка проб, например, удаление раковин моллюсков или препарирование организмов-мишеней, это надо сделать перед замораживанием. В холодильнике пробы могут храниться долго. Перед проведением анализа замороженные пробы высушивают и измельчают в порошок в агатовой ступке.

Анализ следов металлов

Мышьяк, кадмий, хром, медь, свинец, никель, цинк

Известное количество сухого измельченного материала минерализуется методом окисления в кислой среде. Полученная жидкая проба разбавляется дистиллированной водой до известного объема и фильтруется. Фильтрат можно хранить в полиэтиленовых бутылках.

Ртуть

В этом случае требуется промыть пробы кислотой и определить содержание ртути атомно-абсорбционным методом.

Анализ остаточной органики

Измельченный сухой материал известной массы подвергается экстракции липофильной фракции. Первая экстракция получается длительным (16 часов) перемешиванием пробы со смесью гексана и ацетона (3:1). Экстракция повторяется 3 раза с уменьшением периодов экспозиции и объемов растворителя.

Чтобы определить содержание липидов, растворители испаряют до сухого состояния, и остаток взвешивают. Затем экстракт растворяют в небольшом количестве (мл) гексана и очищают добавлением 95 % серной кислоты. После смешивания и разделения двух полученных фаз с помощью центрифугирования очищенный раствор гексана анализируют методами газовой хроматографии и масс-спектрометрии.

7.23.3. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)

Все типы анализов производятся стандартизованными методами. Процедуры построены таким образом, чтобы избежать загрязнения проб на всех стадиях обработки материала. Различные химико-аналитические фирмы-поставщики предлагают множество сертифицированных стандартных образцов биологических тканей с известным содержанием органических и неорганических загрязнителей. Эти стандартные образцы следует использовать для проверки точности измерений при подготовке и анализе проб.

7.23.4. Предварительная обработка данных

Исследование ТМ требует нормализации материала по сухому весу, в то время как аккумуляция СОЗ лучше выявляется при нормализации по содержанию липидов. Необходимо вычислять и представлять арифметическое среднее, геометрическое среднее, стандартное отклонение и количество повторностей для каждого сочетания даты-места-вида-загрязнителя в отдельности.

7.23.5. Представление данных

Переменные

| Колонка | Содержание | Пояснение | Пример | Аббревиатура |
|---------|--------------|-------------------|-------------|---------------------|
| 1-2 | Подпрограмма | | TA | Toxicity Assessment |
| 3-6 | Страна | | NL01 | Netherlands 01 |
| 7-8 | Институт | | RV | RIVM |
| 36137 | Экополигон | | 6 | Fen Kliplo |
| 36179 | Среда | Анализируемый вид | ANGU ANG | Anguilla anguilla |
| 21-22 | Список сред | | F1 | Fish |

| | | | | |
|-------|---------------------------|--------------------------------------|--------|---------------------------------|
| 23-26 | Уровень | Не применимо | | |
| 27-32 | Год+месяц | YYYYMM | 199711 | November 1997 |
| 33-34 | День | DD | 5 | day of the year and month above |
| 35-37 | Пространство событий | Количество повторностей | 3 | 3 повторности |
| 38-45 | Вещество | Химический агент | PCB123 | PCB 123 |
| 46-47 | Список веществ | | DB | DB |
| 48-50 | Предварительная обработка | Код метода предварительной обработки | | |
| 51-53 | Определение | Код метода определения | | |
| 54-60 | Значение | | 1.25 | 1.25 |
| 61-68 | единицы | | мг/кг | мг на кг липидов |
| 69-69 | Идентификатор качества | Не применимо | | |
| 70-71 | Идентификатор статуса | Способ вычисления | G | Геометрическое среднее |
| | или | | D | Стандартное отклонение |
| | или | | X | Арифметическое среднее |
| 72-72 | Дополнительное поле | Не применимо | | |

Использованы дополнительные идентификаторы статуса D (стандартное отклонение) и G (геометрическое среднее)

7.23.5. Литература

Calamari D, E Bacci, S Pocardi, M Morosini and M Vighi. M. Environ. Sci. Technol., 1991, 35: 1489-1495.

Callahan CA, CA Menzie, DE Burmaster, DC Wilborn and T Ernst. Environm. Contam. and Toxicol., 1991, 10: 817-826.

Jenner HA and JPM Janssen-Mommen. Arch. Environ. Contam. Toxicol., 1993, 25: 3-11.

Martin MH and PJ Coughtrey. Biological monitoring of heavy metal pollution. Applied Science Publication, London, New York, 1982.

Mersch J, A Jeanjean, H Spor and J-C Pihan. In: Limnologie Aktuell (Neumann/Jenner eds.), The Zebra Mussel *Dreissena polymorpha*, Gustav Fisher Verlag, 1992, p. 227-244.

NAS (National Academy of Sciences, The International Mussel Watch, Washington DC, 1980, pp. 148.

RIZA (Netherlands Ministry of Transport and Public works. Biologische monitoring zoete rijkswateren (in Dutch), Notanummer 96.009, 1996.

Simonich SL and RA Hites. Science, 1995a, 269: 1851-1854.

Simonich SL and RA Hites. Environm. Sci. and Technol., 1995b, 29: 2905-2914.

Thompson TS and RG Treble. Chemosphere, 1995, 31: 4387-4392.

7.24. Дополнительная подпрограмма ВВ: Инвентаризация птиц

7.24.1. Введение

В экологическом мониторинге используется ряд таксономических групп животных. Для небольшого водосбора мигрирующие или обладающие большими ареалами животные не очень удобны. Следует сосредоточиться на животных, гнездовая территория которых расположена внутри водосбора. Подходящей группой являются птицы. Обследование следует повторять каждые 3-5 лет.

