

# Руководство по проведению комплексного мониторинга влияния загрязнения воздуха на экосистемы



## Предисловие

Российская Федерация принимает участие в выполнении ряда международных программ мониторинга, обеспечивает проведение наблюдений и исследований, выполняемых под эгидой Конвенции по трансграничному переносу загрязнений на большие расстояния экономической комиссии ООН для Европы (ЕЭК ООН), включая реализацию Международной совместной программы по комплексному мониторингу влияния загрязнения воздуха на экосистемы (далее - МСП КМ)/(International Cooperative Programme on Integrated Monitoring (ICP IM)).

Загрязнение атмосферы является ключевым вопросом для специалистов и экологов всего мира, с ним связывают крупнейшие глобальные экологические проблемы современности. Например, “парниковый эффект”, нарушение озонового слоя, выпадение кислотных дождей. Под загрязнением атмосферного воздуха следует понимать любое изменение его состава и свойств, которое оказывает негативное воздействие на здоровье человека и животных, состояние растений и экосистем. Оно подразделяется на естественную (ветровая эрозия, дым от пожаров, вулканическая деятельность и т.п.) и антропогенную составляющую (выбросы загрязняющих веществ в процессе деятельности человека).

По данным исследований процессов загрязнения среды, в некоторых частях Европы подкисление остаётся серьёзной проблемой, однако, в Западной Европе его

воздействие уменьшается. Исследования по восстановлению экосистем в случаях значительного уменьшения подкисляющего осаждения подтвердили положительное воздействие сокращения выбросов. Происходит химическое и биологическое восстановление экосистем, однако для снижения уровня антропогенного воздействия по-прежнему требуется более значительное сокращение выбросов.

Доказано, что цикл азота в биосфере был изменен антропогенной деятельностью, в частности процессами сжигания и внесения удобрений. Азот способствует подкислению почвы и воды, а его высокий уровень содержания в окружающей среде может изменить распределение и относительные доли видов в экосистемах. В рамках соответствующих программ производится мониторинг такого воздействия.

Что касается приземного озона, который является сильно окисляющим газом, то в последние годы его фоновые уровни в сельской местности повысились, при снижении пиковых показателей.

Выброс твердых частиц (ТЧ) происходит как из естественных, так и из антропогенных источников. Кроме того ТЧ могут образовываться в атмосфере из газов-прекурсоров, таких как двуокись серы ( $\text{SO}_2$ ) и  $\text{NO}_2$ . В ТЧ могут содержаться тяжелые металлы и органические соединения. Они создают угрозу здоровью людей и способствуют загрязнению материалов.

Кроме того за последние десятилетия были сокращены выбросы тяжёлых металлов, что повлияло на снижение уровня содержания тяжелых металлов в окружающей среде. Однако по-прежнему важное значение имеет мониторинг этих веществ [2].

Известно, что стойкие органические загрязнители (СОЗ) переносятся на большие расстояния по воздуху или морскими течениями. Их разложение в окружающей среде происходит очень медленно, в течение десятилетий или столетий. Они являются токсичными и накапливаются в пищевых цепочках в концентрациях, которые могут привести к проблемам со здоровьем и репродуктивностью у хищных животных, находящихся в верхнем звене трофической цепочки. Особенно высокие концентрации загрязнителей были обнаружены в водных животных, например в рыбе.

Исследования загрязнения среды показали, что для понимания механизмов воздействия на природные сообщества в целом не достаточно только исследовать перенос загрязняющих веществ, необходим комплексный подход.

## **1.1. Задачи МСП КМ**

Исследования загрязнения атмосферного воздуха показали, что для понимания механизмов нанесения ущерба биогеоценозам и изучения взаимодействий типа «доза – эффект» необходим комплексный подход с использованием биоиндикаторов. Например, когда кислотные осадки поступают в почву, их воздействие можно выявить как по состоянию локальной растительности, так и по изменению химического состава суммарного стока из данной экосистемы. Параметры физико-химических процессов в экосистемах определяют ее пригодность для биоты. МСП КМ включает в себя одновременные физические, химические и биологические измерения различных компонентов изучаемых экосистем.

Первоначально, МСП КМ создавалась для определения состояния и прогнозирования изменений наземных и пресноводных экосистем в долговременной перспективе под воздействием различных загрязнителей воздуха, особенно соединений азота и серы. Начала создаваться единая база данных, которая могла бы быть использована для принятия решения по контролю эмиссий загрязняющих веществ (в том числе их трансграничного переноса) в Европе и для оценки последствий воздействия загрязнения на состояние экосистем.

В настоящее время, основной задачей МСП КМ является обеспечение научных и статистически верных данных, которые могут быть использованы для моделирования и

для принятия решений. Особое внимание уделяется формированию непрерывных временных рядов экологических параметров вместо спорадических исследований в различных регионах ЕЭК ООН.

Основными целями МСП КМ являются:

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

Данные по программе получают по единым международным согласованным методикам, размещенным на сайте Финского института окружающей среды, являющегося научным Центром по реализации МСП КМ (<http://www.environment.fi>). Информация в электронной форме накапливается в Центре данных по окружающей среде (ЦДОС) в г. Хельсинки (Финляндия), куда она поступает из национальных научных центров, ответственных за сбор данных внутри стран.

В каждой стране, участнице МСП КМ, определены национальные научные центры по реализации МСП КМ. Подходы к размещению стационаров сети международной программы в разных странах-участницах Конвенции отличаются друг от друга, мониторинговые площадки заложены на особо охраняемых природных территориях (далее – ООПТ) различного статуса – в заповедниках, национальных парках, на национальных сетях Natura-2000.

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

## **1.2. Концепция экосистемного мониторинга**

Комплексный мониторинг экосистем подразумевает проведение физических, химических и биологических измерений в течение долгого времени. Эти измерения должны производиться одновременно на различных компонентах экосистемы на одной и той же территории. МСП КМ состоит из отдельных подпрограмм, выполняемых с использованием одних и тех же стандартизованных в рамках программы методик и параметров в одних и тех же пунктах наблюдений. Количественный анализ потоков и водоёмов, и контроль скорости происходящих в них изменений, важны для развития всех экологических политик ориентированных на воздействие (например, Джонсон и Линдберг 1992, Moldan and Cerny 1994).

Пункт наблюдения МСП КМ должен включать территорию небольшого водосбора (или другую гидрологически хорошо определенную область), достаточную для того, чтобы охватить все взаимодействующие компоненты: атмосферу и растительность, растения и почвы, коренную подстилающую породу и грунтовые воды, ручей или озеро, и окружающую землю. Небольшой водосбор обычно включает наземную экосистему и водную экосистему смежного ручья. Наземная экосистема традиционно рассматривается как комплекс живых организмов, взаимодействующих сложным образом друг с другом и со своей средой обитания: воздухом, почвой и водой (Moldan и Cerny 1994). Концептуальная схема небольшой экосистемы водосбора приведена на рисунке 1.1.

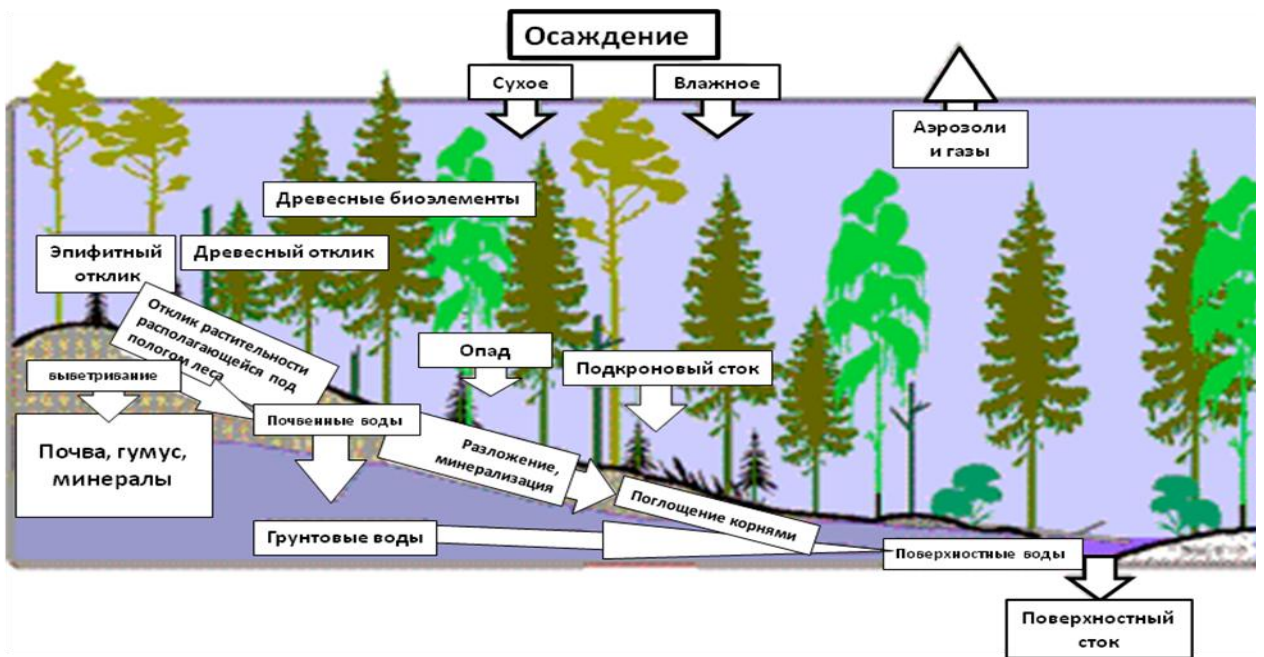


Рисунок 1.1 Концептуальная схема экосистемы небольшого водосбора (основные составляющие и основные процессы, являющиеся объектами комплексного мониторинга)

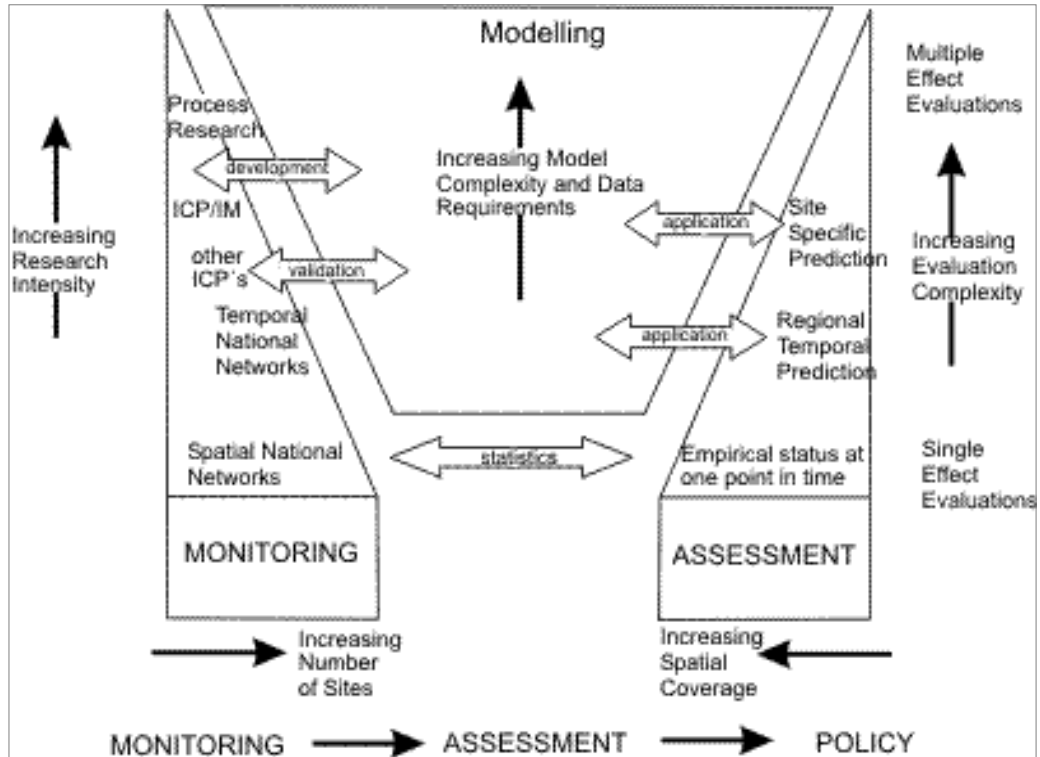


Рисунок 1.2 Концептуальная модель средств, через которые идёт развитие рациональной экологической политики, последовательность мониторинга и оценки. Положение программы МСП КМ в иерархии программ мониторинга обозначено.

Для формирования региональной политики по сокращению выбросов антропогенных загрязнителей необходимы данные экологического мониторинга (рисунок 1.2). Для проведения регулярной оценки и корректировки политики в отношении загрязнения среды необходимо проведение наблюдений, а также развитие и применение моделирования экосистем и потоков загрязнителей в них.

Национальная или международная программа мониторинга по оценке воздействия любых антропогенных воздействий на окружающую среду (например, кислотного смещения, токсичных загрязнителей, изменения климата и т.д.) лучше всего организуется в интегрированной, иерархической схеме (левая пирамида на рисунке 1.2). В вершине пирамиды небольшое количество пунктов наблюдений интенсивного мониторинга по исследованию процессов. Эти пункты дают достаточную информацию в связи, с чем существует возможность развития моделей. Многие из стран ЕЭК управляют совсем небольшим числом (1-10) таких стационаров.

Ниже вершины обозначены региональные сети мониторинга, которые используют осуществление выборки на большем количестве станций. Фундамент пирамиды мониторинга составляют национальные 'обзоры', в которых осуществляется выборка и анализ данных, это может происходить нечасто, вплоть до нескольких раз в десятилетие. Число иерархических уровней, представленных на рисунке 1.2, является, вероятно, минимумом для эффективного экосистемного мониторинга в международном масштабе.

Ниже вершины пирамиды МСП КМ располагаются источники информации для сравнения сложных и разнообразных эффектов через климатические изменения в геологических, экологических, и политических границах. Большая часть значений, которые сообщаются на международный уровень, усредняются по времени (например, ежемесячная объёмная масса стоковых концентраций). Они очень полезны для утверждения моделей и проверки 'универсальности'. Как только уверенность в работе модели была получена, модель применяется для региональной оценки. Следовательно, мульти иерархические уровни мониторинга необходимы для представления информации, которая в свою очередь необходима для развития моделирования процесса. МСП КМ представляет собой уровень международного сотрудничества и должна соответствовать потребности международной политики. Самостоятельно, однако, МСП КМ не может поставлять соответствующую информацию; для политических решений программа зависит от решений участников программы.

### **1.3. Расчеты массового баланса**

Одним из центральных подходов комплексного мониторинга (КМ) является мониторинг баланса масс основных химических компонентов в пределах участка. 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  $\Delta S$  = Изменение 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 в дальнейшем быть разделён на более сложные для изучения отношения доза-эффект (отклик) (рис. 1.3).

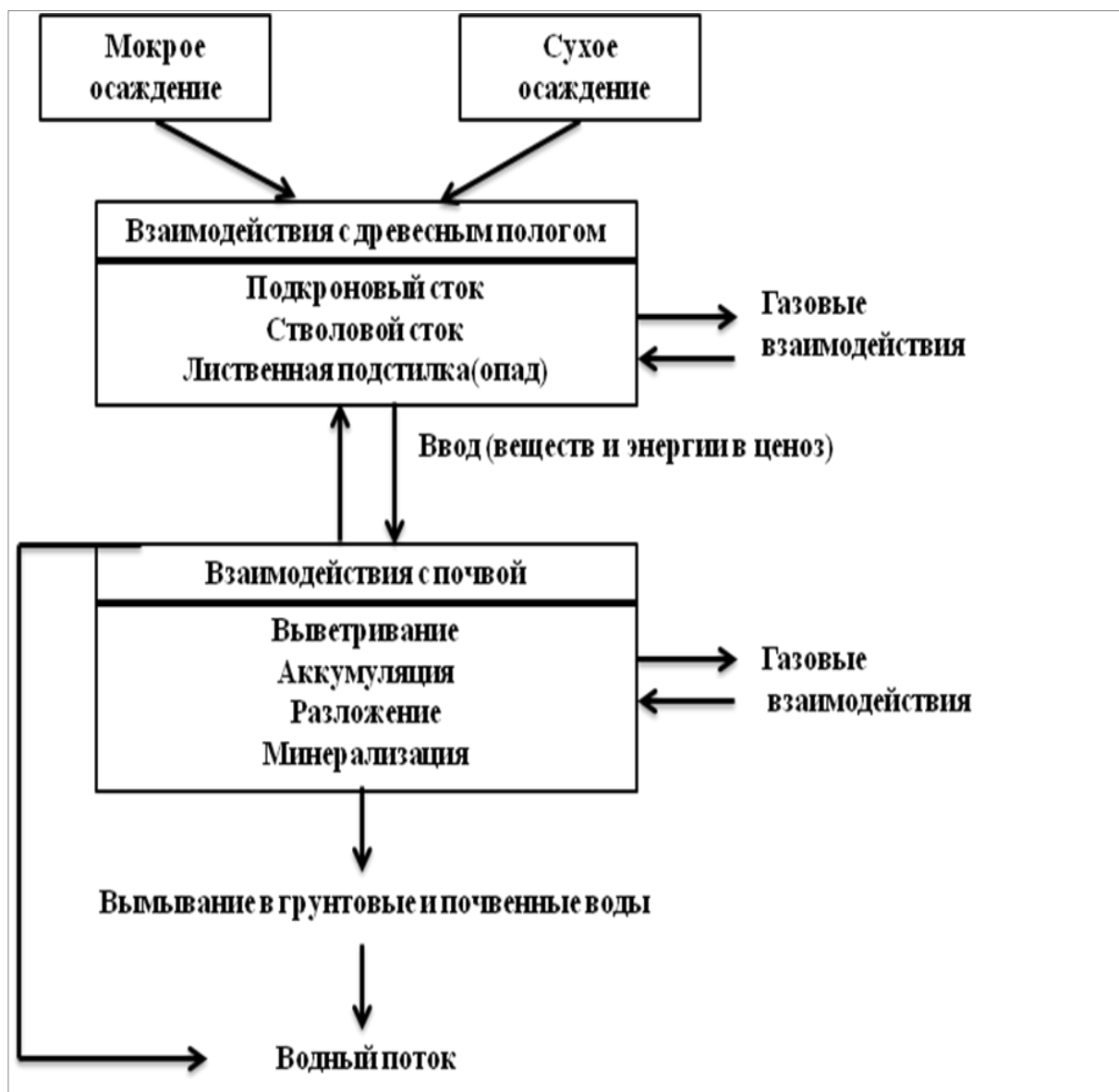


Рисунок 1.3. Поток веществ в лесных экосистемах. Модели разной сложности могут быть использованы для описания баланса масс экосистемы.

#### **1.4. Применение моделей**

Предсказание экосистемного отклика на изменение в нагрузке загрязняющих веществ и условий окружающей среды необходимы как с научной, так и с политической точек зрения. Прогнозы дают основу для формулирования задач и определения необходимости в принятии мер для улучшения ситуации. Лучшими средствами для получения результата являются, математические имитационные модели, способные прогнозировать экосистемный отклик на будущие варианты осаждения загрязнений. Эти модели должны иметь возможность описывать физические, химические и биологические взаимодействия, наблюдающиеся в экосистеме. Степень повреждения экосистемы можно оценить при условии, что модели основываются на принципе «доза – эффект». Результат, получаемый с использованием модели точен ровно на столько, насколько точны вводимые данные. В связи с чем, очень важную роль играет комплексный подход, нацеленный на выявление функций системы и предоставление достаточных данных для калибровки модели.

## **1.5. Биоиндикация**

Определение биологических откликов на изменения внешней среды необходимо в связи с тем, что биологические организмы дают интегрированные отклики на изменение экосистемы. Это самый древний и наиболее эффективный способ обнаружить системные сдвиги в состоянии природной среды. Контроль биологических переменных, кроме того, даёт возможность обнаружить причинно-следственные отношения в пределах экосистемы. Явным преимуществом МСП КМ в этом вопросе является возможность достоверного объединения биологических переменных со значительным числом физико-химических переменных (которые измеряются одновременно).

## **1.6. Ссылки**

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. Причинно-следственные взаимосвязи между подпрограммами МСП КМ и приоритеты**

В главе 6 перечислены обязательные и дополнительные подпрограммы, которые взаимосвязаны через причинно-следственные связи по принципу «доза-эффект». Структуру программы удобно представить по разделам (подпрограммам), вычленимым по причинно-следственным связям с факторами негативного воздействия среды и во взаимосвязи между подпрограммами, фиксирующими биологический эффект воздействия на компоненты экосистем. Такая структура представлена в табл. 2.1. Приоритетными разделами являются мониторинг воздействий соединений азота, серы и озона в экосистемах; второстепенными – стойких органических загрязнителей, тяжелых металлов и изменений климата. Для каждого из шести экологических/абиотических изменяющихся факторов соответствующих подпрограммам МСП КМ выявлены как общие, так и индивидуальные индикаторы.



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

Факторы воздействия среды	Подпрограмма	Биологические эффекты (следствия)	
		Индивидуальный (специфический) индикатор (+подпрограмма)	Общий индикатор (+ подпрограмма)
Азот (окисление, эвтрофикация)	PC, TF, SF, RW/SW, SC, AM, LC (если озеро) (AC, LF, GW)	- Индекс восприимчивости (VG) - Химия листвы (FC) - Воздушные водоросли (Aerial algae) (AL)	- Изменение биомассы (BI) - Видовой состав (VG, EP) - Повреждение лесов (FD)  - Водные виды и изменение биомассы (LB/RB) - (Рыба) - Микробное разложение (MB)
Сера (окисление)	PC, TF, SF, RW/SW, SC, AM, LC (если озеро) (AC, LF, GW)	- Индекс восприимчивости (VG, EP) - Химия листвы (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 листвы (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) - Микробное 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 CO2)		- Изменение биомассы (BI) - Биологическая вариативность (VG, EP, BB, BI) - Микробное разложение (MB)



### **3. Уровни программы и выбор площадок исследования**

#### **3.1. Разные уровни программы**

Развитие программы подразумевает как совершенствование методик, так и оптимизацию сети. Подходы к размещению стационаров сети международной программы в разных странах-участницах Конвенции отличаются друг от друга, мониторинговые площадки заложены на особо охраняемых природных территориях (далее – ООПТ) различного статуса – в заповедниках, национальных парках, на национальных сетях природных резерватов сети Natura-2000.

В России МСП КМ осуществляется преимущественно в биосферных заповедниках программы ЮНЕСКО «Человек и Биосфера».

Концепция комплексного (интегрированного) мониторинга была широко признана подходящим и своевременным средством контроля изменений экосистем. Во всех странах-участницах были предприняты усилия к ее осуществлению. Из-за временной и пространственной изменчивости динамики экосистем от каждой страны-участницы требуются долгосрочные обязательства. Это означает, что каждая страна-участница принимает на себя долгосрочные обязательства. Согласно этим обязательствам, комплексный мониторинг на национальном уровне должен проводиться в течение не менее 10 лет (предпочтительно бессрочно), что подразумевает и её долговременное финансирование. Реализация МСП КМ в полном объеме на каждом экополигоне требует значительных финансовых затрат. Для оптимизации расходов и обеспечения возможности сбора данных при имеющихся ресурсах были определены различные уровни интенсивности мониторинга в пунктах наблюдений. В зависимости от региональных приоритетов и финансовых ресурсов выполнение измерений по МСП КМ в каждой стране может быть организовано по-разному, национальные концепции мониторинга могут существенно различаться. Тем не менее, для того, чтобы можно было провести оценку данных в международном масштабе по приоритетным разделам, необходим общий минимальный уровень выполнения программы. Возможным выходом из ситуации становится разделение стационаров комплексного мониторинга по категориям на экополигоны (станции интенсивного мониторинга) и площадки биомониторинга (биологические стационары).

**Станции интенсивного мониторинга** включают районы, где в соответствии с физической моделью выполняется полная программа. На этих площадках отбор проб и наблюдение проводятся на разных компонентах экосистем с целью построения гидрохимических биогеохимических и биологических причинно-следственных моделей, которые имеют важное значение для решения научных задач. Такие модели были, например, использованы для определения критических нагрузок серы. В дальнейшем с помощью этих моделей планируется определять критические нагрузки азота. Кроме того, проводятся интенсивные исследования отношений типа «доза-эффект» между динамикой химических превращений и откликом биоты (рис. 2с). Эти станции должны быть профессионально оснащены с применением наилучшей технологии отбора проб. Количество таких станций должно быть порядка 1-2 на страну масштабов Западной Европы.

В России на текущий момент не создано ни одной станции, выполняющей полную программу МСП КМ. Однако подобная национальная программа выполняется на 4-х станциях комплексного фоновый мониторинга в биосферных заповедниках (прим. пер.)

**Биологические стационары** ставят перед собой задачу дать количественную оценку различий между местами наблюдений по некоторым наиболее важным характеристикам, таким, как показатели масс-балансовых моделей входа/выхода элементов и моделей для индикаторов на пространственной основе (рис. 2в). Модели должны быть описаны либо полным набором показателей, либо отдельными

переменными. Особая цель этих исследований состоит в определении естественных изменений, эффектов антропогенного загрязнения и изменения климата. В отношении минимального объема информации, который должен поступать со станций, не существует строгих ограничений.

Таблица 3.1.

Содержание подпрограмм для двух основных категорий станций

№		Периодичность отбора проб	Экополигоны	Биологические стационары
6.2.	Картирование		x	x
6.3.	Инвентаризация птиц и мелких млекопитающих	3-5 л	x	x
6.4.	Инвентаризация растительности	5-20л	x	x
7.1.	Подпрограмма AM: Климат	д	x	
7.2.	Подпрограмма AC: Химия атмосферы	д/н	x	
7.3.	Подпрограмма DC: Химия осадков	н/м	x	X <sub>1</sub>
7.4.	Подпрограмма MC: Тяжелые металлы во мхах	5л	x	
7.5.	Подпрограмма TF : Подкрановый сток	н/м	x	X <sub>1</sub>
7.6.	Подпрограмма SF: Стволовой сток	н/м	x	X <sub>4</sub>
7.7.	Подпрограмма SW: Химия почвенных вод	м	x	X <sub>2</sub>
7.8.	Подпрограмма GW: Химия грунтовых вод	2-6 м	x	
7.9.	Подпрограмма RW: Химия руслового стока	д/н/м	x	X <sub>2</sub>
7.10.	Подпрограмма LC: Химия озёрной воды	2-6 м	x	X <sub>3</sub>
7.11.	Подпрограмма FC: Химия листвы	л	x	
7.12.	Подпрограмма LF: Химия опада	л	x	
7.13.	Подпрограмма RB: Гидробиология ручьёв	6 м	x	X <sub>2</sub>
7.14.	Подпрограмма LB: Гидробиология озёр	6 м	x	X <sub>3</sub>
7.15.	Подпрограмма FD: Повреждение лесов	л	x	x
7.16.	Подпрограмма VG: Растительность	1-5л	x	x

7.17.	Подпрограмма EP: Эпифиты	1-5л	x	x
7.18.	Подпрограмма AL: Наземные зелёные водоросли	1-5л	x	x
7.19.	Подпрограмма MB: Микробиологическое разложение	л	x	x
8.1.	Дополнительная подпрограмма AR: Инвентаризация лесных древостоев	5л	x	
8.2.	Дополнительная подпрограмма PA: Обследование растительного покрова	5л	x	

$X_1$  = одна из подпрограмм, предпочтительно "подкроновый сток"

$X_2$  = внутрипочвенный сток + химия в местах без водотоков поверхностного стока или поверхностный сток + химия + гидробиология водотоков;

$X_3$  = включается, если проводятся гидробиологические наблюдения;

$X_4$  = включается, если данное место испытывает влияние лесной растительности.

Интервалы пробоотбора: д = ежедневно, н = еженедельно, м – ежемесячно, л = ежегодно.

### **3.2 Критерий выбора площадок**

Мониторинг должен осуществляться на небольших дренированных площадях, где одновременно могут быть измерены многие переменные. В пределах водосборного бассейна может находиться небольшое озеро. Однако, учитывая, что главная задача станций комплексного мониторинга состоит в создании моделей, рекомендуется выбирать такие водосборные бассейны, где площадь поверхности воды не превышала бы 30% территории. Наличие озера затрудняет проведение расчетов баланса масс, а также изучение взаимодействий между выпадениями, почвенными процессами и выносом, но при этом позволяет изучать эффекты в водной экосистеме.

Критерии выбора площадок интенсивного мониторинга:

- Водосбор должен позволять проводить измерения входящих и выходящих потоков. Измерение входящих потоков подразумевает регистрацию локальных метеорологических данных в пределах водосбора. Измерение выходящих потоков подразумевает возможность количественной оценки и химического анализа стока. Водосбор может быть подземный, но при этом выходящий поток должен контролироваться.
- Водосборный бассейн должен быть гидрологически изолирован и по возможности геологически однороден. Площадь водосборного бассейна должна быть в пределах 10-1000 га.
- Землепользование в пределах станции (если оно осуществляется) должно быть контролируемо. Это означает, что район наблюдения должен быть законодательно защищен от негативного воздействия.
- Тип или типы местообитания данной станции комплексного мониторинга должны быть характерны для региона в целом.
- Желательно, чтобы вблизи станции проводились другие научные исследования, связанные с моделированием окружающей среды.
- Необходимо наличие буферной зоны, т.е. ближайший крупный источник загрязнения должен быть удален на расстояние >50 км. В тех местах, где фоновый

уровень загрязнения высок, расстояние до источника выбросов может быть меньше, но если фоновый уровень низкий, расстояние должно быть больше.

## **4. Руководство программой**

### **4.1. Распределение функций**

#### **Организационная структура Программы (рис. 5):**

Научные учреждения осуществляют сбор проб, выполняют анализы, составляют ионные балансы и представляют первичные данные в Национальный научный центр (ННЦ). Эти учреждения должны нести ответственность за качество данных.

ННЦ осуществляет сбор данных, проводит модельные расчеты на основе первичных данных и представляют результаты статистической обработки данных, а также свои заключения в Центр данных по окружающей среде (ЦДО) (Хельсинки, Финляндия).

Международный центр (ЦДО, Центр данных по окружающей среде) осуществляет сбор и хранение результатов статистической обработки данных по странам-участницам, выполняет тестирование качества данных перед их вводом в базу данных и сообщает ННЦ о некачественных данных, обеспечивает доступ исследователей к базе данных и оценивает пространственно-временные различия (в континентальном масштабе). ЦДО отвечает за сотрудничество между всеми Международными совместными программами (МСП).

Тематические группы по интеркалибрации выполняют программы по интеркалибрации и проводят соответствующие тренировочные практикумы. Экспертная группа по моделированию координирует выполнение модельных расчетов.

Целевая группа МСП КМ играет роль руководящего органа программы, определяет график работ и представление отчетности в Рабочую группу по воздействиям ЕЭК ООН.

ЦДО осуществляет активный централизованный контроль качества данных для всех стран-участниц. В связи с этим страны-участницы должны своевременно представлять результаты своих исследований в ЦДО, чтобы материалы не успевали устареть. Одним из основных видов деятельности в данном русле является регулярное проведение интеркалибрации в национальных органах МСП КМ.

### **4.2. Организация стационаров наблюдения**

Организация станций интенсивного мониторинга (экополигонов) МСП КМ должна быть согласована между ЦДО и ННЦ, поскольку эти полигоны должны удовлетворять высоким требованиям, предъявляемым программой. Для повышения качества исследований такие станции по возможности следует закладывать в тех местах, где уже проводились краткосрочные экспериментальные наблюдения. Организация площадок для биологических стационаров не подлежит согласованию с ЦДО. Каждая страна может включить в сеть новые биологические стационары, лишь отправив в ЦДО их описание, доклад о деятельности и результаты наблюдений.

### **4.3. Представление данных**

Национальный доклад о деятельности должен быть написан на английском языке и основываться на анализе первичных данных, выполненном в ННЦ. Этот доклад должен включать графики с суточным и недельным разрешением ежегодных измерений соответствующих временных рядов (температуры, осадков, концентрации газов, стока и т.д.) и результаты простейшего модельного анализа. Кроме того, в доклад могут быть включены результаты дополнительных научных исследований, проведенных на площадках (например, оценка содержания загрязняющих веществ в различных средах).

Национальный доклад о деятельности не обязательно публиковать, и в него могут войти выдержки из других публикаций. Результаты и выводы доклада могут помочь в

интерпретации данных на международном уровне, в связи, с чем они должны быть доступны для возможно более широкой научной аудитории.

Национальный ежегодный доклад, посылаемый из ННЦ в ЦДО, содержит информацию о тех подпрограммах, которые выполнялись на станциях комплексного мониторинга в текущем году. Кроме того, в нем указываются сроки, когда данные ежегодных измерений будут представлены в ЦДО.

ЦДО публикует ежегодные общие доклады. Отчетный доклад о деятельности ежегодно представляется Целевой группой МСП КМ в ЕЭК ООН. Дополнительно распространяются различные технические документы (доклады рабочих групп, доклады по интеркалибрации).

Отчетный период по МСП КМ представляет собой декабрь январь следующего года: так, данные за 2012 г. должны быть представлены в ЦДО в декабре-январе 2013 г. и проверены к апрелю 2013 г.

#### 4.3.1. Формат отчетных данных

Форматы представления данных даны в конце описания каждой из подпрограмм. У всех химических подпрограмм есть общий формат представления данных. Данные биологических подпрограмм, таких как растительность VG, наземные зеленые водоросли AL и повреждение лесов FD, сообщают, используя формат сообщения B1. Данные остальной части биологических подпрограмм: ствольные эпифиты EP, древесные биоэлементы и древесная индикация BI, структура растительности и видовой покров VS, а так же инвентаризация птиц BB сообщают, используя формат сообщения B2.

В Программный Центр сообщают только совокупность данных, обычно ежемесячных средние значения.

#### Формат сообщения 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	Объем 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	Ценность предложенных единиц измерения, максимум 3 знака после запятой
61-68	UNIT	Предлагаемые единицы измерения даются в каждой подпрограмме, это - только проверка
69-69	FLAGQUA	признак (признак состояния) качества данных (смотри использование признаков)
70-71	FLAGSTA	Признак статуса (2 буквы оставляют для подпрограммы «Метеорология»)
72-72	ADDIT	Только для подпрограммы FC (смотри подпрограмму FC)

Формат сообщения для БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДПРОГРАММЫ  
**V1-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/	Номер выбранного дерева
	QUARTER	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	Ценность предложенных единиц измерения, максимум 3 знака после запятой
55-62	UNIT	Предлагаемые единицы измерения даются в каждой подпрограмме, это - только проверка
63-64	FLAGSTA	Признак статуса
65-100	DAMAGE	Только для подпрограммы FD, причина ущерба

**V2-ФОРМАТ** (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 BI и BB)
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 BI)
50-57	PARAM	Код параметра
58-59	PARLIST	Список кодов параметра
60-66	VALUE	Ценность предложенных единиц измерения, максимум 3 знака после запятой
67-74	UNIT	Предлагаемые единицы измерения даются в каждой подпрограмме, это - только проверка
75-75	FLAGQUA	Способ оценки (признак) качества данных (смотри использование признаков)
76-77	FLAGSTA	Признак статуса

### **4.3.2 Передача данных**

Данные передаются в Программный Центр КМ как ASCII/Excel файла по e-mail Sirpa Kleemola или на дискетах/ CD дисках.

Контактные адреса: Sirpa Kleemola, Finnish Environment Institute, Data and Information Centre P.O. Box 140 FIN-00251 Helsinki Finland Mobile: + 358 400 148 778 e-mail: firstname.lastname@ymparisto.fi [sirpa kleemola].

### **4.3.3 Использование параметров состояния (признаков)**

При необходимости в сообщениях используется два типа признаков: признак качества данных и признак состояния. Возможные коды для (подпрограммы AM= Метеорология и TA= Определение Токсичности содержат некоторые дополнительные коды, обозначенные в этих):

Признак качества данных (FLAGQUA):

L = Меньше чем предел обнаружения (даётся как значение)

E = Оценивается из измеренного значения

V = Вид проверен но ни какого значения не дано (в подпрограмме BB = Инвентаризация Птиц)

Признак состояния (FLAGSTA):

X = Арифметическое среднее, значение

W = Средневзвешенная величина

S = Сумма

M = Способ

Основные значения сообщают без признаков состояния. Признак состояния прилагается, когда сообщаются средние числа и другие вычисленные значения. Для вычисления средних значений, пожалуйста, смотрите Приложение 7.

## **5. Полевые работы и создание станций комплексного мониторинга**

На пунктах наблюдений МСП КМ осуществляется два разных типа полевых работ: описание точек и сам мониторинг.

К описанию точек относится сбор данных, характеризующих участки, такие как: географическое положение, климат, история землепользования и распределение типов почв, растительных сообществ и древостоев. Описания могут быть дополнены инвентаризацией по всей точке, например, инвентаризацией типов почв и видов растений. Информация о точке в целом имеет большое значение для интерпретации результатов, полученных при осуществлении подпрограмм мониторинга и последующего моделирования процессов.

Мониторинг осуществляется на постоянных станциях, расположения которых тщательно подбираются в соответствии с подпрограммами, описанными в главе 7.

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

### **5.1 Описание пункта наблюдений КМ**

#### **5.1.1 Основные требования к информации**

Основная информация о любой станции КМ должна предоставляться при её включении в сеть мониторинга.

Обязательной информацией является:

- Код страны (ИСО альфа-2, см. приложение 4)



- Количество точек (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-территориальные единицы (штат или провинция)
- Графство (наименьшая административная область)
- Тип владения (государственное, коммунальное или частное)
- Размер участка (га)
- Акватория (% от общего)
- Доминирующий тип почв
- Доминирующая растительность (включая насаждения)
- Долгосрочное среднее количество осадков (мм), последний 30-летний период
- Долгосрочная средняя температура (° C), последний 30-летний период
- Снег (%), процентная доля от осадков
- Длина гидрологического цикла (дней / год), свободный поток воды
- Продолжительность вегетационного периода (дней / год), средняя температура >5°C в течение 5 календарных дней
- История землепользования
- Предыдущие исследования
- Антропогенная нагрузка точки (например, её размещение поблизости от промышленности и сельского хозяйства, рекреационное давление, выпас овец и т.д.)

Приведенная выше информация может быть представлена в свободной форме или с помощью специальной формы «Описание Точки» (приложение 5).

Дополнительная информация необходима для калибровки моделей. Эти данные включают в себя подробную информацию о растительности, о физических и химических свойствах почвы. Некоторые из необходимых значений не собираются регулярно, но могут появляться в связи с работой местной модели или проводящимися на площадке специальными исследованиями. Модели имеют совершенно разные требования к данным КМ, в связи, с чем может быть необходимо разнообразие информации. Такая информация будет направляться непосредственно к специалистам по моделированию из числа национальных координаторов.

### **5.1.2 Картирование**

Цель картирования территории стационара мониторинга - создание основы для выбора наиболее представительных мест для различных типов выборки и обеспечение основы для масштабирования обработанной информации, фиксации мест размещения площадок наблюдений.

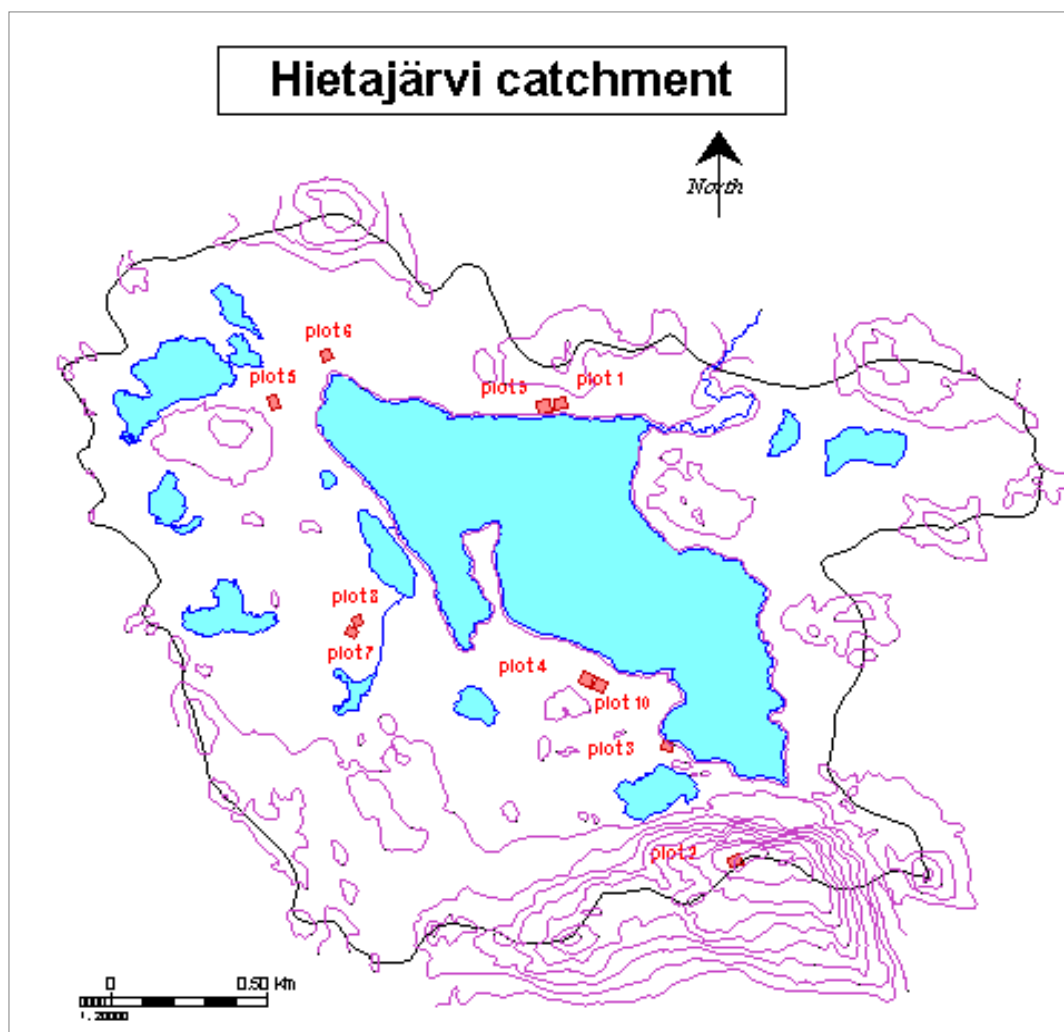


Рисунок 5.1 Картографическая основа точки FI03 Hietajärvi с указанием расположения постоянных участков и измерительных станций

Если для точки нет доступных карт, то они должны быть созданы с использованием стандартных методов отображения. Подбор или создание карт для используемых точек является обязательной частью программы 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 бумажные карты, которые так же обязательно должны быть предоставлены. Пожалуйста, приложите информацию об используемых на картах системах координат.

Координаторы несут ответственность за обеспечение не нарушения авторского права относительно карт.

#### 5.1.2.1 Картографическая основа

Картографическая основа каждой станции КМ должна соответствовать масштабу 1:2 000-1:10 000, на неё должны быть нанесены контуры ручьев и озер. Водосборы/точки мониторинга должны быть схематически обрисованы 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). Станции мониторинга обозначаются кодом станции, института и подпрограммы (см. раздел 5.3.1). Тот же самый код станции используется для различных подпрограмм, в том

случае, когда измерения проводятся на тех же участках или близко друг к другу в той же среде обитания. Дополнительная информация о станциях должна быть доступна по запросу от национального координатора.

### 5.1.2.2 Коренная подстилающая порода

Необходимо, предоставить геологическую карту точки, на которой, по крайней мере, должны быть подробно нанесены основные типы пород (рис. 5,2). Эта информация необходима для оценки моделей выветривания точки.

Рисунок 5.2 Коренная подстилающая порода точки КМ Pesosjärvi (FI04).

### 5.1.2.3 Почвенный материал

Карта наносов точки должна содержать информацию, по крайней мере о наиболее важных почвенных материалах (например: торфе, песке, лёссе), см. рисунок 5.3.

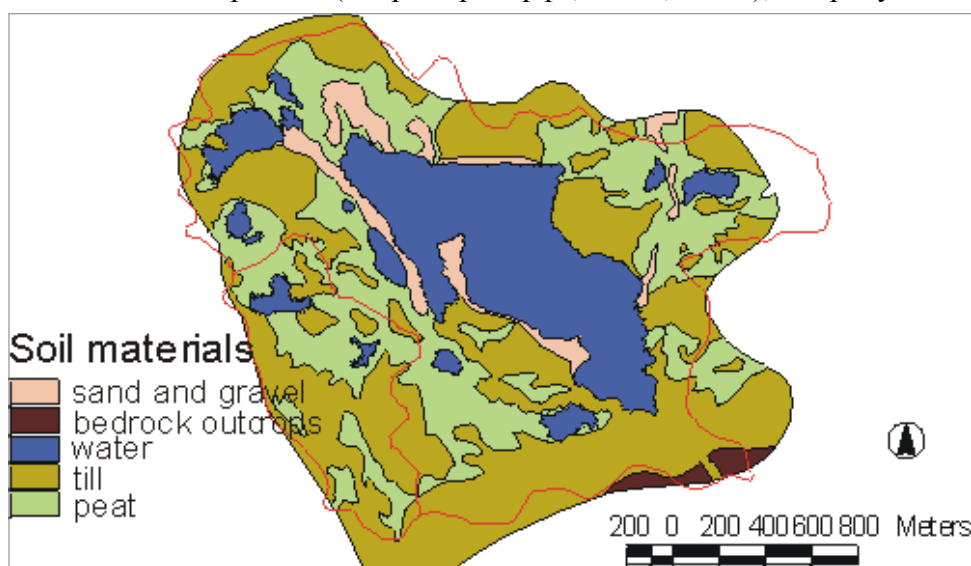


Рисунок 5.3 Карта почвенных материалов точки КМ Hietajärvi (FI03).

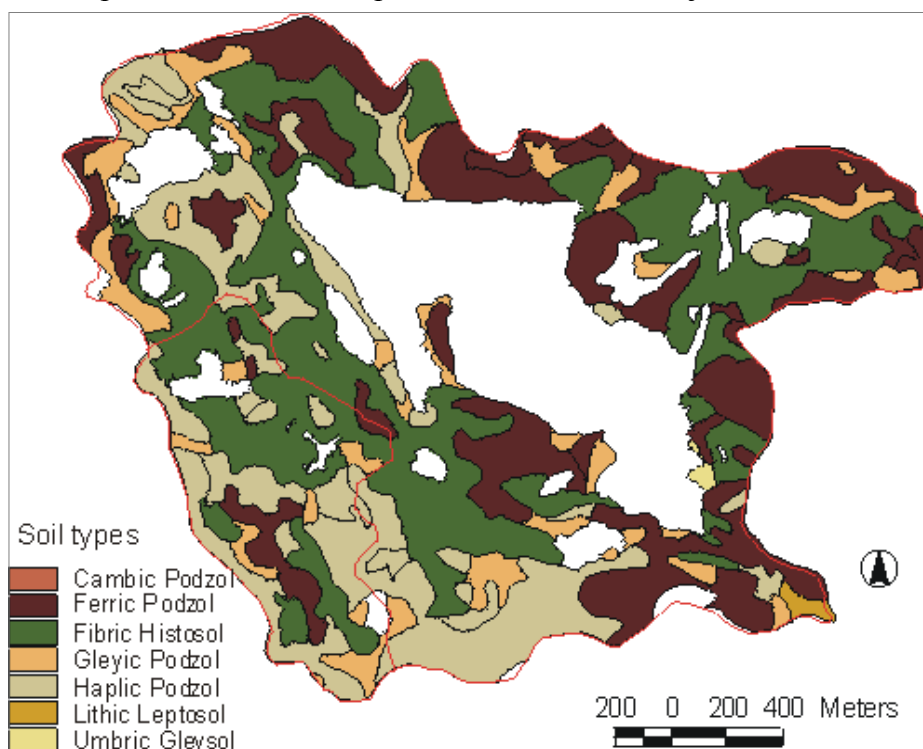


Рисунок 5.4 Карта типов почв точки КМ Hietajärvi (FI03).

#### 5.1.2.4 Типы почв

Если почвенной карты для точки не существует, необходимо провести почвенные исследования. Национальные классификации почвообразования должны иметь аннотацию с единицами эквивалентными почвам ФАО (рис. 5,4) (ФАО ЮНЕСКО 1990 года). Почвенная карта мира. Пересмотренная легенда, Мировые Почвенные Ресурсы Отчет 60. (Рим, 1990).

Каждая почвенная единицы на карте должна иметь информацию о форме гумуса (Мор, Модер, Мулл) и плотности, о структуре почвы (вручную, треугольник текстуры почвы), и о классе (например, <1м, 1 <> 3м,> 3 м) глубины почвы (глубина измеряется до коренных пород). Данные химии почв являются необязательными. Данная информация, которая может быть получена в ходе систематического отбора проб или экспертного отбора, основанного на опыте или суждении эксперта, очень полезна для улучшения результатов на водосборе и для моделирования в масштабе водосбора.

#### 5.1.2.5 Растительные сообщества

Растительные сообщества, разделенные примерно на уровне ассоциаций Браун-Бланке или эквивалентном, отображаются с использованием местных стандартов стран (рис. 5.5). Картирование предпочтительно осуществлять с помощью постоянных сетей состоящих из изолиний, установленных для растительности и почв, рассматривая и контролируя древесные биоэлементы и динамику популяции деревьев

#### 5.1.2.6 Древостой

Древостои отображаются (рис. 5,6) соответственно местным стандартами страны. Как и для растительных сообществ, предпочтительнее использовать постоянные линии (рис. 5,5). Отделите стоящие типы путем визуального осмотра доминирующих видов деревьев, доминирующей высоты, иерархического представления, количества стеблей на единицу площади и класса развития.

Развитие классов:

0 = открытое пространство;

1 = один возрастной класс, молодые, развивающиеся насаждения (деревья <1,3 м);

2 = один возрастной класс, молодые, развивающиеся насаждения (деревья > 1,3 м);

3 = один возрастной класс, зрелый древостой;

4 = один возрастной класс, старый, вырождающийся древостой;

5 = два возрастных класса, молодые и зрелые или молодые и старые насаждения (100 деревьев / га старого поколения);

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

7 = не возможно классифицировать в классах 1-6.

При необходимости визуальный контроль может быть дополнен количественной информацией. Например, измерением площади поперечного сечения стволов, высоты деревьев, количества живых и мертвых стволов, количества стволов ветровала и т.д., предпочтительно, собранных на пробных площадках (подпрограмма VI).