7.24.2. Методы

Учеты птиц организуют на типичном для экополигона участке, который должен быть достаточно велик, чтобы обеспечить репрезентативность полученных данных. Участок может слегка превышать по площади экополигон. На этом участке местообитания птиц должны быть представлены в том же соотношении, что и на всем экополигоне.

Для проведения учетов участок разбивают на площадки размером 50 x 50 м² (так называемый метод территориального картирования). Учеты проводят на каждой площадке.

Исследуемую территорию посещают 10 раз за сезон гнездования (апрель-июнь), и все результаты обследований (вид, пол, численность и поведение) отмечают на карте. Данные анализируют по видам; количество пар вычисляется исходя из кластерности территории и гнезд на карте с сеткой. Поскольку эти оценки являются экспертными, желательно, чтобы специалист время от времени интерпретировал свои результаты.

Если на обследуемой территории расположено озеро, водные и околородные виды также должны подвергаться учетам.

7.24.3. Представление данных

Параметры

| Параметр | Список | Единица |
|----------|--------|-------------------|
| SPECDEN | IM | Количество пар/га |

Примеры:

[BB example Excel file](#)

[BB example ASCII file](#)

- Идентификатор файла SUBPROG обозначает подпрограмму.

- Номер пробной площади SCODE обозначается как 9999, чтобы представить весь экополигон (или используйте код по своему выбору).
- Площадь участка, используемого для учетов, дается как SIZE.
- Параметр SPOOL всегда равен 1.
- Определяемые виды даются как SPECIES с использованием кодов NCC (см. Приложение 6, список видов птиц представлен в А1).
- Представляется количество пар на гектар, которые можно наблюдать в течение года. Если особи не образуют пары, значения идентификатора качества V не указывается. Общая информация об идентификаторах представлена в главе 4.
- Год и месяц учета дается как YYYYMM (например, 200100).

7.24.4. Литература

Koskimies, P., Väisänen R. A., 1991. Monitoring Bird Populations. Zoological Museum, Finnish Museum of Natural History.

7.25. Дополнительная подпрограмма РН: Фенологические наблюдения

Эта подпрограмма не входит в данное Руководство. Фенологические наблюдения рекомендуется выполнять в соответствии с «Руководством по методам и критериям согласованного отбора проб, оценки, мониторинга и анализа влияния загрязнения воздуха на леса» Международной совместной программы «Лес» (МСП «Лес») (<http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>).

7.25.1. Введение

Знание времени и продолжительности определенных стадий жизни деревьев освещает вопросы существования лесных экосистем. Сдвиги сроков биологических явлений зависят от изменений климата и загрязнения окружающей среды, в частности, атмосферного воздуха. Такие изменения влияют не только на состояние деревьев, но и на экологические процессы на уровне древостоев и ландшафтов. Фенологические данные необходимы для комплексной оценки состояния экосистем (в совокупности с метеоданными, результатами обследования крон и измерений приростов). Это обеспечит лучшее понимание отклика различных экологических параметров на последствия изменения климата и загрязнения.

Информация об экологических процессах на пробных площадях, так же, как и раннее обнаружение факторов, влияющих на состояние древостоев, могут быть получены путем регистрации наиболее очевидных фенологических явлений и последствий воздействия негативных факторов. Для этого используются результаты долгосрочных измерений метеоданных, химии почвенных вод и т. д.

Основной целью фенологических наблюдений является получение данных о состоянии и динамике лесных экосистем в течение года. Результаты наблюдений помогут оценивать воздействие изменений климата на леса, поскольку дадут возможность:

- выявлять ход годовых стадий развития деревьев и их зависимость от локальных (метеорологических и экологических) условий;
- регистрировать и объяснять возможные изменения временных рамок фенофаз (начало, продолжительность, интенсивность явления) под воздействием факторов окружающей среды природного и/или антропогенного характера, таких, как загрязнение воздуха, изменения климата;
- использовать это знание в интерпретации наблюдаемых изменений в состоянии древостоев (параметров кроны, роста, питания).

7.25.2. Методы

7.25.2.1. Выбор пробной площади и пробных деревьев

Фенологические наблюдения проводят на уровнях отдельных деревьев и пробных площадях. Эти наблюдения должны выполняться в области интенсивного мониторинга, где осуществляются долгосрочные наблюдения в рамках других подпрограмм (по крайней мере АМ). Интерес представляют все породы деревьев, но приоритетными являются доминирующие виды.

Жестких требований к пространственному расположению объектов наблюдения нет; тем не менее, наблюдения не следует ограничивать несколькими соседствующими деревьями. Наблюдатель должен воспользоваться более, чем одной локацией на пробной площади.

Пробные деревья выбирают из древостоя, на котором выполняется программа FD. В любом случае, необходима хорошая видимость верхней части кроны пробного дерева. Если деревьев с хорошо видимой кроной мало, следует выбрать дополнительные деревья, растущие неподалеку. В таком случае:

- деревья должны быть доминантами или субдоминантами;
- деревья должны подвергаться обследованию по подпрограмме FD;
- исключаются деревья, с которых отбирали хвою/листву для целей иных подпрограмм.

Желательно, чтобы по крайней мере верхняя часть кроны подобного дерева была видима хотя бы с одной точки наблюдения. Если это невозможно, видимой может быть средняя часть кроны. Эту часть кроны необходимо обследовать в течение года, а также в рамках многолетних наблюдений. При проведении обследований надо избегать вытаптывания травянистого и напочвенного ярусов растительности, поэтому желательно выбирать деревья, ясно видимые с внешних границ пробной площади. При использовании камеры следует выбирать деревья, расположенные в границах ее досягаемости.

На пробной площади выбирают по меньшей мере 10 деревьев. Количество экземпляров зависит от видов и условий произрастания. Все деревья нумеруют. Если они уже пронумерованы (в рамках подпрограммы FD), нумерацию сохраняют и используют. Если нумерации нет, надо дать номера (начиная с «М») деревьям.

Оборудование

Если проводить обследования без применения инструментов, используйте бинокли. Другой способ осуществлять фенологические наблюдения — применение автоматических камер, фиксирующих особенности всего древостоя на пробной площади и отдельных деревьев с определенными интервалами времени. Техническую информацию по обращению с камерой можно получить в Приложении 2 к «Руководству по методам и критериям согласованного отбора проб, оценки, мониторинга и анализа влияния загрязнения воздуха на леса» МСП «Лес» (<http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>).

При фенологических обследованиях пробы не отбираются. Для интерпретации полученных камерой фотографий см. Приложение 2 к «Руководству по методам и критериям согласованного отбора проб, оценки, мониторинга и анализа влияния загрязнения воздуха на леса» МСП «Лес».

7.25.2.2. Измерения

Для уровней отдельных деревьев и пробных площадей предусмотрен ряд регистрируемых параметров. Наблюдения и регистрация должны быть просто выполнимы и сводиться к таким показателям, как:

- наличие распускания, цветения, ивановых или вторичных побегов, изменения пигментации, опадения хвои/листопада;
- наличие биотических повреждений (вредители и/или болезни);
- наличие абиотических повреждений (мороз, ветровал).

Уровень пробной площади

Наблюдения проводятся маршрутным методом. Регистрируются лишь явления, которые появились или изменили частоту/интенсивность с периода последнего обследования. Если выявляются отдельные фенофазы, обследования должны продолжаться до окончания этого явления.

Уровень отдельных деревьев

В принципе интерес для мониторинга представляют все фенофазы. Однако с практической точки зрения (возможность финансирования, простота и доступность наблюдений, сравнимость результатов с другими проводимыми в Европе исследованиями) необходимо сконцентрировать усилия на узком спектре фенофаз. В этом плане лиственные и хвойные породы различаются:

- хвойные:
 - начало роста хвои;
 - наличие ивановых побегов;
 - цветение;
- лиственные:
 - развертывание листьев;
 - вторичные побеги;
 - цветение;
 - пожелтение;
 - листопад.

Начало роста хвои и развертывание листьев представляют собой стадию, на которой молодые зеленые листовые пластины/хвоя появляются из почек. Рост ивановых и вторичных побегов отмечается, когда развитие этих побегов явно отличимо от весеннего роста частей растений. Для фенофазы цветения регистрируется раскрытие мужских цветков (начало пыления). Фенофаза осеннего пожелтения определяется по смене цвета листьев с зеленого на желтый, красный, оранжевый или бурый. Листопад является фенофазой, на которой деревья сбрасывают листья. Кроме того, следует регистрировать все повреждения листвы и кроны наблюдаемых деревьев.

Обследования проводят без применения инструментов или с помощью автоматических камер, фиксирующих особенности всего древостоя на пробной площади и отдельных деревьев с определенными интервалами времени. Если применяются камеры, к интерпретации снимков подходят с теми же критериями, что и к полевым наблюдениям. Использование камеры дает ряд преимуществ, повышая качество результатов:

- не требует частых наблюдений (в том числе на удаленных пробных площадях);
- исключает эффект разных наблюдателей;
- улучшает сравнимость данных по разным экополигонам/странам и годам;
- уточняет временные рамки проявления негативных воздействий.

7.25.2.3. Частота наблюдений

Уровень пробной площади

Период наблюдений может совпадать с пробоотбором в рамках подпрограммы SC. Рекомендуемая частота наблюдений в период роста составляет по меньшей мере 2 недели.

Уровень отдельных деревьев

Наименьшая допустимая частота наблюдений — раз в неделю, но желательно проводить наблюдения ежедневно.

7.25.3. Обеспечение качества / контроль качества данных (QA/QC)

На уровне стран-участниц за качество данных ответственность несут ННЦ. Необходимо проводить обучение наблюдателей и интеркалибрацию измерений. На международном уровне проводятся тренинги и интеркалибрации; тренинги по фотографии должны проводиться каждый год, полевые тренинги — каждые 3 года.

Контрольную оценку следует проводить силами независимой контрольной команды как минимум один раз в год на 10% пробных площадей. Фотогид доступен в интернете по адресу: <http://www.metla.fi/eu/icp/phenology>.

На уровнях пробной площади и отдельного дерева следует обеспечивать необходимую полноту данных: начало и окончание каждой фенофазы должно быть зафиксировано.

Следует иметь в виду, что, поскольку деревья для наблюдений выбираются не случайным образом, полученные данные не могут считаться представительными для всего экополигона и региона его расположения.

7.25.4. Представление данных

В соответствии с указаниями, представленными в части II главы 6 «Руководства по методам и критериям согласованного отбора проб, оценки, мониторинга и анализа влияния загрязнения воздуха на леса» МСП «Лес» (<http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>), данные представляются по следующим формам.

| Описание | Формат |
|--|--------|
| Регистрация фенологического явления (уровень пробной площади) | PHE |
| Регистрация деревьев, выбранных для фенологических наблюдений | PLP |
| Регистрация фенологического явления (уровень отдельного дерева) | PHI |
| Результаты обработки оцифрованных отображений фенологических явлений | PHD |
| Результаты контрольных обследований | PHC |

7.25.5. Литература

Brügger, R. & Vassella, A. 2003. Pflanzen im Wandel der Jahreszeiten. Geographica Bernensia. 288pp. ISBN 3-906151-62-X

8. Обеспечение качества и контроль качества

8.1. Обзор методов контроля качества данных в МСП КМ

8.1.1. Введение

Многие программы мониторинга состояния окружающей среды не достигли своих целей из-за того, что не удавалось обеспечить необходимое качество данных. Часто забывают, что именно оно определяет способы анализа материала и качество результатов работы. Для выявления незаметных на первый взгляд изменений в экосистемах, происходящих под воздействием загрязнения атмосферного воздуха, требуются данные очень высокого качества.