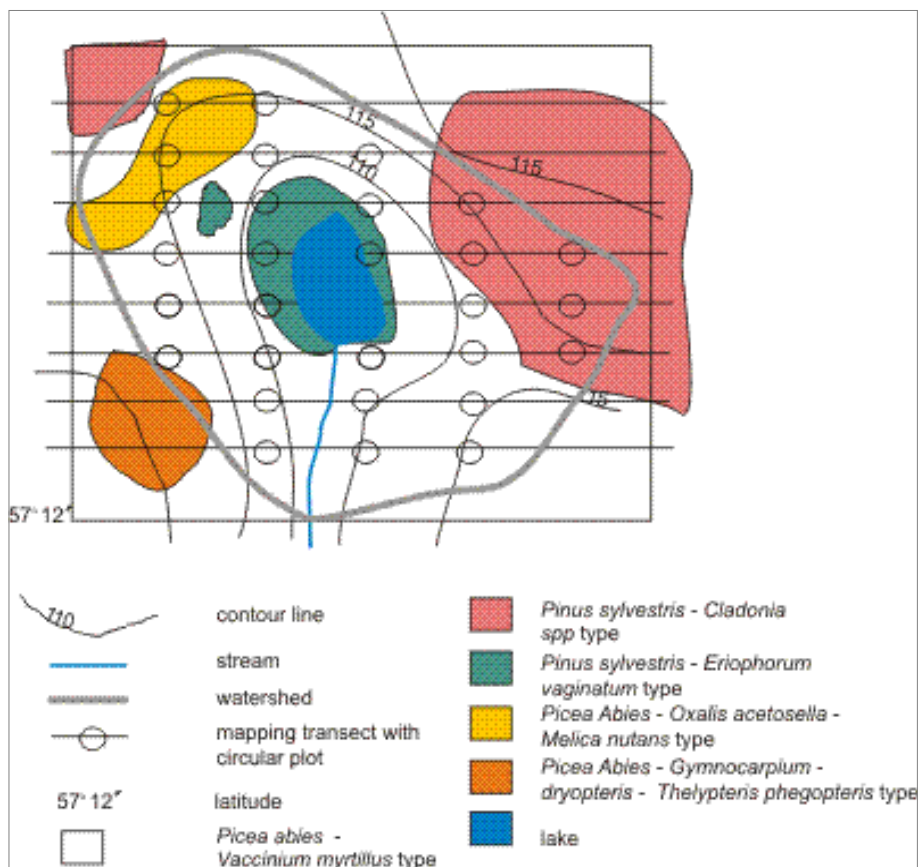


Рисунок 5.5 Пример картографической основы с изображением распространения растительных сообществ.

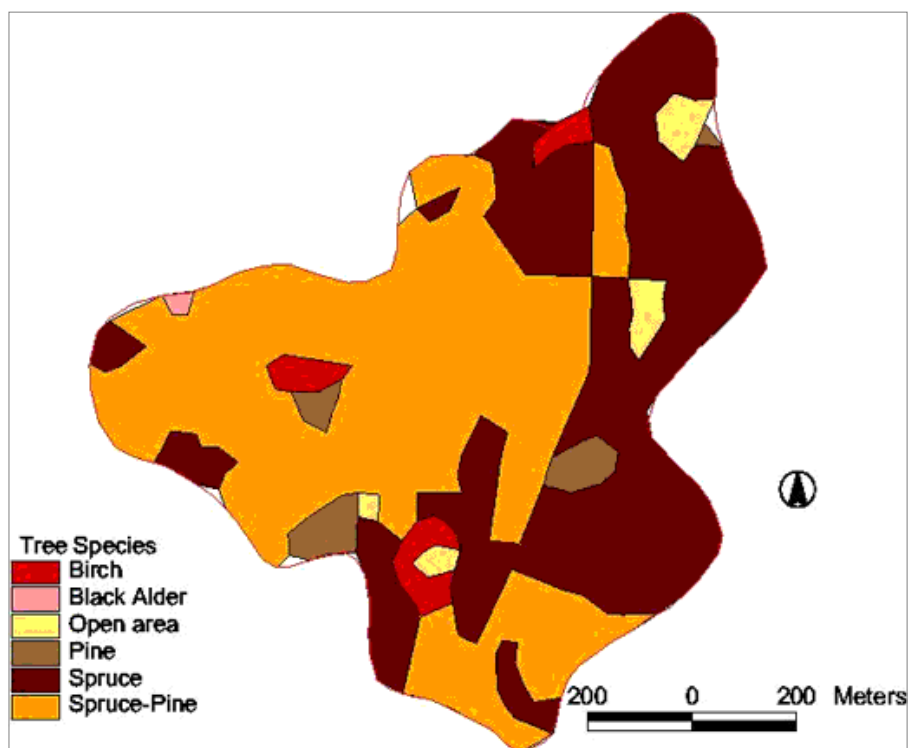


Рисунок 5.6 Карта древостоя (доминирующих древесных видов) водосбор Zemaitija (LT03).

### 5.1.3 Инвентаризация

В связи с оценкой биоразнообразия, инвентаризация видов животных и растений на точке, может быть чрезвычайно полезна. Она должна сохраняться, в виде списков 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 Национальных Координационных Центрах. Тем не менее, Программный Центр КМ должен быть извещён о наличии таких данных для конкретных точек. Пример осуществления инвентаризации приведен в параграфе 5.1.3.1 Инвентаризация видов растений и в подпрограмме VS, Структура Растительности и виды покрова.

Инвентаризация свойств почв (например, полевые исследования мощности горизонта и текстуры) является важным исследованием для моделирования. Для исследования химических свойств почв образцы могут браться произвольно. Данные должны быть направлены в Национальные Координационные Центры, а Программный Центр КМ должен быть проинформирован об их наличии и доступности.

#### 5.1.3.1 Инвентаризация видов растений (дополнительно)

Целью инвентаризации видов растений является создание полного списка видов растений, с или без обилия каждого вида на точке в целом, независимо от площадок. Инвентаризация может включать в себя как напочвенные растения, так и эпифиты, или только первое. Инвентаризация растений на любых носителях особенно ценна, если в центре внимания находится биоразнообразие.

Для наземных растений список видов формируется в соответствии с типом растительного сообщества; для эпифитов — в соответствии с типом субстрата (например, виды, обитающие на стволах, ветках, бревнах, мертвой древесине, растениях подлеска). Обратите внимание, что обилие в этом случае относится строго к числу индивидуумов или побегов, а не к покрову или доминантам, и что каждый вид оценивается независимо от других.

Классы обилия (Браун-Бланке 1965):

- 1 = очень редко
- 2 = редко
- 3 = не много
- 4 = много
- 5 = очень много

Первоначально производится изучение места, затем после серьезных изменений в растительности подобное обследование повторяется, например, при изменении мер по управлению, при выпасе скота, после пожара, ветровала и оползня. Сезон для инвентаризации сосудистых растений должен совпадать с максимальным развитием вегетативных и репродуктивных органов у большинства видов для того, что бы сделать идентификацию легче.

Параметры сохраняют названия растительных сообществ дословно. Они должны обращаться к установленным типам сообществ, которые широко используются в стране, например к сообществам Браун-Бланке (Браун-Бланке 1965), к сообществам растительности северных типов (Påhlsson 1994) или к названиям сообществ, используемым в рамках EU CORINE Land Cover (Cruickshank & Tomlinson 1996). Соответствующим типам субстрата присваиваются любые названия, однако по возможности названия видов деревьев, если они выступают в качестве субстрата, необходимо указывать.

Наличие / обилие наземных видов в сообществе к наличию / обилию эпифитов на субстрате в сообществе

## **5.2 Станции мониторинга**

### **5.2.1 Расположение и размещение станций**

Постоянные станции (экополигоны) используются для сбора данных мониторинга для разных подпрограмм в программе КМ. Расположение станций зависит от разнородности почв, лесного древостоя и растительности. Площадки, используемые для представительного мониторинга станции, располагаются на всей территории точки (см. круглые площадки на Рисунках 5.5 и 5.7). Остальные площадки желательно располагать в основном типе/типах местообитаний территории мониторинга (Рисунок 5.7).

Как минимум 2 площадки для каждой подпрограммы должны быть установлены так, что бы можно было оценить вариабельность параметров на территории экополигоны. Площадки, принадлежащие к разным подпрограммам, должны быть сгруппированы, что бы сформировать интенсивную область, так как это обеспечит сравнимость данных мониторинга.

Для некоторых подпрограмм (например, TF и LFI) осуществление выборки может производиться двумя путями: 1) в соединении с областью интенсивного мониторинга (изучаемая совокупность = область), 2) в поперечном разрезе через водосбор (изучаемая совокупность = водосбор) что бы связать с осаджением на водосборе (рисунок 5.7). Осуществление выборки поперечного разреза не рекомендуется МСП по Лесами и зависит от доступных ресурсов.

### **5.2.2 Интенсивная область**

Для станции обычно выбирается наиболее распространённая или иначе типичная среда/среды обитания точки КМ, например, растительность, тип почв и так далее. Площадки для выполнения разных подпрограмм должны располагаться близко одно к другому, для того что бы позволить широкий экосистемный мониторинг отдельной среды обитания. Группа этих площадок называется интенсивной областью и коды станции для каждой подпрограммы, принадлежащей группе должны быть одинаковыми (рисунок 5.8). Размер области интенсивных исследований не должен превышать двух гектаров.

Все подпрограммы, которые не представляют всю точку целиком, например, метеорология, химия осадков, подкороновый сток, химия опада, растительность полевого и напочвенного ярусов и почвенная влага, должны быть расположены или максимально близко к участку интенсивных исследований (рисунок 5.7, 5.8).

Один и тот же 4 значный цифровой код используется для различных подпрограмм, когда станции расположены на одной и той же самой интенсивной области или близко друг к другу на том же самом типе среды обитания.



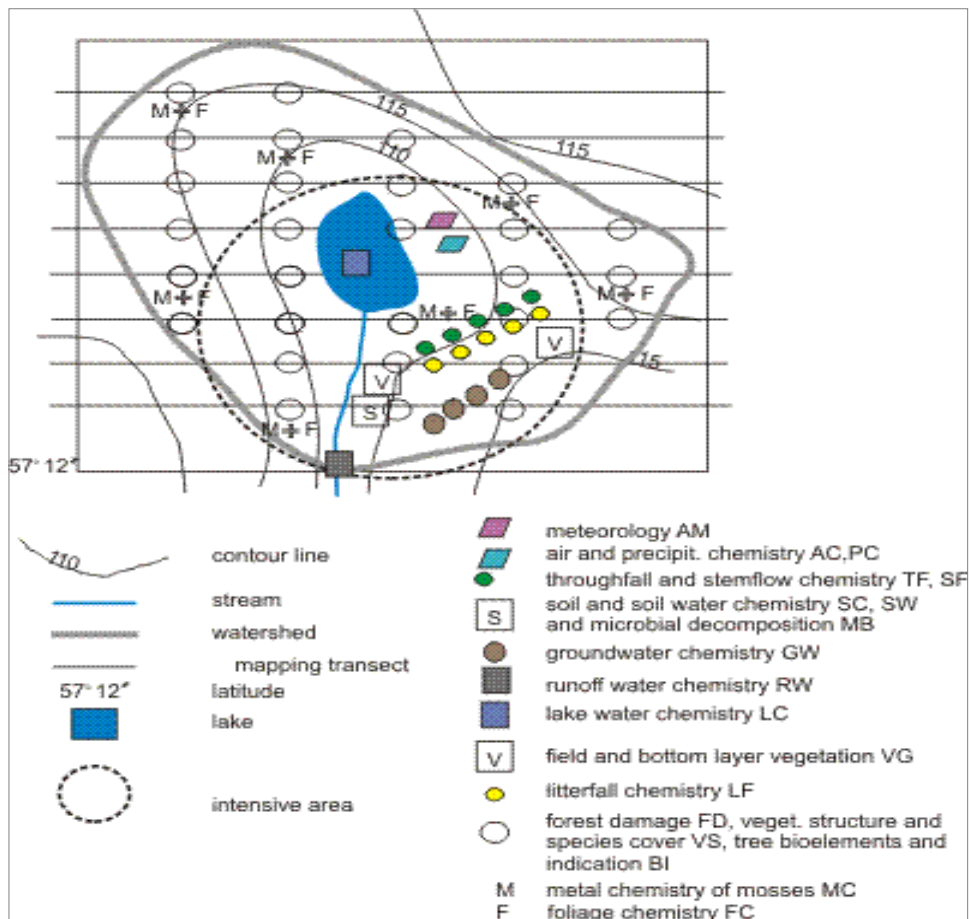


Рисунок 5.7 Пример распределения станций мониторинга на точке с одной интенсивной областью. Коренная порода/почвенный материал/тип почв/древостой и растительные сообщества, которые были нанесены на карту, так же обозначены.

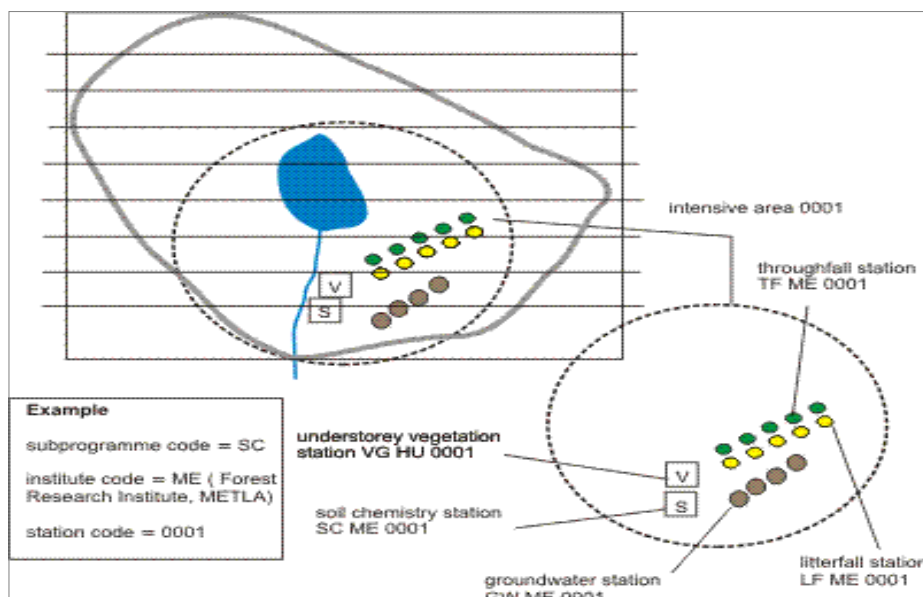


Рисунок 5.8 Пример интенсивных областей и кодирования группы площадок.

### 5.2.3 Вспомогательные станции

Вспомогательные станции - станции, которые не могут по некоторым причинам быть расположены на точке КМ. Станции подпрограмм метеорологии и воздушной химии часто располагаются вне участка мониторинга из-за технических требований и стоимости оборудования. Вспомогательных станций, однако, следует избегать, потому что данные могут оказаться не представительными для точки КМ.

#### Ссылки

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

В дополнение к требованиям отображения, представленным в главе 5, минимальный уровень программы КМ представлен в таблице 6.1. Этот общий минимум программы необходим для получения возможности проведения оценки данных в международном масштабе относительно главных направлений программы КМ. Таблица 6.1 также включает в себя рекомендации по частоте произведения выборок. В зависимости от национальных приоритетов и имеющихся ресурсов, подпрограммы, отмеченные как дополнительные, могут выполняться или не выполняться. Списки параметров для отдельных подпрограмм представлены в таблицах 6.2.1, 6.2.2 и 6.2.3

Таблица 6. 1

Минимальный уровень программы ИМ

Обязательные подпрограммы		интервалы осуществление 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 почвенной влаги (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 ц и п л и н а	Переменная	Отде лени е	Возду х		Осадки, отложения			Поверхн остные воды		Почвен ные воды	Грунто вые воды	Поч ва	Биота													
		Под прог рамм а	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	B B
		Тема загрязне ния																								
Ф и з и ч е с к и е	Температура	C	m					o	o		o															
	Глобальная радиация	C	m																							
	Фотосинтетически- активная радиация	C	o																							
	УФ-Б излучение	C	o																							
	Влага/влажность		m																							
	Поток		m		m	m	m	m		o	m				m											
	Направление ветра		m																							
	Скорость ветра		m																							
	Вес (потеря)												o	m	m									o	o	
	Плотность (влаж./сух.)												m													
	Распределение частиц по размеру												m													
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	Возду х		Осадки, отложени я			Поверх ностны е воды		Почве нные воды	Грунт овые воды	Почва	Биота														
		Подпр ограмм а	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	B B	
		Тема загрязн ения																									
Х и м и ч е с к и е	Проводимость				m	m	m	m	m	m	m																
	PH	A			m	m	m	m	m	m	m																
	SO2S	A		m																							
	SO4S	A		m	m	m	m	m	m	m																	
	S-общий	A			o	o	o	o	o	o	o	m		m	m							m					
	NO2N	E/A		m																							
	NO3N	E/A			m	m	m	m	m	m	m																
	S (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (част.) + HNO <sub>3</sub> (газ))	E/A		m																							
	NH4N	E/A			m	m	m	m	o	o	m																
	S (NH <sub>3</sub> (газ) + NH <sub>4</sub> <sup>-</sup> (част.))	E/A		m																							
	N-общий	E/A			o	m	m	m	m	m	m	m		m	m							m					
	O2								o																		
	O3 (AOT40)	O		m																							
	CO2	C		o																							
	PO4P	E			o	o	o	o	o	o	o																
	P-общий	E			o	o	o	o	o	m	o	m		m	m							m					
	SiO2							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							m						

К				m	m	m	m	m	m	m	m		m	m					m						
СА	А			m	m	m	m	m	m	m	m		m	m					m						
MG	А			m	m	m	m	m	m	m	m		m	m					m						
Щёлочность зависимости от рН	в			m	m	m	m	m	m	m															
FE				o	o	o	o	o	o	o	o	o	m	m					m					o	
MN				o	o	o	o	o	o	o	o		m	m					m						
В													o	o					m						
AL-общий	Т/А			o	o	o	o	o	m	m	m		o	o										o	
AL-лабильный, зависимости от рН	в Т/А						m	m	m	m															
AS	Т			o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o										o	
CD	Т			o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o										o	
CR	Т			o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o										o	
CU	Т			o	o	o	o	o	o	o	o	o	m	m					m					o	
HG	Т							o		o	o														
MO	Т			o	o	o	o	o	o	o	o		o	o											
NI	Т			o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o										o	
PB	Т			o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o										o	
ZN	Т			o	o	o	o	o	o	o	o	o	m	m					m					o	
Органо-галогены	Т																							o	
ПАУ	Т																							o	
Обменная титруемая кислотность	А											m													
Насыщенность основаниями	А											m													
Выветривание	А											m													
Ёмкость катионного обмена	А/Т											m													
ТОС/DOC	А/Т				m	m	m	m	m	m	m		m	m											

Таблица 6.2.3 Список обязательных и дополнительных биологических параметров

Д и с ц и п л и н а	Переменная	Отдел ение	Воздух		Осадки, отложения			Поверх ностны е воды		П оч ве нн ые во ды	Гр ун то вы е во ды	По чв а	Биота																	
			Подпр ограм ма	A	A	P	T	S	R				L	S	G	S	M	F	L	R	L	F	V	B	V	E	A	M	T	B
				M	C	C	F	F	W				C	W	W	C	C	C	F	B	B	D	G	I	S	P	L	B	A	B
Тема загряз нения																														
Б и о л о г и ч е с к и е	Плотность видов														o	o		m	m						m					
	Видовая/орган. биомасса														o	o			m											
	Видовое разнообразие														o	o														
	Видовая чувствительность																	o			o									
	Видовое/ярусное проективное покрытие																	m		m	m									
	Виды видимости крон																	o												
	Дефолиация видов																	o												
	Обесцвечивание видов																	o												
	Жизнеспособност ь видов																			m		m								
	Цветение видов																		m											





## **7. Методы и процедуры представления результатов по подпрограммам**

### **7.1 Подпрограмма АМ: Метеорология**

#### **Введение**

Климат - это наиболее важный и быстро меняющийся фактор, влияющий на изменение экосистем и сезонность и определяющий интенсивность внешних выпадений. Метеорологические параметры должны изучаться, так как именно они позволяют дифференцировать антропогенные волнения от природных феноменов. В данном контексте необходимость фенологических наблюдений очевидна (подпрограмма РН разрабатывается) в виду того, что метеорологические данные калибруются по реакциям растений, отдельно на каждом участке. Метеорологические наблюдения используются для оценки обычной и экстраординарной периодичности климатических явлений и соответствующих реакций экосистем.

#### **Цели:**

Описание климатических условий и изменений в их состоянии на станциях Комплексного Мониторинга.

Обнаружение периодов экстремальных погодных условий и случаев стрессового состояния для жизнеспособности деревьев (замерзание почв, поздние морозы, бури).

Подготовка базы данных, выполняющей требования детерминированных компьютерных моделей, которые способны предсказывать экосистемные отклики согласно вводимым сценариям.

Данные соседних контрольных станций, которые соответствуют множеству критериев (например, национальные метеорологические сети), могут использоваться для целей МСП КМ, если они продемонстрируют, что являются представительными для станции КМ. Представительность метеорологических данных относительно различных ландшафтных типов в области мониторинга должна быть тщательно оценена по данным автора. Однако, специфичные локальные данные некоторых точек, тесно взаимосвязанные с гидрологией, разложением и классификацией почв необходимы для интерпретации других измерений. Поэтому, как минимум необходимо измерять температуру почвы и грунта на месте КМ.

Измерения данных 3 раза в день по традиционным методикам, осуществлявшиеся десятилетиями, полезны для описания климатических условий на предложенной точке. Но для более сложных анализов динамики погоды при помощи (квази)постоянных записывающих метеорологических станций должны быть измерены следующие переменные.

Обязательные параметры	Высота осуществления выборки
Выпадение осадков	1.3 м*
Температура воздуха	2 м
Температура почвы	-5 см, -10 см, -20 см
Относительная влажность	2 м
Скорость ветра	10 м
Направление ветра	10 м
Глобальная радиация / остаточная радиация (радиационный баланс)	2 м
Дополнительные параметры	Высота осуществления выборки
фотосинтетическая активная радиация	2 м
UVB- радиация	2 м

\* Существует несколько национальных стандартов высоты для измерения выпадения осадков. В связи с этим должна быть найдена разница в количестве выпадения осадков от того же измерения на справочной высоте, и об этой разнице должно быть сообщено.

Чтобы гарантировать сравнимость данных получаемых от официальных метеостанций и с других контрольных мест высоты осуществления выборок должны соответствовать нормативам WMO (1990).

Некоторые компромиссные технические требования высоты, дающиеся для всех радиационных переменных в скобках (..) должны рассматриваться как возможные минимумы, поскольку инструмент исследования в идеале не затенен препятствиями. На некоторых местах радиационные датчики должны быть установлены около вершины антенной мачты, что естественно усложнит уход и обслуживание датчиков.

## **7.2 Подпрограмма АС: Химия воздуха**

### **7.2.1 Введение**

Информацию необходимую для оценки загрязнения экосистемы из воздуха, вследствие долговременного переноса в атмосфере получают в ходе измерения газов и аэрозолей по подпрограмме АС.

Газы и аэрозоли могут взаимодействовать с деревьями и растительностью при помощи сухого выпадения или путем непосредственного взаимодействия в листовом пологе, или опосредованно, через взаимодействие внесенных загрязняющих веществ в почвы и наземные воды.

Концентрации загрязняющих веществ в воздухе можно сравнить с критическим уровнем загрязняющих веществ, вредных 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. Измерение газов и аэрозолей дает информацию о составе воздуха, на основании которой можно косвенным путем вычислить сухое выпадение. Это особенно важно для загрязняющих веществ, которые могут быть поглощены или выщелочены под древесным пологом, таких как азотные соединения, где измерения выпадений подвергаются большим сомнениям.

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 МСП КМ, при условии, что их представительность для точек КМ может быть подтверждена данными отправителя.

Программа мониторинга включает в себя следующие параметры:

#### **Обязательные параметры:**

Диоксид серы

Диоксид азота

Озон

Сульфатные частицы

Сумма нитратов в аэрозолях и газообразной азотной кислоты

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

Сумма газообразного аммиака и аммония в аэрозолях

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

**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 КМ 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, Глава 3.12).

Участникам программы МСП КМ настоятельно рекомендуется следовать нижеизложенным методам. Если используются другие методы, то их сопоставимость с рекомендуемыми методами должна быть подтверждена по данным отправителя.

## 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 ЕМЕП, Глава 2.2. В порядке мониторинга долгосрочного трансграничного загрязнения воздуха, точка АС должна быть репрезентативной по отношению к воздействию воздушных масс, то есть глубокие долины, горные вершины и перевалы, исключаются. В идеале это открытая точка подвергающаяся воздействию в умеренно холмистом рельефе. Воздухозаборник должен располагаться на высоте 2 - 5 м от земли.

Во избежание влияния растительности на окружающие воздушные концентрации, площадки АС не должны заслоняться растительностью. Они должны находиться на большой открытой поляне или на большом участке земли, расчищенном от деревьев и кустарника. Если на высококоразвитых лесных участках КМ, подходящее место не может быть найдено, станция АС 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, участки ЕМЕП) могут быть использованы для целей МСП КМ, при условии, что может быть показана их репрезентативность для точки КМ.

### **Частота отбора пробы.**

Требуемый период измерения (частота) от 24 ч (ежедневно) до 1 недели (еженедельно) для всех компонентов кроме озона. Озон должен измеряться непрерывно с записываемым (сохраняющимся) часовым средним значением.

### 7.2.2.1 Диоксид серы

Наиболее часто используемые методы для измерения диоксида серы в ЕМЕП на сегодняшний день: метод пропитанных щёлочью фильтров и метод поглощающего (абсорбирующего) раствора перекиси водорода (ЕМЕП, глава 3.2.1). Рекомендуемым методом для станций КМ является метод пропитанных щёлочью фильтров, в сочетании с ионной хроматографии. На участках, где среднегодовые концентрации выше  $10 \text{ мкг S/m}^3$ , второй метод, тем не менее, приемлем. Рекомендуемый метод описан в руководстве ЕМЕП (см. ссылки ниже):

Принцип: ЕМЕП, глава 3.2.2

Интерференция: ЕМЕП, глава 3.2.3

Оборудование осуществления выборки / обработка проб: ЕМЕП, глава 3.2.4

Пример интерпретации: ЕМЕП, глава 3.6

Химический анализ: ЕМЕП, глава 4.1

Вычисление результатов: ЕМЕП, глава 3.2.4.4

### 7.2.2.2 Сульфатные макрочастицы

Рекомендуемый метод для измерения частиц сульфата на участках КМ это метод фильтрации в сочетании с ионной хроматографии (ЕМЕП, глава 3.2.1). Аэрозольный фильтр может быть установлен перед фильтром с щелочной пропиткой, используемым для измерения  $SO_2$  в фильтр пакете. Рекомендуемый метод описан в руководстве ЕМЕП (см. ссылки ниже):

Принцип: ЕМЕП, глава 3.2.2

Интерференция: ЕМЕП, глава 3.2.3

Оборудование осуществления выборки / обработка проб: ЕМЕП, глава 3.2.4

Пример интерпретации: 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 участках КМ это ручной метод. Он основан на поглощении  $NO_2$  стеклянными агломератами пропитанными йодидом натрия (ЕМЕП, глава 3.3), и последующем спектрофотометрическом определении образовавшихся нитритов, как вручную, так и автоматически (проточно-инъекционные анализы, метод непрерывного потока). Рекомендуемый метод описан в руководстве ЕМЕП (см. ссылки ниже):

Принцип: ЕМЕП, глава 3.3.1.2

Интерференция: ЕМЕП, глава 3.3.1.3

Оборудование осуществления выборки / обработка проб: ЕМЕП, глава 3.3.1.4

Пример интерпретации: 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  $\Sigma$  ( $NO_3^-$  (част.) +  $HNO_3$  (газ)) рекомендуется применять метод фильтрации, сочетание аэрозольного фильтра и фильтра пропитанного щелочью (ЕМЕП, глава 3.4.2)), с последующим анализом, посредством ионной хроматографии. Рекомендуемый метод описан в руководстве ЕМЕП (см. ссылки ниже):

Принцип: ЕМЕП, глава 3.4.2.2

Интерференция: ЕМЕП, глава 3.4.1

Оборудование осуществления выборки / обработка проб: ЕМЕП, глава 3.4.2.6

Пример интерпретации: 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  $\Sigma$  ( $NH_3$  (газ) +  $NH_4^+$  (част.)) на участках КМ, метод фильтрации, сочетание аэрозольного фильтра и кислотно-пропитанных фильтров (ЕМЕП, глава 3.4.3), с последующим анализом посредством ионной хроматографии. Рекомендуемый метод описан в руководстве ЕМЕП (см. ссылки ниже):

Принцип: ЕМЕП, глава 3.4.3.1

Интерференция: ЕМЕП, глава 3.4.1

Оборудование осуществления выборки / обработка проб: ЕМЕП, глава 3.4.3.2

Пример интерпретации: 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**

Было доказано, что метод УФ-поглощения, использующий анализатор, который непрерывно измеряет содержание озона в окружающем воздухе, в полевых условиях 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. ссылки ниже):

Принцип: ЕМЕП, глава 3.9.3. Измерительная техника 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 ежемесячные значения (вычисленные по 1 часовым средним значениям), 1 часовые средние значения должны сохраняться в базе данных отправителя, для того чтобы по запросу их можно было предъявить.

В дополнение, накопление озона в концентрации выше чем  $40 \text{ млрд}^{-1}$  (АОТ40) рассчитывается из непрерывных измерений ( $\text{млрд}^{-1}$  в час) и сообщается в Программный Центр КМ. 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 ЕМЕП, но рекомендуются к выполнению в рамках программы Комплексного Мониторинга на добровольной основе. В программе GAW Всемирной метеорологической организации (WMO) широко используются не дисперсионные инфракрасные (далее NDIR) газоанализаторы для измерения концентрации  $\text{CO}_2$  (WMO/TD-No.553). NDIR использует анализаторы, непрерывно определяющие  $\text{CO}_2$  в окружающем воздухе, эти же анализаторы рекомендуется для измерений  $\text{CO}_2$  на участках КМ.

##### **Альтернативные методы:**

Простым способом определения  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  и  $\text{O}_3$  является, так называемый, пассивный отбор проб потока. Где пробоотборник состоит из пропитанного фильтра, а поглощение соответствующих газов является функцией окружающих концентраций. Доказано что метод даёт сопоставимые результаты с активной выборкой, как описано в руководстве ЕМЕП, а также подходит для мест без электропитания. Пассивный отбор проб потока также может быть применен для изучения горизонтального или вертикального градиента, например, для изучения репрезентативности соседних участков мониторинга. Подробное описание метода можно найти, например, у Ферм и Роде, 1997 год.

#### **7.2.3 Обеспечение качества / контроль качества (ОК/КК)**

Очень важно иметь хорошее качество данных. 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 ОК/КК должны включать все аспекты деятельности, осуществляемой как на точке, так и в лаборатории.

Следует придерживаться стандартных процедур для всех видов деятельности. Должны быть доступны: необходимое оборудование, чистящие средства, 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. Обычное ОК/КК 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 определить эффективность в отношении пределов обнаружения, точности и повторяемости 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 будет предоставлять информацию о соответствующих сравнениях. Все данные должны быть проверены и утверждены в соответствии с указаниями ЕМЕП, главы 5 и 6.

#### 7.2.4 Сообщение данных

Обязательные параметры	список		Единицы измерения
S02S	DB	сера двуокиси серы	мкг/м <sup>3</sup>
NDON	DB	азот диоксида азота	мкг/м <sup>3</sup>
O3	DB	озон	мкг/м <sup>3</sup>
AOT40	IM	Совокупное воздействие превышающее 40 млрд <sup>-1</sup>	млрд <sup>-1</sup> *h
SO4S_	DB	сера сульфатов (макрочастица, среднее = ЧАСТИЦА)	мкг/м <sup>3</sup>
NO3N_T	IM	нитрат общий $\sum(\text{HNO}_3_{(\text{газ})} + \text{NO}_3^-_{(\text{част.})})$	мкг/м <sup>3</sup>
NH4N_T	IM	сумма газообразного аммиака и аммония в аэрозолях $\sum(\text{NH}_3_{(\text{газ})} + \text{NH}_4^+_{(\text{част.})})$	мкг/м <sup>3</sup>
Дополнительные параметры	список		Единицы измерения
CO2	DB	углекислый газ	мг/м <sup>3</sup>

#### 7.2.5 Ссылки

Berg, T., Hjellbrekke, 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 SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> and NH<sub>3</sub> 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.

Примеры файлов

<http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22136&lan=en> (AC.XLS (Excel file))

<http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22122&lan=en> (AC.txt (ascii file))

Air chemistry AC:																		
(only an example, not all parameters included)																	only for FC	
SUBPROG	ARE A	INS T	SCOD E	MEDIU M	LISTME D	LEVEL	YYYYM M	DA Y	SPOO L	SUBST	LISTSU B	PRETR E	DETE R	VALU E	UNI T	FLAGQ UA	FLAGST A	ADDIT
code	name	code	stat. code	code	listcode	measure mt	year+month		spatial pool	substan ce	subst. list	pretreat m.	determin.			guality f.	status f.	additio nal
1-2	3-6	7-8	9-12	13-20	21-22	23-26	27-32	33-34	35-37	38-45	46-47	48-50	51-53	54-60	61-68	69-69	70-71	72-72
mandatory																		
AC	FI04	IL	0002	GAS	IM	500	199704		1	SO2S	DB		IC	0,62	ug/m3		X	
AC	FI04	IL	0002	GAS	IM	500	199704		1	NDON	DB			0,41	ug/m3		X	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Идентификатор файла имеет аббревиатуру подпрограммы (графа **SUBPROG**).

В графе «среда» (**MEDIUM**) указывается состояние анализируемой фракции, например, газообразный компонент (GAS) или твердый компонент (PART). Если фракция комбинированная, то в графе «среда» пишут GASPART.

В графе «уровень» (LEVEL) указывается высота расположения измерительного прибора от уровня земли (см).

В графе «объем пространственной выборки» (SPOOL) приводится число измерительных устройств, используемых для каждого параметра.

Значения приводятся как среднемесячные, код способа оценки - X.

Общая информация о способах оценки приводится в главе 4.

Месяц и год выборки указывается как YYYYMM



## **7.3 Подпрограмма РС: Химия осадков**

### **Введение**

Выпадения из атмосферы формируют выходной поток загрязняющих веществ в экосистему. Выпадения можно разделить на сухие и влажные. Сухие выпадения нельзя измерить прямым путем. Их можно вычислить на основании концентраций газообразных и аэрозольных загрязняющих веществ, поллютантов и скорости выпадения или для некоторых поллютантов, по разнице между подкroновым стоком и выпадением на открытых участках. Влажные выпадения можно измерить прямым способом в осадках.

Цель подпрограммы химии осадков (РС) заключается в определении количества выпадающих осадков и ионов осадков (мокрого осаждения) в области комплексного мониторинга. В задачи подпрограммы РС также входит предоставление информации сочетающейся с подпрограммой Подкroнового стока (TF), эта информация должна быть сравнима с другими видами деятельности ЕЭК ООН в рамках Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (LRTAP). Выпадение 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, подкroновый сток и стволый сток, для некоторых соединений может быть установлено общее осаждение на станции или на какой-либо части 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 подкroнового стока зависит от туманного осаждения и может служить индикатором величины туманного осаждения.

Участникам программы МСП КМ настоятельно рекомендуется следовать методам описанным ниже. Если используются другие методы, нежели рекомендовано в данном руководстве, их сопоставимость с рекомендуемыми методами должна быть продемонстрирована на данных отправителя.

### **7.3.2 Рекомендуемые методы осуществления выборки**

#### **7.3.2.1 Размещение и количество площадок**

Кроме общих критериев для станций комплексного мониторинга, которые приводятся в параграфе 5.2, необходимо следовать специфическим критериям расположения точек, описанным в ЕМЕП, параграф 2.2

Исследуемые 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 ЕМЕП (руководство ЕМЕП глава 3.1.3). Данные с соседних станций мониторинга, удовлетворяющих вышеуказанным критериям (например, с участков ЕМЕП) могут быть использованы для целей МСП КМ, при условии, что может быть продемонстрирована их репрезентативность для точки КМ.

Рекомендуется контролировать измерения осадков стандартным дождемером, (плювиометром). Осадкомеры должны соответствовать WMO. Кроме того, если пробы отбираются еженедельно, рекомендуется иметь как минимум два идентичных коллектора. При отборе проб на валовое выпадение настоятельно рекомендуется, хотя бы раз в три месяца параллельно отбирать пробы на влажное выпадение с тем, чтобы выявить влияние пыли на валовые пробы.

### 7.3.2.2 Тип коллектора выпадений

Пробы на выпадение отбираются либо как пробы на валовое выпадение (пробоотборник открыт и в периоды без осадков), либо как пробы на влажное выпадение. Преимуществом проб влажного выпадения является снижение осаждения газов и твердых частиц по сравнению со значениями при отборе 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 оседания газов и твердых частиц, и принимать меры, для того что бы избежать / уменьшить сухое осаждение в образце.

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.



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 образец не был загрязнен землёй во время сильного дождя, 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.

Основное предостережение в связи с опасностью загрязнения проб: не дотрагивайтесь до поверхности оборудования, контактирующего с пробами, голыми руками. Например, снимая сеточку с летнего коллектора, рекомендуется использовать пластиковые перчатки. При отборе проб на следовые количества металлов, металлические кольца надо исключить.

Материал, из которого изготовлены воронки и коллекторные бутылки никоим образом не должен влиять на отбираемые осадки. То же касается и бутылей для транспортировки. Примером подходящего инертного материала служит полиэтилен.

В связи с тем, что концентрации веществ в образцах очень низкие, все оборудование (коллектор, бутылка для транспортировки, воронка) должно быть вымыто и обработано очень тщательно, во избежание загрязнения. После каждого отбора проб (и, по крайней мере, еженедельно, чтобы избежать вклада сухого осаждения, даже если не произошло выпадения осадков) проводятся процедуры очистки, а затем оборудование промывают деионизированной водой, высушивается в чистом месте и хранится в пластиковом мешке до момента использования.

Изменение при испарении образца может привести к значительному повышению концентрации в пробе осадков. В связи с этим, не рекомендуется применять электрическое отопление коллектора при плавке снега. На количество осадков в коллекторе может влиять и низкая эффективность попадания (схватывания), выдувание (в частности, снега), и испарение. Важно, что данные отправителя должны проверяться, на то какой именно из этих процессов приводит к отклонениям, и далее должна сообщаться соответствующая величина для определения влажного осаждения (при испарении, наблюдаемое количество должно быть представлено, принимая во внимание потерю образца, исправления должны быть, сделаны на основе другой доступной информации). Рекомендуется одновременное применение автоматического дождемера (осадкомера) и коллектора валовых отложений, так как это позволит определить потерю из-за испарения.

### **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 ОК/КК) индивидуальный период отбора проб должен быть как можно короче, рекомендуется отбирать пробы еженедельно, ежедневно, если это возможно. В дополнение, если образцы собираются первого числа месяца, то могут быть определены месячные значения. Время накопления (интеграции) осуществления выборки должно быть согласовано с подкрановым стоком и со стволным стоком, и если это возможно с другими соответствующими подпрограммами.

Еженедельный отбор проб может в определенной степени быть причиной биодegradации образцов. Использование для защиты пробоотборников алюминиевой фольги, приводит к уменьшению degradation. При этом, однако, не рекомендуется добавлять защитное покрытие. 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 рамках ЕМЕП, параграф 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. главу 3.10 ЕМЕП веб-руководство).

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

#### **7.3.3 Химические анализы**

Набор обязательных параметров для подпрограммы РС: сульфаты, нитраты, аммоний, хлорид, натрий, калий, кальций, магний и щелочь (в зависимости от pH). Тем не менее, 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, параграф 4.1, альтернативные методы описаны в ЕМЕП, параграфы 4.2 - 4.6.

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

Рекомендуемый метод для определения проводимости - кондуктометрия. Этот метод подробно описан в руководстве ЕМЕП, параграф 4.9.

В программе мониторинга ЕМЕП в 1999 году реализованы тяжелые металлы. Рекомендации по отбору проб и химическому анализу тяжелых металлов, теперь включены в руководство ЕМЕП (см. ЕМЕП веб-руководство).

#### **7.3.4 Обеспечение качества/контроль качества**

Очень важно иметь хорошее качество данных, 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 ОК / КК должны включать все стороны деятельности, осуществляемой как в поле, так и в лаборатории.

Для всех видов деятельности следует придерживаться стандартных методик. Должны быть доступны: необходимое оборудование, моющие средства, 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 заведующим или контрольными данными отправителя. ОК / КК процедур в поле включает в себя добавление полевых контрольных проб и контрольных образцов, а также определённые требования 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 ежегодном международном сопоставлении для всех анализируемых соединений. Кроме того, рекомендуется принимать участие в полевых сопоставлениях. 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.

### 7.3.5 Сообщение данных

Обязательные параметры	список		Единицы измерения
PREC	DB	общие осадки (один знак после запятой)	мм
PH	DB	pH (два знака после запятой)	
COND	DB	удельная проводимость (один знак после запятой)	mS / м
SO4S	DB	сера сульфата ( два знака после запятой)	мг/л
NO2N	DB	азот нитрата (два знака после запятой)	мг/л
NH4N	DB	азот аммония (два знака после запятой)	мг/л
CL	DB	хлорид (два знака после запятой)	мг/л
NA	DB	натрий (два знака после запятой)	мг/л
K	DB	калий (два знака после запятой)	мг/л
CA	DB	кальций (два знака после запятой)	мг/л
MG	DB	магний (два знака после запятой)	мг/л
ALK	DB	щёлочность, GRAN plot (если среднегодовая pH>5)	мкэкв / л
Дополнительные параметры	список		Единицы измерения
AL	DB	алюминий (два знака после запятой)	мкг/л
MN	DB	Марганец	мкг/л
FE	DB	Железо	мкг/л
AS	DB	мышьяк (мг/л, два знака после запятой)	мкг/л
CD	DB	кадмий (два знака после запятой)	мкг/л
CR	DB	хром (мг/л, два знака после запятой)	мкг/л
CU	DB	медь (два знака после запятой)	мкг/л
MO	DB	Молибден	мкг/л
NI	DB	никель (мг/л, два знака после запятой)	мкг/л
PB	DB	свинец (мг/л, два знака после запятой)	мкг/л
ZN	DB	цинк (мг/л, два знака после запятой)	мкг/л
PO4P	DB	Фосфор фосфата	мкг/л
PTOT	DB	Общий фосфор	мкг/л
STOT	DB	Общая сера	мкг/л
NTOT	DB	Общий азот	мкг/л

Пример файлов

[PC.XLS](http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22137&lan=en) (Excel file) (<http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22137&lan=en>)

[PC.txt](http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22123&lan=en) (ascii file) (<http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22123&lan=en>)

Precipitation chemistry PC:																			
(only an example, not all parameters included)																			
SUBPROG	AREA	INST	SCODE	MEDIUM	LISTMED	LEVEL	YYY	YMM	DAY	SPOOL	SUBST	LISTSUB	PRETREAT	DETER	VALUE	UNIT	FLAGQUA	FLAGSTA	ADDIT
code	name	code	stat. code	code	listcode	meas uremt	year+month			spatial pool	substance	subst. list	pretreatm.	deter min.			guality f.	status f.	additi onal
1-2	3-6	7-8	9-12	13-20	21-22	23-26	27-32	33-34		35-37	38-45	46-47	48-50	51-53	54-60	61-68	69-69	70-71	72-72
mandatory																			
PC	FI01	IL	0019	BULK	IM	180	199704			3	ALK	DB		TIE	1,645	ueq/l		W	
PC	FI01	IL	0019	BULK	IM	180	199704			3	CA	DB		AAF	0,03	mg/l		W	
PC	FI01	IL	0019	BULK	IM	180	199704			3	CL	DB	F	IC	0,1	mg/l		W	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Идентификатор файла имеет аббревиатуру подпрограммы (графа **SUBPROG**).

В графе «среда» (**MEDIUM**) указывается или валовое выпадение (**BULC**), или влажное выпадение (**WET**)

В графе «уровень» (**LEVEL**) указывается высота расположения коллектора от уровня земли (см).

В графе «объем пространственной выборки» (**SPOOL**) приводится число коллекторов, используемых для каждого параметра.

Значения выпадений, кроме осадков, всегда приводятся как месячные средневзвешенные (параграф 9), код способа оценки **W**. Для месячных проб код способа оценки не указывается. Осадки приводятся как месячные суммы, код способа оценки **S**. Общая информация по способам оценки приводится в параграфе 4. В графе «дата» (**YYYYMM**) указывается месяц, полевой день оставляется не заполненным.

### **7.3.6 Ссылки**

EMEP web-manual: EMEP manual for sampling and analysis

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

(19 Nov 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.)

ICP Forests Manual

<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.

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: Тяжёлые металлы во мхах**

### **7.4.1 Введение**

Мхи являются наиболее подходящими объектами для анализа выпадения и поглощения металлов, поскольку они потребляют воду исключительно из атмосферы. Однако чтобы использовать содержание тяжёлых металлов во мхах, в качестве индикатора атмосферных выпадений, должны быть установлены их взаимоотношения. Эти отношения будут зависеть от вида мха, его географического положения, и будут отличаться для различных химических элементов. Для определения этих отношений, также необходимо измерить атмосферное осаждение. 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 содержится в подстилающей породе и почве фоновых областей).

Эта подпрограмма как биосумматор отложения тяжёлых металлов может использоваться, для связи выпадений с биологическими подпрограммами EP и VG (стволовые эпифиты и растительность травянистого и напочвенного ярусов). Другое преимущество метода подпрограммы - возможность подробных региональных обзоров. Доказано, что мхи являются дешевым и эффективным инструментом исследования.

### **7.4.2 Методы**

Отберите пробы мха 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, отбирайте мхи на открытых торфяниках или вересковых пустошах, где они часто встречаются в окружении кустарничков. Избегайте производить отбор мхов, растущих под прикрытием кустарничков или крупнолистных травянистых растений. Не собирайте мхи 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.

Отберите, 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 20г). Используйте чистые резиновые перчатки и не курите во время отбора проб.

Поместите пробы бок о бок или одну над другой в бумажные или пластиковые пакеты (5 дм<sup>3</sup>). Пакеты аккуратно запакуйте, чтобы предотвратить загрязнение во время транспортировки. Оставьте материал мха в бумажных пакетах и высушите его при 40<sup>0</sup>С, как можно быстрее. Если материал находится в пластиковых пакетах (влажные пробы), высушите его на воздухе и переложите в бумажные пакеты или заморозьте.

Удалите из пробы мха все мертвые остатки и примыкающую подстилку. Оставьте 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. Поврежденные экземпляры мхов выбраковываются. Переложите мхи на листы чистой лабораторной бумаги, на предметные стекла или на чистый полиэтилен, не допуская при этом загрязнения от курения или лабораторных столов.

Доведите пробы при 40<sup>0</sup>С до постоянной массы. Значение этой массы используйте для дальнейших вычислений. Аккуратно запакуйте сухой материал, который не пошел на анализ, и поместите его 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. HNO<sub>3</sub> или в смеси 4:1 конц. HNO<sub>3</sub> и HClO<sub>4</sub>. Растворы фильтруют и помещают в полиэтиленовые бутылки, до проведения анализа (методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии с пламенной атомизацией, методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии с беспламенной атомизацией в графитовой кювете, методом плазменной ионизации или методом нейтронно-активационного анализа).

#### 7.4.4 Сообщение данных

Параметры:

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



Пример файлов

[MC.XLS](http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22138&lan=en) (Excel file) <http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22138&lan=en>

[MC.txt](http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22124&lan=en) (ascii file) <http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22124&lan=en>

Metal chemistry of mosses MC:																		
(only an example, not all parameters included)																	only for FC	
SUBPROG	AREA	INST	SCODE	MEDIUM	LISTMED	LEVEL	YYYYMM	DAY	SPOOL	SUBSTANCE	LISTSUB	PRETREATM.	DETERM.	VALUE	UNIT	FLAGQUAL	FLAGSTATUS	ADDITIONAL
code	name	code	stat. code	code	listcode	measur em	year+month		spatial pool	substance	subst. list	pretreatm.	deter min.			guality f.	status f.	additional
1-2	3-6	7-8	9-12	13-20	21-22	23-26	27-32	33-34	35-37	38-45	46-47	48-50	51-53	54-60	61-68	69-69	70-71	72-72
mandatory																		
MC	FI04	HU	9999	HYLO SPL	M2		199704		5	CD	DB	D8	AAF	0,6	mg/kg			
MC	FI04	HU	9999	HYLO SPL	M2		199704		5	CR	DB	D8	AAF	2,5	mg/kg			
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Идентификатор файла имеет аббревиатуру подпрограммы (графа **SUBPROG**).

Номер станции приводится в графе **SCODE**, как 9999, он представляет всю станцию комплексного мониторинга.

В графе "среда" (**MEDIUM**) указывается код вида мха, т.е. Pleurozium schreberi (PLEU SCH) или Hylocomium splendens (HXLO SPL) в графе "список" (**LISTMED**) указывается код списка мхов M2 список кодов видов, смотри приложение 6).

Объём пространственной выборки (указывается в графе **SPOOL**) – это набор площадок пробоотбора, с которых отбирают смешанные пробы (в примере = 5)

В графе "дата" (**YYYYMM**) указывается месяц отбора проб.

#### 7.4.5 ССЫЛКИ

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

## **7.5 Подпрограмма ТФ: Подкроновый сток**

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.

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.

Рекомендуемые методы

### 1. Подкроновый сток

Из-за сильных локальных различий в количестве выпадений осаждающихся на древостой, коллектор подкронового стока характеризует только небольшой участок, на котором он расположен. Поэтому используется несколько коллекторов, обычно 4-10 на 0,1 га. Коллекторы следует размещать вблизи, но не на самих постоянных площадках мониторинга почв и растительности. Размещение коллекторов должно быть систематическим (рис. 15).

Используйте для подкронового стока коллекторы той же конструкции что и для мокрых выпадений. Установите коллекторы на опору, чтобы избежать прямого загрязнения с поверхности почвы. Бутыли коллекторов рекомендуется защитить от солнечного света и нагревания.

Для изучения макроэлементов подходят воронки, бутылки и ведра, выполненные из полиэтилена. Перед установкой оборудования ополосните ее теплой деионизированной водой.

Для анализа содержания следовых количеств металлов в атмосферных мокрых выпадениях должны отбираться специальные пробы. Все пробоотборные и аналитические сосуды должны быть специальным образом очищены (включая промывку кислотой). Пробы в коллекторных бутылках сразу подкисляются (0,5%  $\text{HNO}_3$ ).