Достижение цели МСП КМ — определять последствия загрязнения воздуха — возможно, если результаты исследований, полученных всеми участниками программы, будут сравнимы на объективном уровне. Очень важно обладать данными должного уровня, как для временных (выявление трендов), так и для пространственных (сравнение экополигонов и

стран-участниц) оценок. Для достижения сравнимости методы пробоотбора и химического анализа материала должны тщательно документироваться. Для того, чтобы показать, что необходимая точность достигнута, следует выполнять программу верификации результатов. Только под подобным объективным контролем выявление природной изменчивости или наблюдаемых изменений могут считаться достоверными. Процедуры контроля качества данных должны касаться всех видов пробоотбора на экополигоне и лабораторных анализов.

8.1.2. Определения

Обеспечение качества (ОК) представляет собой операции и процедуры, необходимые для достижения результатами измерений необходимого уровня достоверности (Taylor 1987).

Контроль качества (КК) относится к лабораторным исследованиям и сфокусирован на снижении уровня случайных и систематических ошибок в определенных допустимых пределах.

Образцы ОК используются для достижения качества данных (см. выше) и для мониторинга внутреннего КК. Образцы ОК поставляются в лаборатории в качестве контрольных, и их состав неизвестен персоналу. Обычно они включаются в повторности или случайным образом помещаются между обычными пробами. Состав образцов КК известен в лаборатории (образцы зачастую готовятся в лаборатории); они используются для калибровки и стандартизации инструментария, решений проблем загрязнения или искажений анализов.

Каждому ННЦ предлагается разработать отчет о процедурах ОК/КК, выполняемых в лаборатории, проводящей измерения в рамках МСП КМ. Эти процедуры должны включать определения **порогов детектирования (ПД)** оборудования, используемого для анализа каждого вещества. В случае подпрограммы SC, ПД относятся к концентрациям веществ в экстрактах.

Верификация данных — процедуры, проводимые с первичным материалом, позволяющие выявлять и удалять ошибки измерений, а также проверяющие полноту, точность и согласованность данных. После того, как данные верифицируют, их можно **валидировать**. Процедуры валидации включают идентификацию выбросов данных и их оценку для включения или изъятия, основанных на уровне достоверности.

Внутренние проверки на согласованность (ВПС) полезны для выявления выбросов и ошибок. ВПС оценивают результаты рутинных измерений и состоят из стандартных соотношений (например, общая S \geq SO₄-S; содержание общего N и органического C должны показывать сильную положительную корреляцию, и т. д.).

8.1.3. Шаги по обеспечению качества (ОК) в МСП КМ

Основная проблема с данными, полученными в ходе выполнения международных программ, состоит в их согласованности во времени и между странами. Большинство стран используют свои собственные техники. В результате зачастую данные не сравнимы напрямую, что создает массу проблем для исследований. В ряде случаев различия между методиками делают недействительными разделы в международных базах данных.

Проблема была поднята администрацией МСП «Вода» в 1996 г. Исполнители программы предприняли большие усилия по оценке данных в своих базах, и в результате значительный массив информации был исключен из будущих анализов.

Чтобы избежать этой проблемы, в рамках МСП КМ был предпринят ряд шагов. Они основаны на обеспечении научного качества результатов (при необходимости, даже в ущерб количеству материала, предоставляемого ННЦ).

1. В некоторых случаях полевые методы четко привязаны к специфическим параметрам, и получение этих параметров иными методами является неприемлемым.

2. Лаборатории, проводящие химические анализы для МСП КМ, должны пройти сертификацию по системам аккредитации, например, EN 45001 или ISO/IEC. Данные из несертифицированных лабораторий будут подвергаться более тщательной проверке.
3. Если лаборатория отклоняется от рекомендованных аналитических методов, требуется доказать, что получаемые значения параметров сходны ($\pm 10\%$) с результатами, полученными стандартными путями.
4. Все химические параметры являются предметом «кольцевых тестов».
5. Все лаборатории должны пройти «кольцевые тесты» с полной идентификацией. Если какой-либо параметр выпадает за допустимые $\pm 10\%$ отклонения, данные, связанные с этим параметром, не включаются в базу данных. Приемлемыми являются лишь данные, поступающие из прошедших «кольцевые тесты» лабораторий.
6. Руководство МСП КМ осознает трудности оценки и/или интерпретации некоторых биологических параметров, особенно параметров подпрограммы FD. Если присутствуют подобные неопределенности, ценность этих параметров снижается по сравнению с величинами откликов иных индикаторов воздействия.
7. Каждый ННЦ несет ответственность за корректность работы лаборатории и качество данных, представляемых в Программный центр МСП КМ.
8. Результаты проводимых контроля качества, интеркалибрации и т.д. (как по МСП КМ, так и по всей работе лаборатории) следует представлять в Программный центр МСП КМ. Программный центр также приветствует международное сотрудничество в области интеркалибрации лабораторий.

8.2. Мероприятия по обеспечению качества в полевой работе и при пробоотборе

Традиционно максимальное внимание в ОК обращено на лабораторные процедуры. Для материала, собранного в полевых условиях, подобный акцент является источником большого количества ошибок, проистекающих из некорректно осуществляемых пробоотбора, транспортировки в лабораторию и подготовки материала (Summers, 1972). В МСП КМ особое внимание следует уделять упомянутым стадиям работы.