Аналитические процедуры

Предпочтение отдается стандартным аналитическим методам, например, ААС в пламени (в графитовой горелке для металлов) и эмиссионной спектрометрии с использованием индуктивно связанной плазмы ICP или ICP-MS.

S и P анализируются или при помощи автоматического оборудования, или с использованием спектрофотометрии, или ионной хроматографии. pH всегда определяется в лаборатории электрометрически.

Переменные:

Параметр	Список	
PR_P	DA	осадки (подкроновый/стволовой сток) (мм; один знак после запятой);
PH_L25	DA	pH(два знака после запятой);
CTY_	DA	удельная проводимость ( $\text{MS} / \text{M}$ ; один знак после запятой);
S04S_	DA	сера сульфатов (мг/л; два знака после запятой);
NO3N_	DA	азот нитратов (мг/л; два знака после запятой);
NH4N_	DA	азот аммония (мг/л; два знака после запятой);
PO4P_	DA	фосфор фосфатов (мкг/л; два знака после

		запятой);
CL_	DA	хлорид (мг/л; два знака после запятой);
NA_	DA	натрий (мг/л; два знака после запятой);
K_	DA	калий (мг/л; два знака после запятой);
CA_	DA	кальций (мг/л; два знака после запятой);
MG_	DA	магний (мг/л; два знака после запятой);
CD_	DA	кадмий (мкг/л; два знака после запятой);
CU	DA	медь (мкг/л; два знака после запятой);
PB_	DA	свинец (мкг/л; два знака после запятой);
ZN_	DA	цинк (мкг/л; два знака после запятой);
NI_	DA	никель (мкг/л; два знака после запятой);
AS_	DA	мышьяк (мкг/л; два знака после запятой);
CR_	DA	хром (мкг/л; два знака после запятой);
AL_	DA	алюминий (мкг/л; два знака после запятой)
HG_	DA	ртуть (мкг/л; три знака после запятой);

### **Представление результатов:**

Идентификатор файла обозначает подпрограмму. В графе “среда” для подкоронового стока указывается код доминирующего вида дерева (список кодов В4) для данного древостоя. Если два вида в равной степени доминируют, в графе “среда” указывается код того дерева, у которого наибольшая площадь листового перехвата. Для стволового стока в графа “среда” указываются коды доминирующих видов деревьев, из которых были установлены коллекторы. В графе “список” пишут В4. В графе “уровень” указывается высота размещения пробоотборного устройства от поверхности земли (в см). В графе “объем пространственной выборки” приводится число отдельных коллекторов. Значения для недельных измерений приводятся как взвешенные месячные средние (глава 9), код способа оценки W. Если количество подкоронового/стволового стока не может быть адекватно измерено, концентрации для недельных измерений приводятся как месячные средние, код способа оценки X. Месячные измерения приводятся без указания кода способа оценки. Количества подкоронового и стволового стока приводятся как месячные суммы, код способа оценки S. В графе “дата” указывается месяц пробоотбора.

## **7.6 Дополнительная подпрограмма SF: Стволовой сток**

### **7.6.1 Введение**

Измерения стволового стока производятся для химических потоков 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 (10 - 40% от общего подкоронового стока) и у деревьев с опущенными ветвями, например, у ели (<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, то стволу сток следует анализировать. Для ельников информативность этого компонента низка.

### **7.6.2 Методы пробоотбора**

Должны быть выбраны для измерения стволу сток 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.

Осуществление выборки 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 осадков (то есть и для ТФ, и для химии осадков).

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

Деревья растут, 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 стволу сток.

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

После каждого периода осуществления выборки должен быть определен объем с каждого образца стволу стока. Образцы стволу 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 N, хлорида, натрия, калия, кальция, магния и сильной кислоты (при помощи рН-метра).

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

Приняты те же самые аналитические методы, что и для химических измерений в подпрограмме ТФ.

### **7.6.4 Обеспечение качества/Контроль качества**

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

### **7.6.5 Расчёт величины стволу стока в мм из его объема**

Величина стволу стока рассчитывается для каждого вида отдельно как:

Общий объём стволу стока на участке для видов (в литрах)=

Результат необходимо разделить на размер площадки (м<sup>2</sup>)что бы получить величину стволу стока для видов в мм.

### 7.6.6 Сообщение данных

Обязательные параметры	список		Единицы измерения
PREC	DB	Величина стволового стока	мм
PH	DB	pH	
COND	DB	удельная проводимость	мS/м
SO4S	DB	сера сульфатов	мг/л
NO3N	DB	азот нитратов	мг/л
NH4N	DB	азот аммония	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)	Мольэкв/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	фосфор фосфатов	мкг/л
PTOT	DB	общий фосфор	мг/л
STOT	DB	общая сера	мг/л

Примеры файлов:

[SF.XLS](http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22141&lan=en) (Excel file) <http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22141&lan=en>

[SF.txt](http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22126&lan=en) (ascii file) <http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22126&lan=en>

Stemflow chemistry SF:																		
(only an example, not all parameters included)																	only for FC	
SUBPROG	AREA	INST	SCODE	MEDIUM	LISTMED	LEVEL	YYYYMM	DAY	SPOOL	SUBST	LIS TSU B	PRET RE	DET ER	VAL UE	UNIT	FLA GQU A	FLAG STA	ADDIT
code	name	code	stat. code	code	listco de	meas uremt	year+m onth		spatial pool	substan ce	subs t. list	pretre atm.	deter min.			guali ty f.	status f.	additio nal
1-2	3-6	7-8	9-12	13-20	21- 22	23-26	27-32	33- 34	35-37	38-45	46- 47	48-50	51-53	54- 60	61-68	69- 69	70-71	72-72
mandatory																		
SF	FI01	ME	0023	PINU SYL	B4	30	199710		5	CA	DB		AE	9,07	mg/l		W	
SF	FI01	ME	0023	PINU SYL	B4	30	199710		5	CL	DB		IC	7,42	mg/l		W	
SF	FI01	ME	0023	PINU SYL	B4	30	199710		5	COND	DB		CNA	15,2	mS/m		W	

Идентификатор файла имеет аббревиатуру подпрограммы (графа **SUBPROG**).

Измерения стволового стока представляются для каждого вида отдельно. В графе **MEDIUM** указываются древесные породы (из кодового списка B4 NCC, см. Приложение 6). Список наиболее распространенных видов деревьев приведен в подпрограмме TF.

В графе **LEVEL** задается высота расположения устройств для отбора проб от земли (см).

Объем пространственной выборки (указывается в графе **SPOOL**)- число индивидуальных пробоотборников для каждого параметра.

Значения еженедельных измерений представляются в виде объемного веса месячных значений, способ оценки W. Если количество стволового стока не может быть адекватно измерено, концентрации в течение недельных измерений представляются в виде ежемесячных значений, способ оценки X. Ежемесячные измерения представляются без способа оценки. Количество стволового стока сообщается как ежемесячная сумма, статус признак S. Для расчета значений объемного веса, см. Приложение 7. Общая информация о способах оценки приведена в главе 4.

В графе "дата" (**YYYYMM**)указывается год и месяц отбора проб.

### 7.6.7 Ссылки

ICP Forests Manual <http://www.icp-forests.org/Manual.htm> (21 ноября 2012)

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**

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.

### **Рекомендуемые методы.**

Для отбора проб очертите одну представительную почвенную площадку (20x20м - 40x40м), точный размер которой будет зависеть от гетерогенности поверхности. Эта почвенная площадка должна близко прилегать, но не перекрываться с площадкой, по изучению растительности. 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, что бы не отбирать пробы из этих точек повторно.

Образцы почвы на химический анализ отбирают один раз в каждые пять лет в августе-сентябре.

Отберите образцы органического горизонта с помощью стального бура/цилиндрического пробоотборника известного диаметра. Отметьте толщину образца гумусового горизонта, чтобы можно было определить величину объемного веса.

Отберите образцы минеральной почвы, включая большую часть почвенного профиля. По возможности отберите пробы из слоев 0-5, 5-20, 20-40 см (и 60-80 см). При более детальном пробоотборе укажите значения для вышеназванных слоев. Используйте 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.

Отберите образцы торфа 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: Высушите образцы при 40°C до постоянного веса. Просейте образцы через сито с диаметром ячеек 2 мм (4 мм для органических образцов). Органические образцы (гумусовый слой и торф) после просеивания должны быть размолоты до тонкой пудры. До проведения анализа храните образцы в темноте на холоде.

### **Аналитические процедуры.**

Для анализа используется воздушно-сухая почва (40°C), тогда как значения указываются для абсолютно сухой почвы (105°C).

- **Измерение pH** потенциометрически в суспензии при соотношении почва-растворитель 1 : 5 (по весу) как для водной экстракции (дистиллированная H<sub>2</sub>O), так и для солевой (0,01 М CaCl<sub>2</sub> 1 м KCl или 0,1 м BaCl<sub>2</sub>). В то же время объемное соотношение 1:5 может быть использовано как для минеральных, так и для органических образцов.

Встряхивайте 2 часа и дайте отстояться перед определением значения рН. При передаче данных укажите в коде параметров тип использованной экстракции.

- Обменная титруемая кислотность (H+Al):

Встряхивайте 25 г минеральной почвы (10г гумуса типа "мор") со 100 мл 1м KCl в течение 2-х часов. 50 мл фильтрата титруется с 0,02 м NaOH до розовой окраски по фенолфталеину или до рН=8,2. Для вычисления обменной титруемой кислотности (AC1\_ET) смотри главу 9.

- Обменные катионы Na, K, Ca, Mg и Al:

Встряхивайте 2г почвы с 20 мл 0,1 м BaCl<sub>2</sub> в течение 2-х часов. Процентрифугируйте и сохраните надосадочную жидкость для анализа. Обменные катионы предпочтительно определять методом атомно - абсорбционной спектроскопии в пламени (AAS) или с помощью эмиссионной спектроскопии с использованием метода индуктивно связанной плазмы (ICP). Два вычисления степени насыщенности основаниями и емкости катионного обмена смотри главу 9.

- Общая обменная кислотность:

Образец (10г минеральной почвы/2г гумуса типа "Мор") экстрагируется 100 мл буферного раствора (0,25 м BaCl<sub>2</sub> + 0,2 м триэтанолламин) при встряхивании в течение 1 часа, затем образец переносится на фильтр с помощью 100 мл промывного раствора (0,25 м BaCl<sub>2</sub> смешанный с буферным раствором в соотношении 1: 2500). Фильтрат титруется 0,2 М HCl до перехода зеленой окраски в фиолетовую, по бромкрезолу зеленому с добавлением смешанного индикатора. Холостые пробы титруются до такой же окраски. Вычисление общей обменной кислотности (AC1\_ETB) смотри в главе 9.

- Металлы:

Для определения металлов в минеральных почвах экстрагируйте 5г минеральной почвы 50 мл 2 м HNO<sub>3</sub> в течение 2 часов на кипящей водяной бане, разведите смесь водой до 100 мл и отфильтруйте. Разложите органические почвы путем нагревания с небольшим количеством концентрированных HNO<sub>3</sub> + HClO<sub>4</sub>(4:1), разведите до объема (вес: объем=1:50) и отфильтруйте (имейте ввиду опасность взрыва).

Анализируйте металлы методом AAS в пламени или графитовой кювете или ICP.

- Общая сера:

Разложение проводите путем нагревания с небольшим количеством смеси концентрированных HNO<sub>3</sub> + HClO<sub>4</sub>(4:1), разведите до объема (вес: объем 1:4 для минеральных, 1:10 для органических почв) и отфильтруйте (имейте в виду опасность взрыва) используйте различные методы анализа сульфатов или ICP. Общая сера может также быть определена методом автоматизированной SO<sub>2</sub> - титрометрии (LECO).

- Общий фосфор:

Разложение проводите путем нагревания с небольшим количество смеси концентрированных HNO<sub>3</sub> + HClO<sub>4</sub>(4:1), доведите до объема (вес: объем 1:4 для минеральных, 1:10 для органических почв) и отфильтруйте (имейте в виду опасность взрыва). Определяйте колориметрически или методом ICP.

- Общий азот:

Определяется автоматизированными методами или по Къельдалю.

Общий органический углерод:

Окисление до CO<sub>2</sub> проводится путем нагревания до 900<sup>0</sup>С с использованием различных методов определения CO<sub>2</sub>. Если необходимо, внесите поправку на наличие углерода карбонатов.

Переменные:

Значения даются на сухую (105<sup>0</sup>С) навеску:

параметр	список	
PH_EW20	DA	рН при 20° С (водная вытяжка; 2 знака после запятой);
PH_EC20	IM	рН при 20°С (вытяжка 2 знака после запятой);



PH_EK20	DA	pH при 20°C (вытяжка 2 знака после запятой);
ACI_ET	DA	обменная титруемая кислотность ( мг-экв/кг);
AL_E	DA	алюминий обменный (мг-экв/кг);
NA_E	DA	натрий обменный (мг-экв/кг, 2 знака после запятой);
K_E	DA	калий обменный (мг-экв/кг, 2 знака после запятой);
CA_E	DA	кальций обменный (мг-экв/кг, 2 знака после запятой);
MG_E	DA	магний обменный (мг-экв/кг, 2 знака после запятой);
BASA_	DA	степень насыщенности основаниями (% , 1 знак после запятой);
ACI_ETB	DA	общая обменная кислотность (мг-экв/кг);
SEC_P	IM	емкость катионного обмена эффективная (мг-экв/кг)
SEC_P	IM	емкость катионного обмена потенциальная (мг-экв/кг);
CD_	DA	кадмий (мг/кг, 1 знак после запятой);
CU_	DA	медь (мг/кг, 1 знак после запятой);
PB_	DA	свинец ( мг/кг);
ZN_	DA	цинк (мг/кг);
AS_	DA	мышьяк (мг/кг, 1 знак после запятой)*.
NI_	DA	никель (мг/кг, 1 знак после запятой);
CR_	DA	хром валовый (мг/кг, 1 знак после запятой);
FE_	DA	железо (мг/кг);
HG_	DA	ртуть (мг/кг, 3 знака после запятой);
STOT_	DA	сера общая (мг/кг);
PTOT_	DA	фосфор общий (мг/кг, 2 знака после запятой);
NTOT_	DA	общий азот (мг/кг);
COR_T	IM	органический углерод общий (мг/кг);
BDEN_		объемный вес (кг/м*).

#### Представление данных

В качестве идентификатора файла используется аббревиатура подпрограммы. В графе “среда” указывается тип почвы в соответствии с классификацией ФАО. Уровень дается как нижняя граница почвенного образца от раздела между гумусовым слоем и минеральной почвой. Например, уровень дна 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 подразумевается число индивидуальных образцов, объединяемых для анализа. В графе “дата” указывается месяц отбора проб. В главе 9 приводятся формулы для вычисления параметров химии почвы.

Коды типов почвы 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

### **7.8 Подпрограмма SW: Химия почвенных вод**

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.

#### **Рекомендуемые методы**

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.

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). Нельзя использовать тонко пористые (1мм) керамические пробоотборники, изменяющие содержание фосфатов, тяжелых металлов и органических соединений.

Поместите маленькие всасывающие чашечные лизиметры в верхний почвенный слой (элювиальный горизонт на глубине 20 см) и ниже корневой зоны (В-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 залейте в отверстие суспензию, приготовленную из местного почвенного материала и дистиллированной воды.

Применяйте непрерывное всасывание 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 (2л), способны поддерживать давление без дополнительного накачивания. 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 снеговым покровом в течение снегового периода пробы обычно не отбирают.

В ходе разового обследования, при котором в каждый почвенный горизонт помещают по 15-25 лизиметров, оцените 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.

Оценки дебита воды почвенных вод могут быть получены с помощью гидрологических моделей. Для ежегодного бюджета подходит любая простая модель дефицита почвенных вод.

Используйте промытые кислотой коллекторные сосуды и меняйте 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). Честь проб, предназначенных для определения NO<sub>3</sub> и растворимого углерода, должна быть законсервирована с HgCl<sub>2</sub>.

Консервацию проб для определения металлов методом ICP производят путем добавления на 100 мл пробы 0,5 мл концентрированной HNO<sub>3</sub> (0,4). До начала анализа бутылки с пробами хранят в темном холодном месте (4°C). Транспортировку и хранение следует проводить в предельно сжатые сроки.

#### **Аналитические процедуры.**

Щелочность должна определяться по методу Гранплота.

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 или с помощью автоматического оборудования или с использованием спектрофотометрии или ионной хроматографии.

Для анализа подвижного Al требуется его предварительное хелатирование/экстракция (oxine/MIBK) или его можно определить с использованием пирокатехола фиолетового методом инджекции потока (FIA).

переменные		
параметр	список	
SO4S_	DA	сера сульфатов (мг/л; один знак после запятой);
NO3N_	DA	азот нитратов (мг/л; два знака после запятой);
NH4N_	DA	азот аммония (мг/л; два знака после запятой);

CA_	DA	кальций (мг/л; один знак после запятой);
NA_	DA	натрий (мг/л; один знак после запятой);
K_	DA	калий (мг/л; один знак после запятой);
MG_	DA	магний (мг/л; один знак после запятой);
CL_	DA	хлорид (мг/л; один знак после запятой);
PTOT_	DA	общий фосфор (мг/л; один знак после запятой);
COR_D	DA	растворимый органический углерод (г/л; один знак после запятой);
AL_T	DA	общий алюминий ( мг/л; один знак после запятой);
AL_L	DA	подвижный алюминий (мг/л; один знак после запятой);
MN_	DA	марганец (мг/л; один знак после запятой);
FE_	DA	железо (мг/л; один знак после запятой);
SIO2_	DA	двуокись кремния (мг/л; один знак после запятой);
PH_L25	DA	pH растворов (два знака после запятой);
CTY_	DA	удельная электропроводность (м S/л; один знак после запятой);
ALK_NTG	DA	щёлочность (мг/л; один знак после запятой);
Q_	DA	поток ( $l/(S \times km^2)$ )
SMS_	IM	Водопроницаемость ( $m^3/m^3$ )

### **Представление результатов**

Идентификатор файла обозначает подпрограмму.

В графе "среда" указывается тип почвы, закодированный в соответствии с классификацией FAO (глава 7.6). В графе "уровень" указывается глубина закладки лизиметра от уровня земли (в см). В графе объем пространственной выборки 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 месяц отбора проб.

## **7.9 Дополнительная подпрограмма GW: Химия грунтовых вод**

Грунтовые воды – важный компонент, определяющий показатель выхода веществ за границы водосбора в экосистеме. Грунтовые воды могут залегать глубоко в водоносном слое или более поверхностно. 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.

### **Рекомендуемые методы.**

Разместите пункты отбора проб в местах разгрузки 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 загрузки, так и разгрузки вод; эта линия должна располагаться перпендикулярно контурам склона.

Оборудование, приспособленное для использования в районах, где нет электричества, и точки пробоотбора расположены далеко от дорог: полый цилиндр, изготовленный из серого поливинилхлорида (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 верху цилиндра. Во время транспортировки эти-части сохраняются в защитной трубе из серого поливинилхлорида.

Защитная труба наполнена деионизированной водой, которая заменяется между отборами проб. Siliconовая трубка соединена с более длинной пластиковой трубкой, которая связана с нормально обрезанным 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.

Недостатком описанного пробоотборного оборудования является неизбежная потеря  $\text{CO}_2$ .

Вода, откачиваемая из труб в почве, часто более или менее замутнена глинистыми частицами. Фильтрация пробы необходимо, из-за 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. 0,4-0,45 $\mu\text{m}$ . Заметим, что коллоиды, гидроксиды и мелкие глинистые частицы также могут проходить через фильтр. Фильтровальное оборудование должно быть выполнено из тефлона, полиэтилена, полипропилена, перспекса или поликарбоната, т.е. из кислотоупорных материалов. Фильтры следует промывать в 0,05 М  $\text{HNO}_3$  и ополаскивать в чистой деионизированной или дистиллированной воде. Лучшим способом фильтрации образцов грунтовых вод служит фильтрация с использованием пластиковых шприцев.

Отбор грунтовых вод должен проводиться 2-6 раз в год, желательно чаще весной в период таяния снега.

### **1. Отбор 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. Отбирайте воду, которую собираетесь отфильтровать, прямо из родника с помощью шприца. Старайтесь не захватить воду из поверхностного слоя, так как по химическому составу она может отличаться от остальной воды. Фильтрация проводится по методу, описанному выше. Воду для анализа основных соединений отбирайте в бутылки прямо из родника. Из очень мелких родников наполняйте бутылки с помощью шприца (без фильтра).

### **2. Отбор из труб или скважин.**

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

Установите уровень грунтовых вод с помощью отвеса. Отвесы должны быть заключены в пластик, однако во время смены воды в этом нет особой необходимости. Отметьте уровень грунтовых вод. Рассчитайте объем воды в трубе.

Прежде, чем отбирать пробы для анализа, смените 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, мы предотвращаем 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. Наденьте пластиковые перчатки, Откачайте небольшое количество воды в пробоотборный сосуд и промойте его. Не касайтесь дна гибкой трубкой с тем, чтобы не замутить воду. Если возможно, наполните пробоотборный сосуд откаченной водой. Возьмите притертую пластиковую пробку и поместите её в дополнительный пробоотборный сосуд, чтобы быть уверенным, что она не загрязнена.

Промойте пластиковую бутылку (обычно 250 мл), предназначенную для проб на определение анионов, водой из пробоотборного. сосуда.

Заполните бутылку до краев и завинтите крышкой с тем, чтобы как можно меньше пузырьков воздуха осталось в бутылке.

Пробы транспортируются в лабораторию как можно быстрее (предпочтительно в охлажденных коробках). Консервацию проб для определения металлов методом ICP проводят путем добавления 0,5 мл концентрированной HNO<sub>3</sub>, 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).

### Аналитические процедуры

Щелочность должна определяться на методу Гранплот;

Предпочтение отдается стандартным аналитическим методам, например, ААС в пламени (в графитовой кювете для металлов) и эмиссионной спектроскопии с использованием индуктивно связанной плазмы ICP или ICP-MS

S,P и С анализируются или с помощью автоматического оборудования или с использованием спектрофотометрии или ионной хроматографии.

Для анализа подвижного Al требуется его предварительное хелатирование/экстракция (oxine/МІВК ) или его можно определить с использованием пирокатехола фиолетового методом инъекции потока (FIA). рН всегда анализируется в лаборатории электротметрически.

Переменные		
параметр	список	
SO <sub>4</sub> S_D	DA	сера сульфатов растворенная (мг/л; один знак после запятой);
NO <sub>3</sub> N_D	DA	азот нитратов растворенный (мг/л; два знака после запятой);
NH <sub>4</sub> N_D	DA	азот аммония растворенный (мг/л; два знака после запятой);
CA_D	DA	кальций растворенный (мг/л, один знак после запятой);
NA_d	DA	натрий растворенный (мг/л; один знак после запятой);
K_D	DA	калий растворенный (мг/л; два знака после запятой);
MG_D	DA	магний растворенный (мг/л; два знака после запятой);
CL_D	DA	хлорид растворенный (мг/л; один знак после запятой);
PTOT_D	DA	фосфор общий растворенный (мкг/л; один знак после запятой);
AL_T	DA	алюминий общий (мкг/л; один знак после запятой);
AL_L	DA	алюминий подвижный (мкг/л; один знак после запятой);
MN_D	DA	марганец растворенный (мкг/л; один знак после запятой);
FE_D	DA	железо растворенное (мкг/л; один знак после запятой);
SIO <sub>2</sub> _D	DA	диоксид кремния растворенная (мг/л; один знак после запятой);
COR_D	DA	углерод общий растворенный (мкг/л; один знак после запятой);

### **Представление результатов**

Идентификатор файла обозначает подпрограмму. В графе «среда» указывается источник, из которого отбирают пробы. Это может быть пробоотборная труба (TUBE) или родник (SPRING). В графе «уровень» указывается глубина, с которой отбираются пробы (или с поверхности родника). В графе «объем пространственной выборки» 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 месяц отбора проб.

## **7.10 Подпрограмма RW: Химия руслового стока**

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.

### **Рекомендуемые методы**

Для вычисления бюджетов водосборного бассейна необходимо определить расход воды. Лучшим подходом для этих целей будет установить, постоянный водослив с непрерывно действующими датчиками уровня воды. Если это не осуществимо, необходимо определять среднесуточные значения стока путем измерения поперечного сечения русла водотока и вычисления расхода. В периоды большого стока требуется проведение ежечасных измерений.

Расположите точку отбора проб 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, отбирайте пробы из потока с такой глубины, чтобы можно было избежать донного и поверхностного загрязнения. Пробы отбираются с помощью пробоотборника с глубины 10-50 см. В мелких водотоках, где это невозможно, пробы отбирают, стараясь избежать загрязнения.

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

#### Аналитические процедуры

Объем пробы для анализа воды составляет 25 мл (AL, N-соединения) или 50 мл (другие соединения). В качестве консерванта при проведении анализа на Al, Mn, Fe используется H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> или HNO<sub>3</sub>, а при анализе на Hg 5 мл HNO<sub>3</sub> + K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> на 100 мл раствора.

-Щелочность определяется по методу Гранплота.

-Предпочтение отдается стандартным аналитическим методам, например, AAS в пламени (в графитовой кювете для металлов) и эмиссионной спектрометрии с использованием индуктивно связанной плазмы - ICP или ICP-MS.

-S, P и C анализируются или с помощью автоматического оборудования или с использованием спектрофотометрии или ионной хроматографии.