Процедуры МСП КМ включают отбор проб воды (осадки, подкroновыи и ствoловой сток, почвенная и грунтовая вода, поверхностный сток, oзерная вода), растительности, органического и неорганического субстратов почвы, а также организмов (например, бентос). Для каждой среды предназначены собственные методики и протоколы ОК.

Все методики, используемые в странах-участницах, должны быть документированы, и изменения методик следует фиксировать. Для всех видов работ необходимо придерживаться стандартных процедур.

Должны быть доступны необходимое оборудование, чистящие материалы, должное количество запчастей и т.д. Персонал должен быть хорошо обучен; рабочие места и оборудование следует инспектировать/контролировать по меньшей мере 1 раз в год. Процедуры ОК/КК в полевых условиях включают контрольный пробоотбор, проверку проб, а также способов транспортировки и хранения материала.

8.2.1. Сбор и обработка проб воды

Предотвращение загрязнения или изменения проб при их сборе или хранении может быть критичным при получении корректных результатов. Все контейнеры, используемые для сбора и хранения проб, не должны содержать сколь-нибудь значимые в сравнении с измеряемыми количества определяемых веществ. Контейнеры должны состоять из материала, не способного сорбировать или выделять измеряемые количества химических агентов.

Материалы

Все материалы, контактирующие с пробой, должны быть химически инертными. Рекомендуется использовать полиэтилен, тетрафторэтилен и сополимер тетрафторэтилена-фторированного этил-пропилена из-за их адекватных химических свойств. При обработке проб следует принимать во внимание механические свойства этих материалов. Полиэтилен под воздействием солнечного излучения может стать ломким, емкости из этого материала следует менять 1 раз в год. Боросиликатное стекло надо тщательно вымыть с кислотой и ополаскивать деионизированной водой перед употреблением; однако использовать стекло не рекомендуется. Мягкое стекло будет загрязнять пробу щелочными и щелочно-земельными катионами. Металлы и искусственные материалы с неизвестными химическими свойствами и составом применять нельзя. Если такие материалы используются в качестве составных частей пробоотборного оборудования, вскипятите пробу такого материала в деионизированной воде и проведите анализ пробы этой воды.

Очистка

Ополосните все бутылки перед употреблением деионизированной водой. Остальное пробоотборное оборудование должно быть вымыто в разбавленной кислоте за 2-3 дня перед использованием и храниться в пластиковых мешках. При анализе следов металла пробы следует собирать и хранить в бутылках, вымытых в кислоте. Требуется избегать загрязнения; контейнеры должны быть полны и плотно закрыты, чтобы избежать воздействия воздуха.

В стеклянные сосуды рекомендуется помещать пробы для определения содержания ртути и углерода. Новые стеклянные емкости следует вымыть в растворе хромовой кислоты. Затем сосуд необходимо промыть мягким детергентом, прополоскать в проточной воде и, наконец, в дистиллированной деионизированной воде. Пластиковые бутылки следует мыть концентрированной соляной кислотой, 50%-ной азотной кислотой или коммерческим дезактивирующим средством, например, «Decon» (Cryer and Trudgill 1990).

Количество проб

Основной принцип состоит в том, что чем больше проба, тем ниже будет эффект загрязнения от емкости, в которой хранится материал. Для проб речной и озерной воды обычно достаточно 1 литра. Размеры проб осадков и почвенных вод обычно варьируют в зависимости от доступности материала.

Условия хранения между пробоотборами

Во время и после пробоотбора важно изолировать бутылки от света и хранить их в холоде. Если это невозможно, следует накрыть пробу, например, алюминиевой фольгой.

Доставка в лабораторию

Все емкости должны быть маркированы с указанием пробной площади, номера сборщика, типа пробоотбора (например, «подкрановый сток», «стволовой сток»), даты пробоотбора. Каждая проба должна определяться и документироваться точно и аккуратно. Эта документация — составная часть информации о пробах, она должна вноситься в базу данных. Документирование включает, по крайней мере, следующие пункты:

- название и номер экополигона и пробной площади,
- дату пробоотбора,
- глубину пробоотбора,
- дополнительную информацию (например, вероятное загрязнение).

Емкости с пробами должны доставляться в лабораторию как можно раньше, при теплой погоде в холодильных камерах.

Хранение проб

Пробы для анализа ионного состава и содержания биогенных веществ необходимо хранить в темноте при температуре +4°C. Следует доставить их в лабораторию как можно раньше. Периоды доставки и хранения должны быть по возможности короткими. Пробы, хранимые в полиэтиленовых бутылках хотя бы несколько часов, теряют некоторые вещества (в частности, соединения фосфора) в результате адсорбирования на стенках бутылей.

Пробы поверхностных вод (подпрограммы RW, LC), предназначенные для анализа содержания металлов, можно сохранять, добавляя кислоту, как правило, азотную. Содержание при pH=2 в большинстве случаев обеспечит сохранность металлов в течение нескольких недель. Если консервирующее вещество добавляется в полевых условиях, следует предпринять особые меры предосторожности для предотвращения загрязнения проб при добавлении азотной кислоты. При определении нерастворимой фракции необходимо профильтровать пробу перед консервацией. Используемые фильтры должны иметь мембрану 0,40-0,45; их следует промыть деионизированной водой перед использованием. В принципе фильтрация не является обязательной, и, если пробы подвергались этой процедуре, это должно быть зафиксировано при документации результатов.

Контрольные отбора проб воды

Чтобы выявить возможное загрязнение при пробоотборе, следует проводить контрольный отбор проб воды по меньшей мере 1 раз в месяц. Для этого 50-100 мл деионизированной воды наливают пробоотборник, который был заранее помещен в изучаемую среду. Эта проба должна быть подвергнута тем же процедурам определения, что и обычные пробы воды.

8.3. Порядок работы в лаборатории

8.3.1. Внутрилабораторный контроль качества

Все лаборатории, работающие по международным совместным программам, должны документально подтверждать, что внутрилабораторный контроль качества обеспечивает точность и информативность рутинных лабораторных анализов. Такое документирование обычно для сертифицированной лаборатории. Если внутрилабораторный контроль не проводится в лаборатории, то от межлабораторных программ контроля качества мало пользы.

Внутрилабораторный контроль качества должен включать:

1. полное и тщательное документирование методов (например, стандартное отклонение для отдельной пробы, использование контрольных проб и т. д.);
2. документированные подтверждения аналитических процедур, точность внутренних стандартов, достоверность определения погрешностей, погрешность применяемых методов;
3. документирование данных, относящихся к особенностям каждой пробы, например, корректное определение ионного баланса или проводимости;
4. подтверждение корректности процедур путем анализа материалов внешнего аудита, стандартных образцов и т.д.

8.3.2. Межлабораторный контроль качества

Межлабораторный контроль качества необходим в межлабораторных программах для выявления систематических ошибок, допускаемых отдельными участниками работ. Эта оценка качества не заменяет внутрилабораторный контроль, обеспечивающий

последовательность ежедневных операций. Цель межлабораторного контроля — убедиться, что между результатами работы разных участников программы нет систематических расхождений. Подобные расхождения могут появляться при применении несхожих методов, ошибок в стандартах лабораторий или из-за некорректного внутрилабораторного контроля. Рекомендуется ежегодно принимать участие в межлабораторных сравнениях по всем анализируемым показателям. Кроме того, желательно участвовать в межлабораторных сравнениях в полевых условиях. Программный центр МСП КМ будет информировать участников о предстоящих интеркалибрациях. Все данные должны быть верифицированы и валидированы.

Межлабораторный контроль качества по пробам воды будет проводиться в рамках МСП «Вода». Контроль качества по растительности и почвам будет организован Лесным координационным центром по листве (Forest Foliar Co-ordinating Centre) в Вене и Лесным координационным центром по почвам (Forest Soil Co-ordinating Centre) в Генте соответственно.

8.3.3. Качество измерений

Качество измерений должно оцениваться по ионному балансу и сравнению расчетной и измеренной проводимости. Необходимая точность для ионного баланса, также применяемая в МСП «Вода», такова: разность суммы катионов и суммы анионов не должна превышать 10% содержания катионов. Содержание органических анионов может быть аппроксимировано из соотношения суммарного и растворенного органического углерода. Расчетная проводимость показывает, будут ли результаты одного или нескольких аналитических измерений слишком высокими или слишком низкими.

8.3.4. Специфические процедуры контроля качества данных

В некоторых подпрограммах (например, AM, SC) процедуры обеспечения качества данных специфичны. Они представлены в соответствующих главах. Тем не менее, многие процедуры контроля качества данных носят более общий характер и представлены в настоящей главе.

8.3.5. Анализ воды

Лаборатория должна проверять свои процедуры на предмет порога чувствительности, точности и воспроизводимости путем повторения анализов контрольных растворов и т. д. Все данные должны быть верифицированы и валидированы.

Суммарная ошибка отдельного результата измерения не должна превышать величину, соответствующую необходимому порогу детектирования (L) или процентной норме (P%) наибольшего результата. Лаборатории, использующие менее чувствительные методы, должны сообщать в Программный центр величины отклонений. Для ЕМЕП показатели качества данных следующие:

- точность 10% или выше для оксидов серы и азота в отдельных лабораторных измерениях;
- точность 15% или выше для иных компонентов в отдельных лабораторных измерениях;
- 0,5 единиц для pH;
- 15-25% неопределенности для комбинированных пробоотбора и анализа;
- 90% полноты данных по ежедневным значениям.

Необходимые значения точности (Р%) и предела детектирования (L) для измерений проб воды:

| Определяемое соединение | Предел детектирования (L) | Р(%) |
|--|---------------------------|------|
| Кальций | 0.02 мг/л | 10 |
| Магний | 0.01 мг/л | 10 |
| Натрий | 0.02 мг/л | 10 |
| Калий | 0.02 мг/л | 10 |
| Хлориды | 0.2 мг/л | 10 |
| Сульфаты (SO ₄) | 0.2 мг/л | 10 |
| Нитраты (+ нитриты) ² , (N) | 10 мкг/л | 10 |
| Алюминий | 10 мкг/л | 10 |
| неподвижный (органический) алюминий | 10 мкг/л | 10 |
| Подвижный (неорганический) алюминий | 10 мкг/л | 10 |
| Растворенный органический углерод ³ | 0.2 мг/л | 10 |
| рН | 0.1 единиц рН | - |
| Проводимость | 0.2 мСм | 5 |
| Щелочность | 0.005 ммоль/л | 10 |
| Суммарный фосфор | 2 мкг/л | 10 |
| Растворимые фосфаты | 2 мкг/л | 10 |
| Температура | ±0.2 °С | - |

² В хорошо аэрированных поверхностных водах содержание нитритов обычно близко к нулю

³ В пробах с низким содержанием частиц можно определять суммарный органический углерод (без фильтрации)

Качество определения химического состава проб воды сильно зависит от характера работы лаборатории. Следует регулярно готовить и анализировать контрольные пробы в ряду обычных проб для обеспечения независимой проверки химических анализов. Рекомендуется использовать стандарты проб дождевой воды как внешние материалы для сравнения 2-4 раза в год, а также приготовленные в лаборатории контрольные пробы для ежедневного контроля. Содержание измеряемых компонентов в контрольных пробах должно быть близким к ожидаемым средним концентрациям; эти пробы можно приготовить с использованием следующих соединений:

- $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
- азотная кислота
- $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
- NaCl
- KCl

8.3.5.1. Определение достоверности и точности

Для определения достоверности, точности и предела детектирования в лаборатории необходимо проделать следующее:

- 5% проб должно быть разделено, и части проб следует анализировать отдельно;
- 5% проб должны содержать известное и близкое к естественному содержание определяемых компонентов, и эти пробы следует анализировать в ряду обычных проб;
- 5% проб должны быть контрольными стандартами для определения предела детектирования.