-Для анализа подвижного AL требуется его предварительное хелатирование/экстракция (oxine/MIBK) или его можно определить с использованием пирокатехола фиолетового методом инджекции потока (FIA).

-рН всегда определяется в лаборатории электрометрически

#### Переменные

параметр	список	
Q_	DA	русовой сток (1/ (S x км <sup>2</sup> ); один знак после запятой);
PH_L25	DA	рН (два знака после запятой);
CTY_	DA	удельная проводимость (мс /м; один знак после запятой);
NA_	DA	натрий (мг/л; два знака после запятой);
K_	DA	калий (мг/л; два знака после запятой);
CA_	DA	кальций (мг/л; два знака после запятой);
MG_	DA	магний (мг/л; два знака после запятой);
AL_T	DA	алюминий общий (мг/л; два знака после запятой);
AL_L	DA	алюминий подвижный (мг/л; два знака после запятой);
NH <sub>4</sub> N_	DA	азот аммония (мг/л; два знака после запятой);
NO <sub>3</sub> N_	DA	азот нитратов (мг/л; два знака после запятой);
ALK_NTG	DA	щелочность (мг/л; два знака после запятой);
CL_	DA	хлорид (мг/л; два знака после запятой);
SO4S_	DA	сера сульфатов (мг/л; два знака после запятой);
T_W	DA	температура (°C, один знак после запятой);
PO4P_	DA	фосфор фосфатов (мкг /л);
PTOT_	DA	фосфор общий (мкг/л);
COR_D	DA	растворенный органический углерод (мг/л; один знак, после запятой).
CNR_	DA	цветность (Pt мг/л);
HG_	DA	ртуть (мг/л; три знака после запятой);
SIO2_	DA	диоксид кремния (мг/л; один знак после запятой).

#### Представление результатов

Идентификатор файла обозначает подпрограмму.

В графе “среда” ничего не указывается. В графе “уровень” указывается глубина пробоотбора (в см). В графе “объем пространственной выборки” 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. Исключение составляют температура, цветность и электропроводность, представляемые, как среднеарифметические для нескольких дат/месяцев отбора. Месячные значения представляются без кода способа оценки. Русовой сток представляется как месячное среднее. В графе “дата” указывается месяц отбора проб.



## **7.11 Дополнительная подпрограмма ЛС: Химия озёрных вод**

### **7.11.1. Введение**

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

Параметры, включённые в основной список, так же являются основными в программе ICP Waters, они в основном связаны с окислением. Дополнительные определители 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) алюминий<sup>1)</sup>;

питательные вещества: общий азот, аммоний;

физические свойства: удельная электропроводность;

Различие между реагирующим (органическим + неорганическим) и не лабильными (органическим) алюминием. Может быть исключено в 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, окраска.

### **7.11.2 Методы**

#### **7.11.2.1 Химии водного образца**

Отведите постоянное место для осуществления отбора пробы воды в самом глубоком месте данного озера, на большом расстоянии от воздействия прибрежных факторов. Батиметрический 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 образца водной химии**

см. Главу 8.2.

### 7.11.3 Аналитическая техника

Список пригодных стандартов, смотрите Главу 8.5.

### 7.11.4 Обеспечение качества/Контроль качества

Смотрите данные управления качеством в Главе 8.

### 7.11.5 Представление данных

Обязательные параметры	список		Единицы измерения
PH	DB	pH	
COND	DB	Характерная проводимость 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 <sup>1)</sup>	DB	щёлочность	ммоль/л
CL	DB	хлорид	мг/л
SO4S	DB	сульфатная сера, sulphate as sulphur	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

Пожалуйста, не изменяйте единицы

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

Пример файлов

[LC.XLS](http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22264&lan=en) (Excel file)

[LC.txt](http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22229&lan=en) (ascii file)

Lake water chemistry LC:																			
(only an example, not all parameters included)																		only for FC	
SUBPROG	AREA	INST	SCODE	MEDIUM	LISTMED	LEVEL	YYY	DAY	SPOOL	SUBST	LISTSUB	PRETREATM.	DETERM.	VALUE	UNIT	FLAGQUAL	FLAGSTATUS	ADDITIONAL	
code	name	code	stat. code	code	listcode	measurment	year+month		spatial pool	substance	subst. list	pretreatm.	determin.			quality f.	status f.	additional	
1-2	3-6	7-8	9-12	13-20	21-22	23-26	27-32	33-34	35-37	38-45	46-47	48-50	51-53	54-60	61-68	69-69	70-71	72-72	
mandatory																			
LC	FI01	DH	0022			300	199704		2	ALK	DB		TIH	1,22	mmol/l				
LC	FI01	DH	0022			300	199704		2	CL	DB		TI	1,4	mg/l				
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	

Идентификатор файла имеет аббревиатуру подпрограммы (графа **SUBPROG**).

Графа “среда”(**MEDIUM**) оставляется не заполненной.

В графе «уровень»(**LEVEL**) указывается глубина отбора пробы от поверхности озера (см).

Объём пространственной выборки (**SPOOL**) - число пунктов осуществления выборки.

Ежемесячные значения сообщаются без признака состояния. Значения для нескольких выборок произведённых в одном месяце сообщаются как арифметическое среднее число с помощью способа оценки - X. Для вычисления весовых значений, пожалуйста, смотрите приложение 7. Общая информация по индикаторам (способам оценки) приведена в главе 4.

Года и месяц осуществление выборки приводится в графе **YYYYMM**, графа - день оставлена незаполненной.

### 7.11.6 Ссылки

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

## **7.12 Подпрограмма FC: Химия листвы**

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 листвы = химия подстилки) важны для оценки потоков питательных веществ и пищевого статуса лесных деревьев.

Рекомендуемые методы.

Соберите пробы листвы вне территорий площадки интенсивного мониторинга растительности. Пробные деревья должны относиться к одному классу доминирования (доминантные или кодоминантные деревья). Их число должно быть порядка 5 -10.

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.

Отберите пробы листвы 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. Выберите одну ветку с 5-8-ой мутовки от вершины. Верхушечные и боковые побеги текущего года анализируют, как отдельные пробы.

Немедленно поместите побеги в бумажные пакеты для быстрой транспортировки в лабораторию. Постарайтесь не загрязнять пробы пылью и почвой.

Не мойте хвою и листву. Размельчите хвою/листву на мельнице из нержавеющей стали до размера < 0,5 мм.

Высушите пробы при 40°C. Храните высушенные пробы, не используемые для анализа, в банке образцов для дальнейших исследований.

### **Аналитические методы**

Описание аналитического метода приведено в главе 7.6, в разделе, касающемся исследования органических почв.

### **Переменные**

Переменные приводятся для проб, высушенных в сушильном шкафу при 105°C.

Параметр	список	
RE_T	DA	Масса высушенной пробы, состоящей из 100 иголок/листьев (г, один знак после запятой)
STOT_	DA	Сера общая (мг/кг)
NTOT_	DA	Азот общий (мг/кг)
CA_	DA	Кальций (мг/кг, два знака после запятой)
NA_	DA	Натрий (мг/кг, два знака после запятой)
K_	DA	Калий (мг/кг, два знака после запятой)
MG_	DA	Магний (мг/кг, два знака после запятой)
COR_T	DA	Общий органический углерод (мг/кг)
PTOT_	DA	Фосфор общий (мг/кг, два знака после запятой)
MN_	DA	Марганец (мг/кг, два знака после запятой)
ZN_	DA	Цинк (мг/кг, один знака после запятой)

B_	DA	Бор (мг/кг, три знака после запятой)
CU_	DA	медь (мг/кг, три знака после запятой)
MO_	DA	Молибден (мг/кг, один знака после запятой)
PB_	DA	Свинец (мг/кг, три знака после запятой)
CD_	DA	Кадмий (мг/кг, три знака после запятой)

### Представление данных

Идентификатором файла служит аббревиатура подпрограммы. В графе «Среда» приводится код доминирующего в данном древостое вида дерева (коды наиболее широко распространенных видов деревьев приведены в главе 7.5). В графе «уровень» указывается высота от уровня земли, с которой отбирали пробы (см). Объем пространственной выборки означает число отдельных проб, отобранных для общего анализа. В графе «дата» указывается месяц отбора проб.

## **7.13 Подпрограмма LF: Химия опада**

### **7.13.1 Введение**

Исследование листвы - эффективный способ выявления стресса, вызванного загрязняющими веществами. Эти исследования предусматривают, проведения оценки изменений в содержании питательных веществ и загрязнителей в иглах и листьях. Исследование обоих живых материалов (лиственная химия) и мёртвого материала (химия опавших листьев = химия опада) важны для оценки постоянных изменений содержания питательных веществ и состояния питания деревьев леса.

**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 листовного опада предпринимается систематически или беспорядочно, и не только под доминирующими видами деревьев. Пробоотборники листовного опада должны располагаться совместно с пробоотборниками подкоронового стока, для оценки подстилки и дренажа, в общем. Связь с постоянными почвенными площадками не так важна.

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. Прикрепите мешок к деревянной раме известной площади (0,25- 0,5м<sup>2</sup>). 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 сброшенные коричневые иглы/листья должны быть отсортированы от неподвижного нормального опада и химически проанализированы. Сравнение с концентрацией веществ в листьях обеспечивает информацию об их перемещении и состоянии питания растений.

Необходимо хотя бы ежемесячно осуществлять выборку, а выборки могут быть объединены в периодические выборки. Опад при помощи перчаток переносится в большие бумажные/пластиковые сумки, а затем они транспортируются в лабораторию.

Создаются объединенные образцы листовного опада для химических анализов. При этом необходимо избегать всякого загрязнения от дыма или от лабораторных

столов. Для этого необходимо обрабатывать образцы на чистой лабораторной бумаге, стеклянных щитах или чистом полиэфире (полиэстере).

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

По вопросам химического анализа смотрите параграф Химия Листвы (FC).

### 7.13.4 Представление данных

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

Обязательные параметры	Список		Единицы
LDEP	IM	Количество лиственной подстилки (вес сухого остатка)	г/м <sup>2</sup>
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	Магний	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

Образцы файлов

[LF.XLS](http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22267&lan=en) (Excel file) (<http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22267&lan=en>)

[LF.txt](http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22231&lan=en) (ascii file) (<http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22231&lan=en>)

Litterfall chemistry																		
LF:																		
(only an example, not all parameters included)																		only for FC
SUBPROG	AR EA	IN ST	SCODE	MEDIUM	LISTMED	LEVEL	YYYYMM	DAY	SPOOL	SUBST	LISTSUB	PRETRE	DETER	VALUE	UNIT	FLAGQUA	FLAGSTA	ADDITIONAL
code	name	code	stat. code	code	listcode	measurement	year+ month		spatial pool	substance	subst. list	pretreatm.	determin.			quality f.	status f.	additional
1-2	3-6	7-8	9-12	13-20	21-22	23-26	27-32	33-34	35-37	38-45	46-47	48-50	51-53	54-60	61-68	69-69	70-71	72-72
mandatory																		
LF	DK01	DM	0082	FAGU SYL	B4		199700		5	CA	DB	D	AE	2,99	mg/g			
LF	DK01	DM	0082	FAGU SYL	B4		199700		5	K	DB	D	AE	17,72	mg/g			
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...			

Идентификатор файла имеет аббревиатуру подпрограммы (графа **SUBPROG**).

В графе “среда”(**MEDIUM**) указываются доминирующие виды деревьев, которые располагаются там, где опад был собран (код NCC списка B4, смотрите приложение 6 и главу TF список общих древесных разновидностей)

В графе “уровень”(**LEVEL**) указывается высота осуществления выборки от земли, здесь данный параметр является дополнительным

В графе «объем пространственной выборки»(**SPOOL**) указывается число отдельных выборок взятых для объединённого анализа

Количество листовного опада задаётся как сумма за период, признак (признак) состояния S.

Общая информация по признакам (признакам) приведена в Главе 4.

Год и месяц выборки указывается в графе «дата»(**YYYYMM**), в примере 199700 когда осуществление выборки, как предполагается, покрыло период в несколько месяцев. Графа день остаётся не заполненной.

## **7.14 Дополнительная подпрограмма RB: Гидробиология ручьёв**

### **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 токов в ручьях ("маркеры" закисления), однако универсальные биоиндикаторы не определены в связи с различиями в географическом распространении.

### **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.

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 1 м.

Используйте сеть с треугольным или квадратным входом (стороны по 25 см) и размером ячейки 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 осадения на площади 25x40 см<sup>2</sup> 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, 10x). 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 *oligochaeta*. Таксономическое определение должно быть по возможности более точным (вид/род).

Литература об определении на уровне семейства приводятся в ссылках.

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 так же Главу 4 в руководстве МСП по Водам.



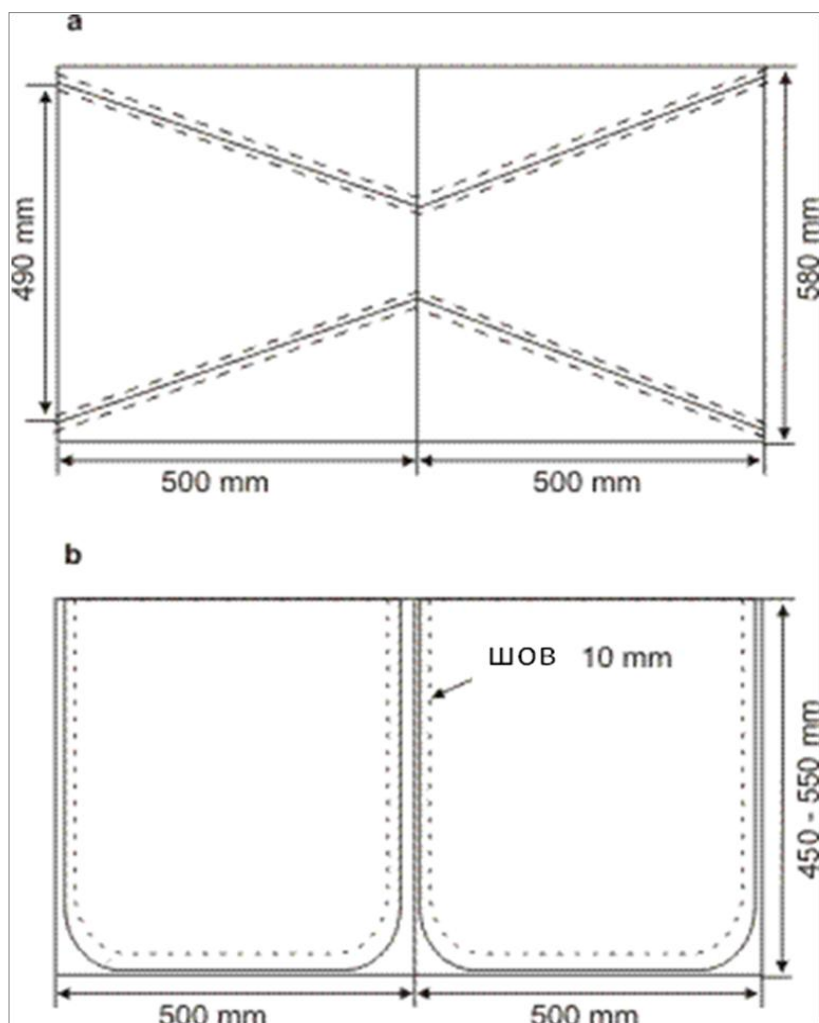


Рисунок 7.14.1 Предлагаемые шаблоны сетей.

### 7.14.3 Сообщение данных

Из-за специфики данных макрозообентоса, эти данные рекомендуется хранить в национальных координационных центрах. Оценка этих данных будет осуществляться периодически, запрос будет отправляться в национальные координационные центры до проведения оценки.

Такие данные должны охватывать характеристики участка отбора проб и информацию о самой отобранной пробе, названия видов с плотностью образцов (экз/м<sup>2</sup>) и биомассу (г/м<sup>2</sup>, десятичный знак после запятой), а также индекс разнообразия Шеннона-Винера (для расчета, см. Приложение 7).

### 7.14.4 Ссылки

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

ISO 7828 – 1985

## 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 понять изменения,

необходимо наблюдать за всеми группами, организмов, но даже отдельные группы могут характеризовать определенные тренды в своих местообитаниях. 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 по Водам.

#### **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 грунтах 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 получения лучшей документации временных рядов. 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. Кроме того следует избегать произведения пробоотбора в период сильных ветров.

Погружайте ковш вертикально, медленно, равномерно для достижения наилучшего контакта с дном. Заприте дночерпатель и равномерными движениями выпашите 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 комочки глины могут остаться в просеянной пробе. Поместите просеянную пробу в сосуд для хранения (0,5-литровую пластиковую банку) с 96% этанолом. Соберите оставшихся крупных животных мягким пинцетом. Вымойте сито, прежде чем снова его использовать.

#### **7.15.2.2 Хлорофилл $\alpha$ (альфа)**

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

Образцы хлорофилла необходимо фильтровать в день пробоотбора. (В крайнем случае, фильтрация может производиться утром следующего дня, предполагается, что образцы хранятся при температуре равной +4 ° C). 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 и прохладе (по крайней мере -20 ° C), 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. Добыча 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 полностью погружался. 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. Поглощение экстракта после центрифугирования или фильтрации (через фильтр из стекловолокна) измеряется спектрофотометрически при длине волны 665 и 750 нм. Базовая линия выставлялась по 94% этанолу.

#### **Расчёт и представление результатов:**

Концентрация хлорофилла в образце вычисляется по следующей формуле:

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

где:

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

$V_1$  = объем этанола (мл);

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

83,4 = постоянная, коэффициент поглощения хлорофилла  $\alpha$  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%-й 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 первичных производственных результатов. Он должен быть определен анализатором углерода в день произведения выборки.

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 измеряется 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 вашими возможностями. Выберите 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/м<sup>3</sup>)

1,05 = коэффициент отклонения для радиоуглерода

C<sub>1</sub> = концентрация неорганического углерода в образце (мг/м<sup>3</sup>)

R<sub>v</sub> = радиоактивность светлой пробы (среднее из двух определений, расп. в мин. или Bq)

R<sub>p</sub> = радиоактивность темной пробы (расп. в мин. или Bq)

R<sub>t</sub> = радиоактивность добавленная к образцу (dpm или Bq) (среднее из двух определений, рассчитанное на тот же объем, R<sub>v</sub>, R<sub>p</sub> и R<sub>k</sub>)

R<sub>k</sub> = средняя радиоактивность двух контрольных образцов (выборки с поверхности и наибольшей глубины) (dpm или Bq)

Результаты представляются в виде усвояемого углерода (CINOА) мг С/м<sup>3</sup>/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<sub>p</sub> = углерод фиксированный в темноте (мг/м<sup>3</sup>)

1,05 = коэффициент отклонения для радиоуглерода

C<sub>1</sub> = концентрация неорганического углерода в образце (мг/м<sup>3</sup>)

R<sub>p</sub> = радиоактивность темной пробы (расп. в мин. или Bq)

R<sub>k</sub> = средняя радиоактивность двух контрольных образцов (выборки с поверхности и наибольшей глубины) (dpm или Bq)

R<sub>t</sub> = радиоактивность добавленная к образцу (расп. в мин. или Bq) (среднее из двух определений, рассчитанное на тот же объем, R<sub>p</sub> и R<sub>k</sub>)

Результаты представлены в виде (CINOD) мг С/м<sup>3</sup>/сутки (для каждой проанализированной глубины).

#### 7.15.3 Сообщение данных

Параметры хлорофилл α и жизнедеятельность планктона могут быть представлены с использованием общей формы для химической подпрограмм, см. Главу 4, в качестве примера см., Подпрограмма химии озёр, LC.

Параметры	список		единицы
CP	DB	хлорофилл альфа	мг /м <sup>3</sup>
CINOА	IM	неорганический поглощенный углерод	мг С/м <sup>3</sup> /сут
CINOD	IM	фиксация углерода в темноте	мг С/м <sup>3</sup> /сут
O2R	IM	дыхание	Мг О <sub>2</sub> /м <sup>3</sup> /сут

### **Глубинный бентос**

Из-за специфики данных макрозообентоса, эти данные рекомендуется хранить в национальных координационных центрах, это отчасти связано с проблемами кодирования видов и местным проведением экспертизы, в необходимости оценки данных. Оценка этих данных будет осуществляться периодически, и специальный запрос будет отправляться в национальные координационные центры до проведения оценки.

Такие данные должны охватывать характеристики участка отбора проб и информацию о самой отобранной пробе, названия видов с плотностью образцов (экз./м<sup>2</sup>) и биомассу (г/м<sup>2</sup>, десятичный знак после запятой), а также индекс разнообразия Шеннона-Винера (для расчета, см. Приложение 7).

#### **7.15.4 Ссылки**

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.

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

ISO standards: ISO 9391: 1993 (E), ISO 7828-1985 (E)

### **7.16 Дополнительная подпрограмма FD: Повреждение лесов**

#### **7.16.1 Введение**

Целью ежегодной оценки древесной дефолиации и депигментации является получение ранней количественной индикации изменений в наиболее важной фотосинтетически активной части деревьев

#### **7.16.2 Методы**

##### **7.16.2.1 Отбор образцов деревьев**

Для проведения выборки подходит несколько способов. Возможно варьирование от большого количества мелких участков до небольшого числа крупных участков. Тем не менее, во всех случаях, деревья должны быть выбраны объективно. Общее количество деревьев в любой представленный год на точке КМ должно превышать 100.

Деревья могут быть помечены для облегчения инвентаризации его жизненного состояния. Если помеченное дерево умерло после последней инвентаризации, то оно должно быть заменено. Замена должна иметь идентификационный номер, который не был использован ранее. Участок размещения не должен перемещаться в период наблюдений для сохранения преемственности и повышения достоверности данных.

Для данной выборки, из года в год изменения в образцах отмеченных деревьев будет ниже, чем в образцах деревьев без опознавательных знаков. Однако если для этой цели каждый год используется одна и та же система отбора деревьев, а центры участков при этом остаются теми же, образцы деревьев без опознавательных знаков будут состоять приблизительно из одних и тех же индивидуумов.

##### **На равномерно распределенных участках**

Если на станции была установлена сеть равномерно распределенных участков леса, образцы деревьев должны отбираться на этих участках.

##### **На специальных участках**

Если территория не имеет пробных площадок, и они не будут установлены в будущем, то выполняется следующая процедура. Выберите от одного до трёх лесных древостоев, типичных для данной точки. Определите доминирующий вид в древостое. Выберите 20 или больше деревьев этого вида на области, не превышающей 1 га, например, на круговой площадке радиусом около 50м.

#### 7.16.2.2 Рекомендуемый метод наблюдения

Выбранные деревья должны быть живыми и соответствовать следующим критериям:

относится к доминирующей или содоминирующей в лесу породе деревьев;  
иметь менее 50% механических повреждений;

крона, по крайней мере, частично видимая (1-4) (см. часть 4 в Ежегодной процедуре, см. ниже).

Должна рассматриваться только часть кроны, находящаяся на свету, а не в тени соседних деревьев. То есть для свободно стоящих деревьев это вся крона, а для деревьев древостоя, как правило, только верхняя часть. Побеги развивающиеся из почек возобновления на стволе под кроной исключаются из оценки.

Не должны рассматриваться как дефолиация повреждения тех частей кроны, которые связаны с взаимодействиями с соседними деревьями, например, захлестывание, а также старые, мертвые ветви в нижней части кроны.

Ежегодная процедура инвентаризации деревьев включает следующие действия:

1) Определите социальный класс (положения в высотной ярусности леса, *прим. пер.*) дерева, чтобы удостовериться, что оно входит в преобладающий, доминирующий или содоминантное.

Преобладающий (включая свободностоящие) = деревья с «верхней» короной, располагающейся выше общего уровня леса;

Доминирующий = деревья, кроны которых, формируют общий уровень первого яруса;

Содоминантный = деревья, тянущиеся к общему покрову и получающие некоторый свет сверху, но являющиеся более короткими, нежели первые два.

2) Определите, какая часть кроны будет включаться в оценку.

3) Определите, какая часть должна быть исключена, как листопад.

4) Выберите и опишите класс видимости кроны по схеме:

1 = видна вся крона;

2 = крона видна частично (ясно видимые части);

3 = крона видна плохо (нет ясно видимых частей);

4 = крона затенена кронами других деревьев.

5) Оцените и запишите дефолиацию с шагом 5% (определение: потеря игл/листьев в подлежащей обложению кроне по сравнению с мнимой кроной, полностью сохранившей иглы/листья того же самого типа, независимо от причин потери).

6) Оцените и запишите депигментацию (определение: отклонение от обычного цвета живой листвы для этой разновидности; мертвые иглы/листья исключаются) как пропорцию игл/листьев, на которых произведено воздействие, используйте 5%-ых классы.

7) Запишите любую причину повреждения, которая, возможно, значительно повлияла на дефолиацию дерева, например: насекомые, стеблевая гниль, олень, ветер, мороз, засуха, огонь, снег, соседство с ветровалом.

Наблюдения должны осуществляться двумя обученными наблюдателями, при помощи бинокля при полном дневном освещении и сменяя позиции наблюдения. Оба наблюдателя должны достигнуть общего счета. Подходящие временные периоды - июль-август для широколиственных и июль-сентябрь для хвойных деревьев, в зависимости от широты и высоты местоположения точки.

Фотогид поможет поддерживать стандарты оценки в течение времени. Использование фотогида подразумевает, что используются абсолютные справочные деревья. Они - самый подходящий стандарт для долгосрочных оценок состояния дерева. Абсолютные справочные деревья - самые лучшие деревья генотипа или разновидностей, независимо от условий площадки или возраста дерева.