Методы определения достоверности, точности и пределов детектирования представлены в Руководстве ЕМЕП (раздел 5.6 и 5.7).

8.3.6. Анализ почв

Большая часть разброса результатов определения элементного состава почв происходит вследствие различия свойств экстрагирующих агентов, используемых в лабораториях. В этой связи необходимо отметить, что суммарное содержание элементов может не иметь отношения к их запасу, доступному растениям. Относительно наиболее подходящих экстрагирующих агентов для каждого элемента нет единого мнения, разные лаборатории используют различные агенты.

Правдоподобность данных

Детальная информация о методах проверки данных, контроле качества, достоверности и точности регулярно публикуется Американской общественной ассоциацией здравоохранения (American Public Health Association). Простейшая проверка правдоподобности состоит в том, чтобы убедиться, что суммарные содержания анионов и катионов совпадают. Если обнаружена разница, которую нельзя объяснить отсутствием каких-либо ионов, это должно привлечь внимание руководства лаборатории. Еще одна простая процедура проверки включает наблюдение за кривыми зависимости между такими параметрами, как SO_4S - суммарная S; PO_4P — суммарный P; $\text{NO}_3\text{N} + \text{NH}_4\text{N}$ - суммарный N; суммарный неорганический N ($\text{NO}_3\text{N} + \text{NH}_4\text{N}$) — растворенный органический C. Во всех этих случаях должна наблюдаться сильная корреляция. Исключение выбросов может существенно уменьшить изменчивость данных. Если какие-либо значения содержания металлов являются выбросами в серии опытов, следует проверить химический состав всей пробы.

Пробы для обеспечения качества

Пробы для обеспечения качества должны включать 1) полевые повторности (см. процедуру пробоотбора); 2) дублирующие пробы, созданные при подготовке к анализу (при сушке и просеивании) и помещаемые случайным образом среди обычных проб; 3) природные проверочные пробы, например, большое количество образцов типичных почв, служащих справочным материалом. Эти пробы будут предоставлены Программным центром в сотрудничестве с Лесным координационным центром по почвам в Генте. Такие проверочные пробы, случайным образом размещенные в серии обычных проб, могут быть использованы для оценки точности внутри серии и различий между результатами аналитических измерений между лабораториями (для оценки достоверности). Обычно состав этих образцов неизвестен персоналу лаборатории, однако рекомендуется помещать в каждую серию опытов контрольные образцы с известным содержанием. Если результаты измерений этих образцов с известным содержанием элементов выходят за рамки установленных интервалов, серию проб необходимо проанализировать снова, чтобы получить приемлемые значения содержания элементов. Это подтвердит наличие жесткого стандарта для каждой серии проб в лаборатории. Таким образом, снизятся различия между сериями опытов и лабораториями.

Кроме калибровочных проб с неизвестным количественным содержанием элементов (используемым для проверки смещения показаний инструментов) и повторностей при аналитических процедурах (разделение проб для проверки точности измерений и оценки смещения показаний приборов) совокупность образцов для контроля качества методов подготовки проб (например, почвенного экстракта) должна включать образцы с неизвестным содержанием реагентов. Эти последние образцы должны содержать все используемые реагенты в тех же количествах, в которых применялись при подготовке почвы к анализу. Они должны подвергаться тем же процедурам экстракции, что и обычные пробы, и применяться для определения степени загрязнения реагентами.

Программный центр МСП КМ предоставит проверочные образцы экстрактов, и результаты будут использованы для установления различия между систематическими отклонениями вследствие ошибок при экстракции или при инструментальных измерениях. С помощью подобных проверочных проб лаборатория может определить источники ошибок.

Верификация данных

- неизвестные заранее концентрации должны быть ниже порога детектирования;
- относительное стандартное отклонение пар проверочных образцов, повторностей отобранных в поле проб, повторностей, полученных при подготовке проб, аналитических повторностей должно быть ниже 10% (или иной согласованной величины) порога детектирования (относительное стандартное отклонение рассчитывается делением стандартного отклонения каждой пары на среднее, и затем умножением этой величины на 100);
- степень извлечения должна быть не более 15% (или иной установленной величины) от начальной концентрации добавки;
- проверки внутренней непротиворечивости (стандартное соотношение анализируемого вещества):

песок+глина+пылеватая порода=100

пробы органической фракции почв $\geq 12\%$ органического углерода;

pH воды > pH соли, корреляция ≥ 0.95 ;

обменные Ca>Mg>K>Na (единица — мэкв/л);

определение выбросов: наибольшие и наименьшие составляют 1% от значений, значения $>\pm 3$ остаточных погрешности.

8.3.7. Растительные материалы

Суммарное содержание элементов, полученное стандартными лабораторными методами, необходимо проверить, чтобы установить точность и достоверность этих методов. Рекомендуются два этапа обеспечения качества:

Сравнение результатов национальных методов с концентрациями в стандартных образцах. Эти стандартные образцы с сертифицированной суммарной концентрацией элементов предоставляются, в том числе, Международной организацией стандартов (International Standard Organization — ISO) и высылаются в лаборатории для анализа. Сертифицированные образцы высылаются в отдельные лаборатории после того, как значительное количество лабораторий представят свои результаты.

Для того, чтобы постоянно проверять точность анализов, также рекомендуется каждой лаборатории производить и включать в серии опытов собственные стандартные пробы. Данные могут быть приняты только в том случае, если результаты анализа проб с известным содержанием совпадают со справочным материалом.

8.4. Аудит

Аудит должен осуществляться только представителями института, работающего на экополигоне, каждый год, чтобы удостовериться, что полевые работы проводятся в соответствии с необходимым уровнем. Системный аудит должен регулярно выполняться менеджером по обеспечению качества МСП КМ в сотрудничестве с менеджером по обеспечению качества ННЦ. Для заполнения во время этих инспекций должна быть разработана детальная контрольная ведомость. Для инспекций в части влажных выпадений можно использовать ведомость ГСА ВМО (WMO 1994). Заполняемые формы должны проверяться, чтобы все аспекты полевой работы выполнялись в соответствии с требованиями. Аудиторы должны приносить с собой копии заполненных в прошлый визит ведомостей. Корректирующие меры в случае необходимости должны приниматься сразу же.

Системный аудит должен включать:

- общую проверку системы качества;
- инспекцию мест пробоотбора и окрестностей с регистрацией произошедших изменений;
- наблюдение за работой персонала в течение всех необходимых процедур и исправление в случае неправильного использования оборудования;
- проверку и калибровку оборудования и инструментов;
- проверку полевых журналов;
- оценку нужд для улучшения работы.

План и основные принципы аудита должны быть разработаны заранее.

8.5. Аналитические методы

Использование корректно подобранных методик является зоной ответственности национальных институтов. Большинство стран-участниц применяют в своей работе международные стандартные методы, например, рекомендуемые ISO. Все страны Евросоюза приняли евростандарты. МСП КМ также будет применять стандарты ISO и Европейского комитета по стандартизации (CEN) в качестве основы своей деятельности, как это было сделано в МСП «Вода». Методы ISO/CEN, как правило, характеризуются высоким качеством, верифицированы и документированы удобным для участников способом. Однако, поскольку изменение методик осуществить трудно, дорого и не всегда остро необходимо, участники просто представляют документальные подтверждения того, что качество используемых ими методов такое же или выше, чем у методов, осуществляемых по стандартам ISO/EN, в части искажений результатов анализов и порогов детектирования. Основной метод предварительной обработки материала и коды определения должны быть включены в данные, предоставляемые в Программный центр.

Информацию о методах, соответствующих стандартам ISO/CEN, можно получить в следующих организациях:

1. национальные агентства по стандартизации;
2. Международная организация по стандартизации (International Organisation for Standardisation (DIN), 10787, Германия, Берлин, Burggrafenstrasse, 6);
3. Международная организация по стандартизации (International Organisation for Standardisation (ISO), Швейцария, Женева, Case Postale 56, CH-1211);
4. Европейская комиссия по стандартизации (European Committee for Standardisation (CEN), Бельгия, Брюссель, rue de Stassart 36, B-1050).

8.6. Литература

Allen, S.E. (1974) Chemical analysis of ecological materials. Blackwell Scientific, Oxford.

Cryer, R. And Trudgill, S.T. 1990. Solutes. In Goudie, A., Anderson, M., Burt, T., Lewin, J., Richards, K., Whalley, B. And Worsley, P. (eds) Geomorphological Techniques. Unwin Hyman, London, pp. 260-279.

EMEP. EMEP manual for sampling and chemical analysis, EMEP/CCC-Report 1/95, NILU, Kjeller, Norway, March 1996.

Hem, J.D. 1970. Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water. U.S. Geological Survey Water Supply Paper N. 1473, 2nd edition.

ICP Waters. ICP Waters Programme manual. Compiled by the Programme Centre, Norwegian Institute for Water Research. Revised edition, Oslo, September 1996.

Jones, J.B. 1988. Comments on the accuracy of analytical data in the published scientific literature. Soil Science Society of America Journal 52, 1203-1204.

Kalra, Y.P. and Maynard, D.G. 1991. Methods manual for forest soil and plant analysis. Information Report NOR-X-319. Forestry Canada, Northwest Region, Northern Forestry Centre, Edmonton. 116 pp.

Lindberg, S.E., Turner, R.R., Ferguson, N.M. and Matt, D. 1977. Walker Branch watershed element cycling studies: collection and analysis of wetfall for trace elements and sulphate. In: Correll, D.L. (ed.) Watershed research in eastern North America. Volume 1. Smithsonian Institute, Edgewater, 125-150.

Reynolds, B. 1981. Methods for the collection and analysis of water samples for a geochemical cycling study. Institute of Terrestrial Ecology, Bangor, Occasional Paper No. 5.

Summers, W.K. 1972. Factors affecting the validity of chemical analyses of natural waters. Groundwater 10, 12-17.

Taylor JK. 1987. Quality Assurance of Chemical Measurements. Lewis Publishers, Chelsea Michigan, 328 pp.

US-EPA 1988. Direct/Delayed Response Project: Quality Assurance Report for Physical and Chemical Analyses of Soils from the Southern Blue Ridge Province of the United States. EPA/600/PS8-86/100. September 1988.

WMO (1994) Report of the workshop on precipitation chemistry laboratory techniques. Hradec Kralove, Czech Republic, 18-21 October 1994. Edited by V. Mohnen, J. Santroch, and R. Vet. Geneva (WMO/GAW No. 102).

Приложения к Руководству МСП КМ

Приложение 1: измерение ТМ и СО₂ на экополигонах МСП КМ;

Приложение 2: перечень кодов базы данных;

Приложение 3: удалено;

Приложение 4: коды стран;

Приложение 5: способ описания экополигона;

Приложение 6: коды биологических таксонов;

Приложение 7: вычисления результатов.

Приложения представлены по адресу: http://www.syke.fi/en-US/Research_Development/Ecosystem_services_and_biological_diversity/Monitoring/Integrated_Monitoring/Manual_for_Integrated_Monitoring/Annexes_to_Manual .