### Другие оценки

Рекордный диаметр ствола на высоте груди, высота дерева, длина кроны и ширина кроны каждого дерева. Эти измерения должны повторяться, по крайней мере, каждые 5 лет. Детали техники оценки представлены в руководстве ICP Forests.

### 7.16.3 Обеспечение качества / Контроль качества

Как принято в национальных лесных инвентаризациях, пропорции (например, 5-10%) пробных площадок измеряющиеся каждой полевой группой наблюдателей, должны быть повторно измерены проверяющей независимой группой экспертов. Этот инвентаризационный контроль покрывает все измерения и оценки, сделанные полевыми группами наблюдателей. В случае существенных несоответствий производится корректировка инструментов, разъяснений и инструкций, а их применение, с добавленной коррекцией, необходимо производить немедленно, во избежание серьезных систематических ошибок. См. также краткий обзор управления качеством данных в Главе 8.

### 7.16.3 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".	

Остальные параметры:

Parameters	list		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 деревом (номер 1, 2, 3,).

Примеры файлов

[FD.XLS](http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22268&lan=en) (Excel file) <http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22268&lan=en>

[FD.txt](http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22232&lan=en) (ascii file) <http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22232&lan=en>

Forest damage FD: reporting format B1 used															
SUBPROG	AR EA	IN ST	SCOD E	MEDI UM	LISTM ED	TREE	YYYY MM	SPOO L	CLASS	PARA M	PARL IST	VAL UE	UN IT	FLAG STA	DAMAGE
code	name	code	station code	code	listcode	no of tree	year+m onth	spatial pool	only VG trees	parameter	param. list			status f.	cause
1-2	3-6	7-8	9-12	13-20	21-22	23-26	27-32	33-35	36-37	38-45	46-47	48- 54	55- 62	63-64	65-100
FD	HU 01	H W	0002	PICE ABI	B4	1	199708	1		VISIB	IM	1	cod e		
FD	HU 01	H W	0002	PICE ABI	B4	1	199708	1		DEFO	IM	10	%		
FD	HU 01	H W	0002	PICE ABI	B4	1	199708	1		DISC	IM	20	%		
FD	HU 01	H W	0002	PICE ABI	B4	1	199708	1		DBH	IM	30	cm		
FD	HU 01	H W	0002	PICE ABI	B4	1	199708	1		HEIG	IM	10,2	m		
FD	HU 01	H W	0002	PICE ABI	B4	1	199708	1		HCRO W	IM	5,2	m		
FD	HU 01	H W	0002	PICE ABI	B4	1	199708	1		WCR OW	IM	1,1	m		
FD	HU 01	H W	0002	PICE ABI	B4	1	199708	1		DAM AGE	IM				Elabotium abietum
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Идентификатор файла имеет аббревиатуру подпрограммы (графа SUBPROG). В графе «среда»(MEDIUM) указываются коды видовых названий древесных пород (NCC)(смотри приложение 6 и подпрограмму подкрановый сток список общих разновидностей). Количество деревьев приводится в графе TREE: Объем пространственной выборки (SPOOL) здесь всегда 1. Общие значения для параметров состояния приводится в главе 4. Год и месяц проведения выборки указывается как YYYYMM, графу день оставляют незаполненной



## 7.16.5 Ссылки

ICP Forests Manual <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.

Фотогид для 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 (интенсивный участок)**

### 7.17.1 Введение

Основной целью подпрограммы Растительность (VG) является регистрация отклика растительного сообщества или отдельных видов растений (биоиндикаторов) на изменения в потоках загрязняющих веществ или других факторов, например потепление 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 проводится и другие подпрограммы. Эта подпрограмма особенно важна для станций, где не выполняются подпрограммы: Древесные биоэлементы и древесная индикация (BI). Данные о погибших деревьях, о бревнах и пнях полезны для изучения последующего процесса распада и изучения мертвой древесины в качестве среды обитания для грибов, мхов и насекомых. Кроме того, достигается детальный мониторинг почвенных растений, как части биологического разнообразия места.

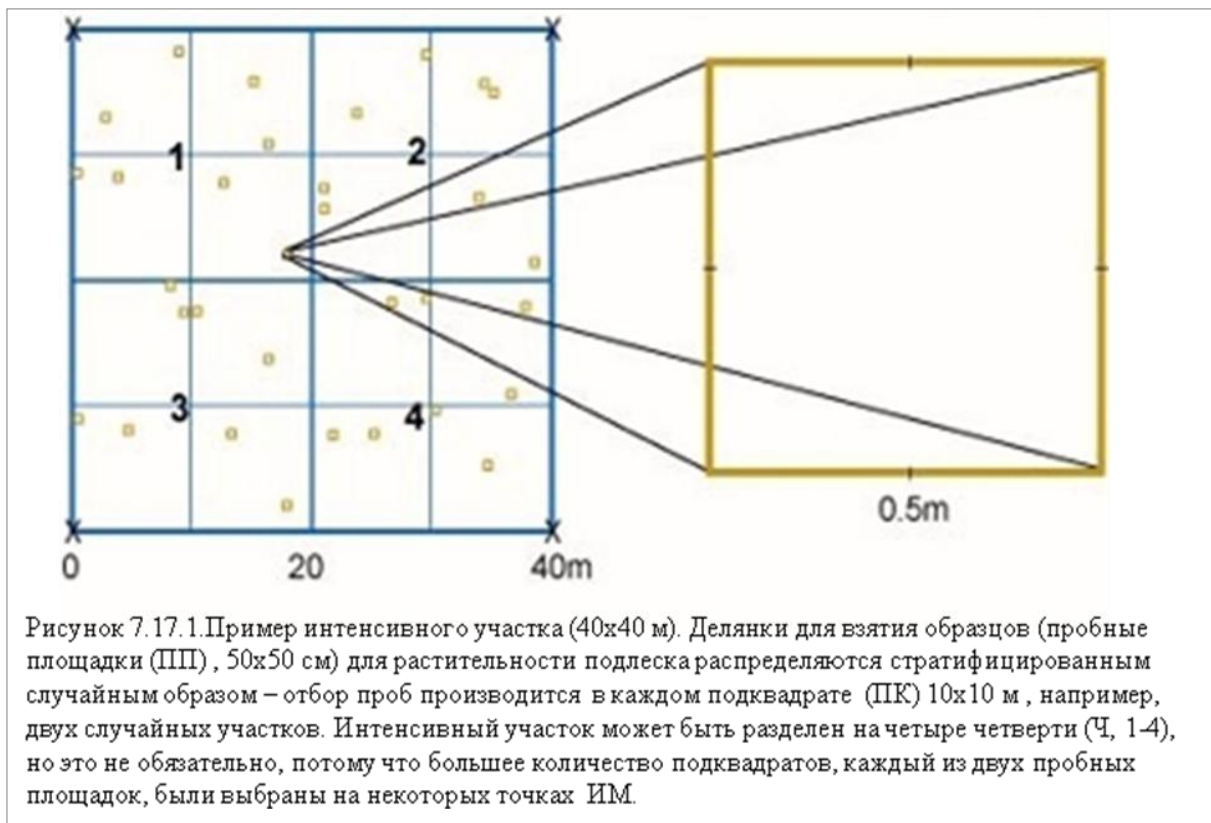
Растительность подлеска включает растущие на почве сосудистые растения, мхи и лишайники. Грибы и водоросли не рассматриваются. Для интерпретации данных, особенно важно иметь доступ к данным из подпрограмм Химия осадков (PC), Подкроновый сток (TF) и Химия почв (SC).

### 7.17.2 Методы

#### 7.17.2.1 Выбор и создание участка

Установите один или два постоянных участка интенсивных наблюдений размером приблизительно 40x40 м (предпочтительно 20x20 и 50x50 м) (рис. 7.17.1) в однородной части одного или двух растительных сообществ репрезентативных для места мониторинга и, желательно, также широко распространенных в регионе. Создание участка,

производится в то время, когда большинство видов растений достигает полного развития в отношении вегетативных и репродуктивных органов. Целесообразно ориентировать участки в северо-южном/западно-восточном направлениях. Отмечая углы участка на постоянной основе (например, при помощи столбиков или других подходящих средств).



Распределите случайно или путём стратифицированной случайной выборки достаточное количество пробных площадок, например 50x50 см, на участке интенсивного наблюдения и отметьте их на местности (рис. 7.17.1). В целях противодействия нежелательной активности животных на пробной площадке маркировка должна быть неброской. В зависимости от изменчивости растительности подлеска и размера выбранных пробных площадок, достаточно 20-40 площадок. Исключаются участки, с нежелательными включениями, например, в которых камень или бревно занимают значительную площадь. Убедитесь, что исключены внешние воздействия, например, вытаптывание, особенно на небольших площадках, где проводится мониторинг.

### 7.17.2.2 Наблюдения

Согласно стратификации и функциональным группам растительность интенсивного участка должна быть разделена на ярусы. Невозможно дать единых ограничений высоты деревьев и кустарников, но приведём примерное разграничение:

**древесный ярус:** деревья > 5 м;

**кустарниковый ярус:** деревья 1-5 м, морфологические 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, кустарников так и в травянистом ярусе. По желанию древесный ярус может быть разделен на верхний и нижний слой.

Древесный ярус и мертвая древесина

Заметим что живые и мертвые деревья, принадлежат к древесному ярусу по определению, даже если присутствуют в виде бревна и пня на интенсивном участке! Заметьте все виды деревьев и другие объекты отображаются и измеряются!

Отображение на карте базисов стволов живых и мертвых деревьев, предпочтительно в координатах с помощью GPS, например юго-западный угол участка интенсивного наблюдения.

Записывается ДВГ (= диаметр на высоте груди, то есть 1,3 м над землей) (см) всех деревьев нанесённых на карту, а диаметр кроны (м) и предел кроны (м) только для живых деревьев. Там, где кроны деревьев отличаются очень эксцентричным диаметром (сильно отличающимся от круга) оценивается значение, которое предоставляется аппроксимацией реального покрова.

Измеряется **высота** (м) деревьев. Там, где деревьев много, и верхушки трудно увидеть, высота может быть измерена только у отобранных репрезентативных индивидуумов различных двг-классов. Тогда высота остальных оценивается при помощи регрессии между ДВГ и **высотой**.

Брёвна и пни (несомненно, не связанные с брёвнами) выше минимального размера, например, 5 или 10 см в диаметре, также должны быть отображены и измерены. Положение и длина бревна может быть выведена из координат для верхнего и нижнего концов. ДВГ должен измеряться на высоте 1,3 м от основания, чтобы сравниваться со сухостоем. На высоких пнях измеряется ДВГ (1,3 м), а на низких диаметр верхней поверхности.

Будьте осторожны, избегайте вытаптывания на небольших пробных площадках при картировании и измерении деревьев и кустарников!

### **Кустарниковый ярус**

Картирование живых и мёртвых деревьев, а также кустарников в кустарниковом ярусе производится так же, как картирование деревьев в древесном ярусе. Там где куст имеет несколько стволов, наиболее мощный выбирается как местоположение и для ДВГ измерения. Заросли кустарников могут быть отображены непосредственно прорисованным контуром на карте участка интенсивного мониторинга.

### **Травянистый и напочвенный ярусы**

Основной параметр наблюдения это величина, выраженная как проективное покрытие для каждого отдельного вида. Для того чтобы сохранить насколько это возможно единые внешние условия, в измерения включаются только те растения, которые живут на относительно однородной почве. Это исключает растения, произрастающие на других поверхностях, например, на камнях и бревнах.

Оцените покров травянистого и напочвенного ярусов и их виды. Проективное покрытие (%) пробной площадки, это область, занимаемая наземной живой частью растений при проецировании вертикально на землю (тень, когда солнце в зените) (рис. 7.17.2). Чтобы помочь оценить покров на пробных площадках можно поставить сетку, изготовленную из рамы и верёвок, с размером ячейки 10х10см. Не удаляйте экземпляры с пробных площадей. Если требуется идентификация образцов для их определения необходимо использовать те же растения, обнаруженные за пределами участков.

### **Дополнительно: Фертильность (плодородие)**

Для оценки наличия цветковых органов (почек, цветов, фруктов, фруктовых остатков текущего года) у видов яруса, использует коды фертильности:

0 = растения стерильны;

1 = <10% всех побегов /представителей с органами полового размножения;

2 => 10% всех побегов / представителей с органами полового.

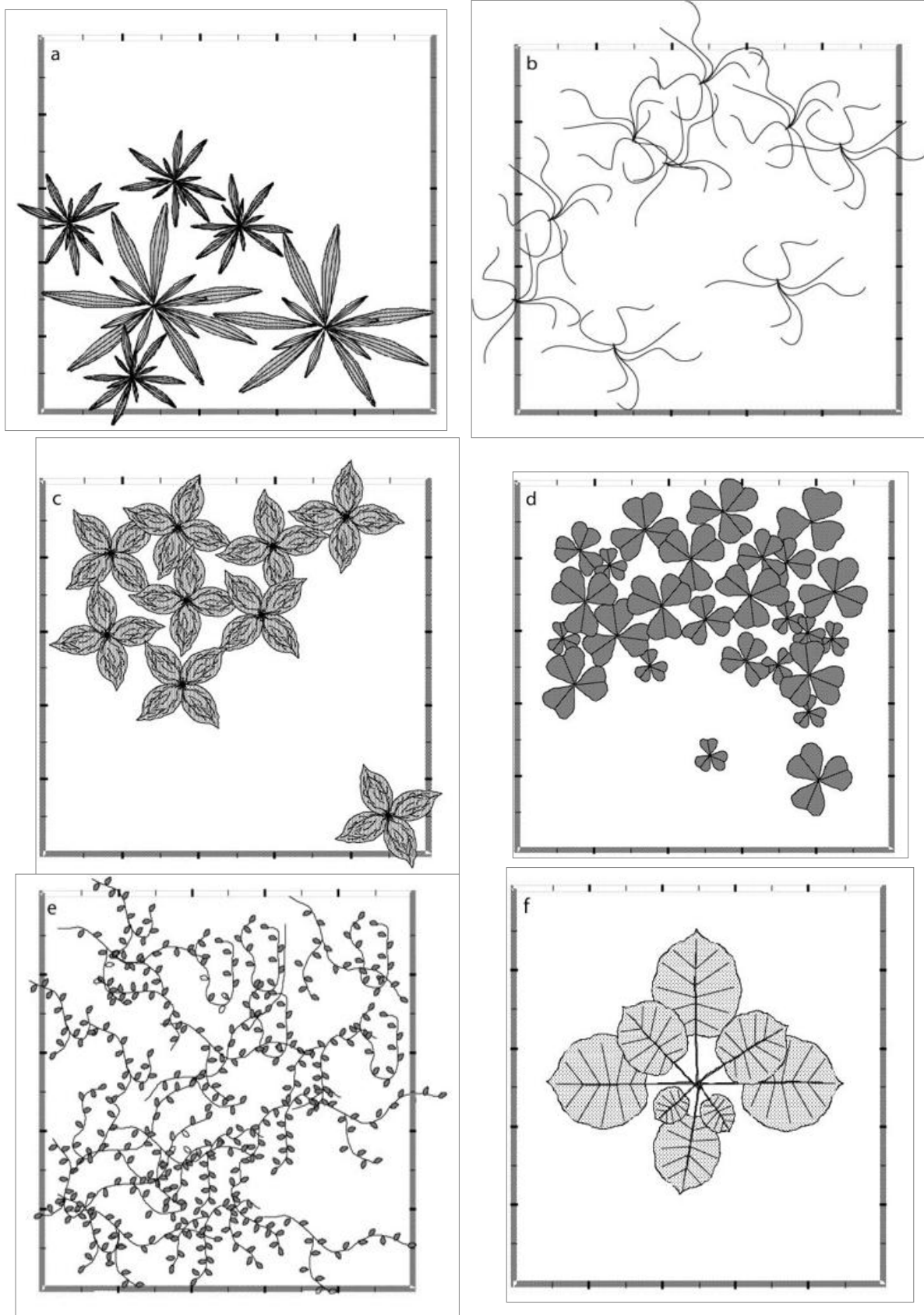


Рисунок 7.17.2. Шесть случаев растительного покрова. Проверьте правильность оценки покрова! (Правильные значения в % после параграфа 7.17.4).

### 7.17.2.3 Частота наблюдений

Обследование в древесном и кустарниковом ярусах проводится через каждые 5 лет. В зависимости от стабильности и уязвимости растительности, интервалы между наблюдениями травянистого и напочвенного ярусов может составлять 1 - 5 лет. Для наиболее быстрого создания временного ряда, рекомендуются ежегодные наблюдения. Наблюдения проводятся в то время, когда большинство видов полностью развиты. В лиственных лесах может быть выделено две фазы развития, один до распускания листьев и один позже.

### 7.17.3 Обеспечение качества / контроль качества

Насколько это возможно делать все оценки должен один и тот же человек - отдельно от измерений - в одном месте. Новый наблюдатель должен сравнить свои оценки с оценками предыдущего. Для того чтобы получить оценку ошибки наблюдателей рекомендуется повторить оценку не менее чем на 10 пробных площадях и сообщить о разбросе. Точность оценки относительно истинных покровов может быть повышена за счет обучения по компьютерным снимкам с точно известными покровами (пример приведен на рис 7.17.2) и / или измерения покрова, по крайней мере, доминирующих видов на фотографиях выбранных пробных площадок с рамкой видно на фото.

Статистический анализ является полезным инструментом для расчета количества участков, необходимых для обнаружения определенных изменений в переменной и, наоборот, для расчета какие изменения могут быть обнаружены с заданным числом участков. В обоих случаях анализ должен быть основан на известном изменении растительности на участках.

### 7.17.4 Данные предварительной обработки

#### Деревья

Оцените высоту тех деревьев, высоты которых не были измерены в области с помощью регрессии между ДВГ и высоту тех деревьев, которые были измерены.

На объектах, где подпрограмма Древесные биоэлементы и древесная индикация (ВІ) не выполняется, рекомендуется для оценки биомассы древостоя интенсивной области использовать данные с участка интенсивного наблюдения. Тем самым должны применяться процедуры и формат отчетности подпрограммы ВІ.

#### Покров (COVE)

Чистый охват (за исключением дублирования между индивидуумами) древесного и кустарникового ярусов, так же их виды задаются в процентах (%) для всей интенсивной площадки. Покров зарослей кустарников, отображается прямо в поле, может быть измерен на карте. Покров травянистого и нижнего напочвенного ярусов и их виды, сообщаются для каждой пробной площадки (Fig.7.17.1). Пробные площадки являются базовыми единицами наблюдения, и каждая должна быть обозначена в области ЧЕТВЕРТИ! Каждая пробная площадка на территории участка интенсивного наблюдения должна иметь уникальную метку. Формат маркировки описывает план интенсивного участка.

В новой системе кодировки 2010 г ЧЕТВЕРТЬ описывает конструкцию участка интенсивного наблюдения. Если описанная конструкция с четвертями используется, то, например, пробная площадка 2 в подквадрате 3 в первой четверти кодируется как 132 (Ч, ПК, ПП) в ЧЕТВЕРТИ. Если используются другие конструкции, то отчетности производится для каждой пробной площадки, исключая информацию о внутренней конструкции интенсивного участка. В таких случаях ЧЕТВЕРТЬ используется для всех количеств каждой пробной площадки участка интенсивного наблюдения.

#### 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 появлением видов;

Пример: вид находится на 8 пробных площадках. На 2 площадках вид стерилен, на 3-х участках имеет фертильность 1 и 3 участках фертильность 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) на весь травянистый ярус всех пробных площадок, рассчитывается как среднее значение фертильности всех видов.

#### **Частота встречаемости (FREQ)**

Рассчитывается процент (%) частоты встречаемости каждого вида в травянистом и напочвенном ярусах для всего участка интенсивного наблюдения путем деления количества пробных площадей, где вид присутствует на общее количество площадей и умножения на 100. Когда отчетность осуществляется в соответствии с новым форматом (метод пробной площадки), тогда не нужно рассчитывать и указывать частоту.

В версии руководства 1998г. сообщались так называемые "индексы чувствительности". Мы переименовали эти показатели как "индексы Элленберга", для лучшего отображения их сути. Эти параметры не являются обязательными и применимы, только если используется предлагаемая конструкция, показанная на рис. 7.17.1. В целом, показатель анализа с использованием индексов Элленберга в основном будет делаться централизованно при помощи данных пробной площадки и согласованием значений Элленберга.

#### **Дополнительно: Индексы Элленберга (R и N)**

Оригинальные значения индикатора видов (в порядковой шкале 1-9) (Элленберга 1991) или регионально модифицированные для pH почвы (R) и питательных веществ (N) предпочтительно использовать в качестве основы для расчета экологического состояния участка. Если это возможно, значений индикатора должны быть изменены, в соответствии с регионом проведения исследований, если используются территории вне Центральной Европы, где значения Элленберга были установлены.

Показатели Элленберга должны быть рассчитаны для каждой четверти участка интенсивного наблюдения 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  $N_i$  = значение индикатора R или N  $i$ -го вида

Выполнение таким образом:

Рассчитайте относительное проективное покрытие для всех видов травянистого и напочвенного ярусов, например, проективное покрытие каждого вида разделить на сумму покровов всех видов, которые имеют значение индикатора; сумма всех значений относительных проективных покрытий будет равен 1.

Умножьте значение относительного проективного покрытия для каждого вида на его R или N значения индикатора.

Сумма продуктов. Сумма дает индекс Элленберга.

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

a: Scor hum 20

d: Oxal ace 32

b: Desc fle 1.3

e: Vacc oxy 19

c: Paris qua 27

f: Alnu inc 22

### 7.17.5 Сообщение данных

#### Обязательные параметры

Параметр	Список	
COVE_T	IM	проективное покрытие яруса / видов (%) в древесном ярусе для всего интенсивного участка. Если древесный ярус состоит из двух слоев, то 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 двг классом 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 всего интенсивного участка
NUM_DD	IM	Количество мёртвых деревьев с двг классом 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 двг классом от 5 или 10 см по видам и общий; (классы как в NUM_LD), для всего интенсивного участка
NUM_LH	IM	Количество живых деревьев классом от 1 или 5м в высоту по видам и общий (КЛАСС: 1=1.3-4м, 5=5-9 м, 10=10-14 м, 15=15-19 м и т.д.), для всего интенсивного участка
NUM_LCL	IM	Количество живых деревьев классом с пределом кроны от 1м по видам и общий (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 всего интенсивного участка
NUM_LCW	IM	Количество живых деревьев классом с диаметром кроны от 1м по видам и общий (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 всего интенсивного участка

#### Дополнительные параметры

Параметр	список	
FERT	IM	значение цветения для видов травянистого яруса (%) для всего интенсивного участка
FERT_I	IM	Индекс цветения всех видов травянистого яруса (%) вместе
FREQ	IM	Частота встречаемости соответственно для видов травянистого и напочвенного ярусов для всего интенсивного участка
SENS_R	IM	Индекс кислотности почв Элленберга(R) среды обитания, например всех видов травянистого и напочвенного ярусов из расчёта на четверть (1-4) (2 десятичных знака), сообщается ЧЕТВЕРТЬ!
SENS_N	IM	Индекс питательных веществ Элленберга(N) среды обитания, например всех видов травянистого и напочвенного ярусов из расчёта на четверть (1-4) (2 десятичных знака), сообщается ЧЕТВЕРТЬ!

### 7.17.6 Ссылки

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.

Образцы файлов

[VG.XLS](http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22319&lan=en) (Excel file) <http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22319&lan=en>

[VG.txt](http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22244&lan=en) (ascii file) <http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22244&lan=en>

Vegetation (intensive plot) VG: reporting format B1 used, changes in reporting 2010 onwards														
SUBPROG	AREA	INST	SCODE	MEDIUM	LISTMED	QUARTER	YYYYMM	SPOOL	CLASS	PARAM	PARLIST	VALUE	UNIT	FLAGSTA
code	name	code	station code	code	listcode	either number of quarter, subsquare, sample plot or number of sample plot	year+month	spatial pool	only trees VG	parameter	param. list			status f.
1-2	3-6	7-8	9-12	13-20	21-22	23-26	27-32	33-35	36-37	38-45	46-47	48-54	55-62	63-64
mandatory														
VG	SE04	SN	0028				199707	1		COVE_T1	IM	35	%	X
VG	SE04	SN	0028				199707	1		COVE_T2	IM	5	%	X
VG	SE04	SN	0028				199707	1		COVE_S	IM	7	%	X
VG	SE04	SN	0028	PICEABI	B4		199707	1		COVE_T1	IM	35	%	X
VG	SE04	SN	0028	PICEABI	B4		199707	1		COVE_T2	IM	5	%	X
VG	SE04	SN	0028	PICEABI	B4		199707	1		COVE_S	IM	7	%	X
VG	SE04	SN	0028	PICEABI	B4		199707	1	5	NUM_LD	IM	23	trees	S
VG	SE04	SN	0028	PICEABI	B4		199707	1	10	NUM_LD	IM	25	trees	S
VG	SE04	SN	0028	PICEABI	B4		199707	1	5	NUM_DD	IM	21	trees	S



Идентификатор файла имеет аббревиатуру подпрограммы (графа **SUBPROG**).

Виды сообщаются в графе «СРЕДА» (**MEDIUM**) с использованием кодов Северного Кодового (Code - American Standard Code for Information Interchange - Американский стандартный код для обмена информацией) Центра (см. Приложение 6). Единичные виды не встречающиеся в перечнях кодов сообщаются с использованием предварительных кодов (см. Приложение 6), полное научное название (в том числе автор таксона) с предварительным кодом должно даваться отдельно.

**ЧЕТВЕРТЬ(QUARTER)** используется для точного определения каждой пробной площадки или путём присвоения порядкового номера, или путем предоставления четверти (1-4), подквадрата (1-4) и пробной площадки (1, 2, ..., n), как 3х (или 4х)- значное число. Для непостоянных отчётов для всего участка интенсивного наблюдения, **ЧЕТВЕРТЬ** остается пустой. (В старом формате отчетности 1998г и в случае необходимости, четверти участка интенсивного наблюдения указываются в отдельной колонке, например, **ЧЕТВЕРТЬ** = 4 означает, четверть номер 4 и, как сообщается со значением покрытия и индексами Элленберга для травянистого и нижнего ярусов).

Год и месяц проведения выборки указывается как YYYYMM.

Объёмом пространственной выборки (**SPOOL**) является количество пробных площадок или деревьев / кустарников, где были получены средние значения.

Сообщение классов двг(dbh), высоты и предела кроны производится в графе **CLASS**.

Сообщается, какие экологические оптимальные значения, применяются, независимо от того являются ли они оригинальными значениями Элленберга или нет!

Сообщается определение ярусов, в частности, наблюдаемый минимальный размер деревьев и кустарников!

Данные древесного и кустарникового ярусов извлекаются из всего участка интенсивного наблюдения без разбиения на более мелкие части.

Кодам ярусов T, S, F, B, соответственно придают значения параметров для древесного, кустарникового, травянистого и напочвенного ярусов!

Если сообщается информация с подразделением на 2 древесных яруса, то необходимо использовать коды T1 и T2!

Значения, представленные как среднее или сумма, являются параметрами состояния X и S соответственно. Общая информация о параметрах приведена в главе 4.

## **7.18 Дополнительная подпрограмма VI: Древесные биоэлементы и древесная индикация**

Основной целью подпрограммы VI является оценка состояния и количества химических элементов, которые содержатся в древесной биомассе, включая те, которые содержатся в корнях и в мертвой древесине в пределах водосбора. В лесных экосистемах эта совокупность элементов является одной из самых важных, иногда более важной, чем почвенная.

Другие цели подпрограммы:

- ведение учета деревьев, в виде их влияния на осаждение (подпрограмма TF), общего транспорта веществ и их внутренней циркуляции (подпрограммы FC и LF), а также ионного баланса элементов на водосборе;
- мониторинг древесной растительности в качестве биологических индикаторов загрязнения и других атмосферных изменений.

Данная подпрограмма дополняется мониторингом структуры растительности в ходе подпрограммы VS.

Подпрограмма VI не может обоснованно применяться, там, где лесные насаждения отсутствуют или не вносят значительный вклад в биомассу площадки мониторинга. Полное применение подпрограммы невозможно, если отсутствуют функции для расчета биомассы и значения концентраций элементов. Тем не менее, в таких случаях приемлемо использование более простых функций или функций, установленных для других регионов, если они не слишком отличаются от фактических.

Оценку древесной биомассы необходимо дополнить оценкой биомассы травянистого и напочвенного ярусов, после разработки подходящих методов.

### **Ссылки**

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.

VI Annex

[Procedure for calculating biomass and bioelements](#)

## **7.19 Дополнительная подпрограмма VS: Структура растительности и видовой покров**

Основной целью подпрограммы VS является исследование каких-либо серьезных изменений в структуре и в общем видовом составе растительных сообществ в ходе мониторинга площадки исследования. Эти данные также обеспечивают информацию о разнообразии видового состава древесного, кустарникового, травянистого и напочвенного ярусов всей территории водосбора.

Методы оценки биомассы и входящих в нее химических элементов растительности подлеска должны быть разработаны в дополнение к оценке элементов древостоев (подпрограмма VI).

### **Ссылки**

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 ЕР: Стволовые эпифиты**

Загрязнение атмосферы оказывает на растительность прямое или косвенное воздействие. В связи с тем, что большинство видов растений многолетние и произрастают в относительно стабильных почвенных условиях, трудно ожидать, что эффекты загрязнения проявятся достаточно быстро. В ответ на загрязнение наиболее быстро реагируют обитающие в кронах, на стволах деревьев и кустарников эпифитные организмы такие, как мхи, лишайники и водоросли.

Покрытие эпифитами стволов деревьев служит биоиндикатором содержания в атмосфере токсичных газов, химии осадков, подкоронового, корового и стволового стока. В ответ на атмосферные загрязнения стволовые эпифиты могут сохраняться или исчезать. Отдельные виды могут получить преимущества в своем развитии. Слаборазвитые, обесцвеченные, мелкие лишайники и мхи могут служить индикаторами загрязнения их естественных местообитаний.

### **Рекомендуемые методы**

Для отбора образцов стволовых эпифитов выберите группу деревьев одного вида, расположенных близко друг к другу. В каждом основном типе леса выберите, как минимум, по одной площадке. Если площадь выбранного типа леса велика, число площадок должно быть больше. Расстояние между площадками должно превышать среднее расстояние между пробными деревьями на площадке. Если несколько площадок закладывается в одном типе леса, то их, по возможности, следует распределять равномерно. Избегайте экстремальных типов местообитаний, например прикрытых низин или подветренных высот.

В качестве пробных видов деревьев могут быть использованы любые виды, которые широко распространены на обследуемой территории и на стволах которых созданы подходящие условия для развития лишайников. Для сравнимости результатов, по крайней мере, один из широко-распространенных видов деревьев должен быть обследован по всей стране или региону. Такими видами могут быть *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, *Quercus robur*. Пространственно-временные сравнения могут проводиться только в пределах одних и тех же видов.

Минимальное число пробных деревьев на площадке должно равняться семи. Число пробных деревьев зависит от используемого метода и однородности площадки. Деревья выбираются случайным образом, т.е. не обращая внимание на обилие эпифитов и встречаемость отдельных видов.

Площадка должна быть по возможности горизонтальной и ровной. Полог леса и соседние деревья и кустарники не должны в такой степени влиять на условия освещенности лишайников, чтобы тормозить их рост. Пробные деревья не должны

подвергаться влиянию сильного ветра, осадков и солнечного света. Пробные деревья должны быть приблизительно одинаковыми по высоте и диаметру ствола и не иметь заметных повреждений кроны и коры. Ствол должен быть вертикальным. Выбирают деревья, предпочтительно, со стабильной корой. Так, например, из-за шелушения коры не следует проводить наблюдения на быстрорастущих соснах.

Выбранное дерево может быть либо постоянным, либо временным. Постоянные деревья в случае, если они подверглись сильным изменениям, например, выросли слишком толстыми, получили повреждения или погибли, должны быть заменены. Должные шаги должны быть предприняты для их легкой замены. Временные деревья каждый раз отбираются случайным образом из числа тех, на которых ранее не производился отбор проб лишайников. Обследование проводят раз в 1-5 лет. Обследуют либо все эпифитные виды (лишайники, мхи, зеленые водоросли), либо, если это невозможно, хотя бы все бородачатые, кустистые и листоватые виды плюс некоторые виды накипных, имеющих индикаторное значение (например, *Nurosoenomusce scalaris*, *Lecanora conizaeoides*, устойчивые зеленые водоросли). Обследования проводят на стволах деревьев на высоте 50-200 см от уровня земли так, чтобы например, исключить нестандартные условия у основания ствола.

Покрытие каждого вида измеряется/вычисляется с помощью одного из следующих методов (А - С).

#### **Метод А: Линейный метод**

Если древостой и условия для развития лишайников на площадке однородные, достаточно обследовать минимальное число деревьев (7) на четырех высотах (например, на высоте 60,90,120 и 150 см, Brakenhielm, 1990). Число пробных деревьев и трансект зависит от однородности древостоя и эпифитных сообществ.

Гибкую, но не эластичную измерительную ленту прикладывают началом к северной точке и обкручивают вокруг ствола по часовой стрелке.

Отмечают места пересечения каждого таллома с верхним краем ленты. Измерения проводят с точностью до мм.

Покрытие каждого вида вычисляется относительно длины окружности ствола на выбранной высоте. Представляемые в отчете значения покрытий являются средними таких значений.

#### **Метод Б: Точечный метод**

При точечном методе встречаемость каждого вида определяется на 100 регулярно расположенных точках. Для этого используется прозрачная пластиковая рамка (например, 30x40 см<sup>2</sup>). Рамку накладывают на ствол дерева в определенное постоянное отмеченное место (рекомендуется между 120-160 см) на двух (как минимум) противоположных сторонах ствола. Покрытие каждого вида приводится, как процент точек, занятых каждым видом. Приставляемое в отчете значение покрытия является средним таких значений.

#### **Метод В: Визуальная оценка**

Покрытие каждого вида на стволе дерева может быть так же представлено в качестве визуальной оценки. Это можно сделать с помощью небольших пробных площадок, расположенных на стволе дерева на определенной высоте.

При использовании любого из методов (А - В) дополнительно проводится определение тех видов, которые встретились между 50 и 200 см, но не были обнаружены, например, при пересечении с лентой или в точках. Для этих видов

значение покрытия не приводится. В этом случае составляется список видов для пробных деревьев.

Для оценки состояния индикаторных талломных видов (например, *Нурогупния physodes* для Северных стран) используется шкала витальности. Для каждого пробного дерева определяется класс витальности индикаторного вида. В отчет представляют модельное значение витальности.

Классы витальности эпифитных лишайников.

1. нормальные
2. слегка поврежденные
3. средне поврежденные
- 4.. сильно поврежденные
5. мертвые.

Для **кустистых лишайников** определяют максимальную длину, измеряя самый длинный экземпляр на каждом дереве. В отчет представляют длину **как среднее таких значений**.

#### **Переменные.**

Для **ниже приведенных** переменных, виды лишайников указываются в графе “среда”(!):

параметр	список	
COVE_	IM	покрытие эпифитов (% от длины окружности или % от точек, два знака после занятой)
LENG_	IM	максимальная длина бородачатых лишайников (см; один знак после запятой)
VITA_	IM	класс витальности (код)

Для нижеприведенных переменные виды деревьев указываются в графе “среда”(!):

DBN_	IM	диаметр ствола (на уровне груди) дерева-хозяина (см, один знак после запятой)
------	----	---

#### **Представление данных**

Идентификатором файла служит аббревиатура подпрограммы. В графе “среда” указываются виды эпифитов или виды деревьев-хозяев (смотри выше). Коды большинства наиболее распространенных видов деревьев приведены в главе 7.3, а видов эпифитов (список кодов L2) в Приложении 1. В графе “дата” указывается месяц обследования. Объем пространственной выборки представлен общим числом деревьев, на которых проводилось обследование. В графе “значение” приводятся средние по площадке, кроме тех случаев, когда приводятся коды. Для витальности указывается модальное значение по всей площадке, код способа оценки - M.

#### **7.21 Дополнительная подпрограмма AL: Наземные зелёные водоросли**

Обилие и распространенность наземных водорослей (главным образом *Pleurococcus vulgaris*=*Protocoocus viridis*), растущих на еловой хвое, служат показателем содержания в атмосфере азотных соединений. Чем выше выпадение азота, тем толще слой водорослей и выше скорость их распространения.

#### **Рекомендуемые методы**

Выберите 15-20 небольших елей (4-6 м высотой) в изреженном хвойном древостое, где широколиственные деревья встречаются редко или отсутствуют. Если в

одном месте такого количества еловых деревьев обнаружить не удастся, выберите несколько участков с меньшим числом елей. Ели по возможности должны стоять более или менее свободно так, чтобы их кроны не перекрывались. Они не должны стоять под листопадными деревьями. Желательно, чтобы они росли на хорошо дренированной почве, обладали густой хвоей и не были чахлыми или чрезмерно вытянутыми. На ветках, расположенных на уровне глаз наблюдателя, на старейших годичных побегах не должно оставаться иголок с тем, чтобы удобно было вести подсчет побегов с сохранившимися иголками. Наблюдения из года в год следует проводить на одних и тех же деревьях до тех пор, пока те не станут непригодными для изучения и не потребуют замены.

На главных осях трех противоположных ветвей, растущих на уровне глаз наблюдателя (160 см) проводят следующие наблюдения:

1) находят хвоинки, покрытые наиболее толстым слоем водорослей, и оценивают толщину покрытия в соответствии со шкалой:

1= локализованное или тонкое покрытие,

2= среднее покрытие,

3= толстое покрытие; .

2) находят самый молодой побег, покрытый водорослями, отмечают его возраст;

3) определяют максимальный возраст побегов, на которых сохранилось более 50% хвои;

4) определяют максимальный возраст побегов, на которых сохранилось более 5% хвои.

Интервал наблюдений 1-5 лет. Обследование водорослей проводят в июле-сентябре при хорошем освещении и сухой хвое.

### Переменные:

Для всех нижеприведенных переменных в графе "среда" указываются коды деревьев:

Параметр	список	
DBH_	IM	диаметр ствола (на высоте груди) дерева-хозяина (см; I знак после запятой)
COAT_	IM	наиболее толстое покрытие водорослей (балл)
YALG_	IM	возраст самого молодого побега, покрытого водорослями (год)
NMED_	IM	максимальный возраст побегов, сохранивших более 50% хвои;
NMAX_	IM	максимальный возраст побегов, сохранивших более 5% хвои

### Представление данных

Идентификатором файла служит аббревиатура подпрограммы. В графе "среда" указывается код вида дерева-хозяина. Коды наиболее распространенных видов деревьев приведены в главе 7,3. В графе "дата" приводится месяц наблюдения. В графе "объем пространственной выборки" приводится общее количество обследованных деревьев. В графе "значение" приводятся средние по всем измерениям кроме тех параметров, для которых указываются баллы. Для параметра COAT приводится модальное значение по всей площадке наблюдения, код способа оценки - M.

## **7.22 Дополнительная подпрограмма MB: Микробиологическое разложение**

### 7.22.1 Введение

Деятельность микроорганизмов определяет минерализацию питательных веществ в экосистеме. Следовательно, любое нарушение обычного характера их жизнедеятельности влечет за собой изменения в разложении и в потреблении питательных веществ. Причиной может служить накопление в почве загрязняющих веществ. Снижение интенсивности разложения обуславливает уменьшение потребления питательных веществ и накопление органического вещества. При стабилизации продукция органического вещества на новом более высоком уровне, поступление питательных веществ снова сравнивается с их оттоком через подстилку в почву.

Это новое стабильное состояние с большим количеством органического вещества может быть связано как с высоким, так и с низким разнообразием флоры и почвенной фауны. Прямые исследования микробиологической компоненты почвенного ценоза очень трудно, поэтому приходится применять индикаторы и косвенные биохимические измерения.

### 7.22.2 Методы

Полевая инкубация хорошо идентифицируемых частей органического вещества используется для мониторинга на точке ежегодного полевого разложения в связи с погодными условиями.

#### 7.22.2.1 а. Разложение стандартной подстилки

В молодом сосновом древостое каждый год в период пожелтения хвои, но, до её сбрасывания собирают пробы иголок. Взвешивают по 1г хвои и помещают в мешочки из инертного материала (терилена или нейлона) с размером ячеей 1мм, так называемые почвенные мешочки. В мешочки помещают этикетки с указанием точного веса (в мг) и года сбора. Мешочки закрывают или зашивают каким-либо инертным материалом. В сентябре-октябре на постоянной почвенной площадке в каждом 10x10м секторе (смотри Химию почв) размещают по 3 мешочка. Мешочки располагают на подстильно-моховом слое в тех 1x1 м<sup>2</sup> квадратах, где не производился отбор почвенных проб. Через 1, 2 и 3 года мешочки собирают. Их немедленно высушивают на воздухе для приостановки процесса разложения. В лабораторных условиях остатки хвойной подстилки просеивают и промывают, а затем высушивают и взвешивают. Вычисляют потери веса (%).

#### 7.22.2.1 б. Разложение целлюлозы.

Разложение можно изучать при помощи стандартных материалов, таких, как, отбеленные листы  $\alpha$ -целлюлозы (1 мм толщиной, 30 мм шириной, 50 мм длиной). Каждый лист высушивают при 105°C, остужают 2 часа при комнатной температуре и взвешивают. Четыре целлюлозных листа помещают один за другим в мешок из инертного материала (терилена или нейлона) с размером ячеей 1 мм.

Для исследования подстилки на каждой площадке 10x10м<sup>2</sup> располагаются 3 мешочка, они располагаются горизонтально на поверхности мха / подстилки и покрываются естественной подстилкой (см. SC подпрограммы, пример участка). Для изучения разложения целлюлозы в верхнем почвенном горизонте (0-5см) на каждой площадке 10x10м<sup>2</sup> размещают по три мешочка (см. подпрограмма Химия Почв, пример участка). Их вкапывают в почву под углом 15° с помощью мечевидного приспособления с зазубренным краем.

Мешочки размещают на постоянной почвенной площадке в сентябре-октябре в тех 1x1м<sup>2</sup> квадратах, откуда не производился отбор почвенных проб. Мешочки

собирают через 1, 2 и 3 года. Вросшие корни и мхи счищают, мешочки осторожно моют. Целлюлозные листы сушат при температуре 105°C, остужают 2 часа при комнатной температуре и взвешивают. Вычисляют потерю веса (%).

#### **7.22.2.2. Жизнедеятельность микроорганизмов**

Потенциальная микробиологическая активность определяется в стандартных лабораторных условиях (с соблюдением температуры и влажности) на образцах, берущихся из поверхностных горизонтов, с постоянного участка почвы раз в пять лет. Измеряется 20-36 пространственно независимых выборок. На этих же образцах определяются некоторые, связанные с загрязнением, параметры, например, такие как рН, C/N отношение, Cd, Hg, Pb. Оценка корреляции активности с этими параметрами важнее, чем сравнение средних годовых значений биологической активности.

##### **Дыхание почвы:**

Возьмите 20-36 образцов с участка почвы при помощи схемы решетки, желательно с >8 м размером автономного пространства. В верхней части органического горизонта (ферментации или F-слое) отбирается образец почвенным буром диаметром около 8 см. Глубина образца не должна превышать 5 см. Образцы необходимо принести в лабораторию как можно быстрее, при этом, исключая воздействия экстремальных температур. Просеять через сито с 4 мм ячейками. Отрегулировать влажности до 60% полной полевой влагоёмкости (WHC) при помощи дистиллированной воды. 20 г увлажненного органического вещества почвы с добавлением дистиллированной воды до первоначального веса помещают в небольшой пластиковый стаканчик, где оно постоит в течение 12 дней при температуре 20,0 °C.

Измерение производится путем инкубации пробы в её же чашке в однолитровом герметичном сосуде. В сосуд также помещают стакан с 5 мл раствора 0,2 М NaOH. Через, приблизительно, 18 часов (необходимо записывать точное время до минут) в стакан с раствором NaOH добавляется BaCl<sub>2</sub>. Превышение NaOH немедленно титруется 0,050М HCl по фенолфталеину. Образец почвы в этой чашке сушат и проветривают. Потери при прокаливании или содержание углерода позже определяют на том же образце.

Шесть заготовок без образцов почвы инкубируются с NaOH и титруются. Получение хорошего контрольного значения важно для расчетов.

Есть также несколько альтернатив, например, использование ИК-газоанализатора или газовой хроматографии. Величина дыхания также может быть проверена в автоматической машине дыхания с временным разрешением 30 минут, затем базовое дыхание можно наблюдать напрямую после короткого времени покоя (5 дней), а так же можно определить дополнительные параметры отклика дыхания на добавление глюкозы (субстрат индуцированного дыхания, отставание по времени). Последние параметры зачастую более чувствительны к загрязнению, в частности, тяжелыми металлами, чем базовое дыхание.

##### **Активности кислой фосфатазы:**

Используйте такие же пробы, как и для определения дыхания почвы. Просейте свежие пробы, желательно в течение первых нескольких дней после пробоотбора, через сито с размером ячеек 4 мм (2мм для минеральных почв). Поместите около 150 мл просеянной пробы в холодильник на два месяца для того, чтобы стабилизировать ферментативную активность. Поддерживайте пробы во влажном состоянии, но так, чтобы не создавалось анаэробных условий, например, в пластиковых сосудах с отверстиями в крышках.



Паранитрофенилфосват (PNP-P) используется в качестве субстрата для ферментативной реакции. Поместите 1,00 граммовые навески почвы в маленькие бутылки (30мл). Добавьте дистиллированной воды так, чтобы довести содержание воды в бутылке до 2 мл. Добавьте 8 мл ацетатного буфера с рН 5,00 и 2 мл 0,115 PNP-P. Поставьте бутылки на водяную баню с температурой 25°C. Инкубируйте ровно 2 часа. Затем добавьте 2 мл 0,5 М CaCl<sub>2</sub> и 8 мл 0,5 М NaOH, чтобы остановить процесс ферментации. Смешайте. Отфильтруйте. Разведите фильтрат в 50 раз 0,01 М NaOH. Через 1 час измерьте поглощение света при 400 нм и сравните со стандартными значениями PNP (в диапазоне 0-0,04 мМ, с CaCl<sub>2</sub> и NaOH, как в образцах).

Сделать второй основанный на слепом методе исследования набор инкубаций для каждой пробы грунта, чтобы учесть окраску гумуса. PNP-P не добавляется на эти инкубации до остановки процесса ферментации. Содержание влаги для оценки сухого веса измеряется на отдельных образцах почвы.

#### **Минерализация азота:**

Пробы почвы, просеянные и смоченные, для определения дыхания используются также и для определения минерализации азота.

Поместите четыре 10ти граммовых порций увлажнённого материала в сосуды подходящие для последующей экстракции. Одну порцию немедленно экстрагируйте, остальные храните 3,5 и 7 недель при 20°C с добавлением дистиллированной воды. Исходное содержание влаги и потери при прокаливании определяются на отдельных образцах.

При экстракции, 150 мл 0,1 М KCl добавляют к почвенной пробе и встряхивают в течение 1 часа. Экстракт фильтруют и разбавляют до 250 мл. Затем он может быть заморожен. В экстракте определяют NH<sub>4</sub>N, NO<sub>2</sub>N и NO<sub>3</sub>N. Убедитесь, что контрольная проба имеет низкое содержание измеряемых ионов.

### **7.22.3 Данные предварительной обработки**

#### **Разложение стандартной подстилки:**

$$L = ((f \times W_0 - W_n) / (f \times W_0)) \times 100$$

где L является потерей веса (%), f это отношение сухой части / к исходному материалу подстилки, W<sub>0</sub> является исходной массой влажной почвы (мг), W<sub>n</sub> (где n = 1,2 или 3) является окончательным сухим весом после 1, 2 или 3 лет.

#### **Частота дыхания:**

$$R = 1.1 \times D \times t^{-1} \times W^{-1}$$

где R является частотой дыхания (мг CO<sub>2</sub> / (г \*ч)), D разница в потреблении HCl по сравнению с контролем (мл), t это инкубационный период (в часах) и W-сухая масса или масса органического вещества (г).

#### **Активности кислой фосфатазы:**

Рассчитайте концентрации PNP в фильтрате по стандартной кривой и вычете окраску гумуса, полученные путём инкубации произведенной слепым методом исследования. Затем

$$P = 22 \times C \times d \times t^{-1} \times W^{-1}$$

где P- активность фосфатазы (мкмоль / (г \*ч)), C- концентрация PNP в фильтрате (мМ), d-коэффициент разбавления, t -инкубационный период (в часах) и W-сухая масса или масса органического вещества (г).

### Минерализация азота:

Неорганический N рассчитывается для каждого образца почвы путем суммирования  $\text{NH}_4\text{N}$ ,  $\text{NO}_2\text{N}$  и  $\text{NO}_3\text{N}$  (мкг N / г сухого веса или массу органического вещества). N-минерализации (мг N / г) и N - долю минерализации (мкг N / (г \* день)) находится как разница с неорганическим азотом содержащимся в нулевой момент времени.

#### 7.22.4 Сообщение данных

параметр	список		Единицы измерения
(L/S)DEC_1	IM	Потеря веса подстилочного мешочка/листа целлюлозы за счёт разложения в течение 1 года (один знак после запятой)	%
(L/S)DEC_2	IM	Потеря веса подстилочного мешочка/листа целлюлозы за счёт разложения в течение двух лет	%
(L/S)DEC_3	IM	Потеря веса подстилочного мешочка/листа целлюлозы за счёт разложения в течение трёх лет (%; один знак после запятой)	%
PNP	DB	Фосфатазная активность почвы (м моль/г х час);(один знак после запятой)	Мкмоль/г*ч
CO2R	IM	Дыхание почвы	мкгCO <sub>2</sub> /г*ч
N_MIN	IM	Минерализация азота	мкгN/г

Образцы файлов

[MB.XLS](http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22277&lan=en) (Excel file)

[MB.txt](http://www.environment.fi/download.asp?contentid=22263&lan=en) (ascii file)

Microbial decomposition MB:																		
SUBPROG	AREA	INST	SCODE	MEDIUM	LISTMED	LEVEL	YYY	DAY	SPOOL	SUBST	LIS	PRE	DET	VAL	UNIT	FLAG	FLAG	ADDIT
code	name	code	stat. code	code	listcode	measur. rem.	year+month		no of bags/	substance	subst. list	pretreatm.	determin.			quality f.	status f.	additional
1-2	3-6	7-8	9-12	13-20	21-22	23-26	27-32	33 34	35-37	38-45	46- 47	48-50	51- 53	54- 60	61-68	69-69	70-71	72-72
MB	FI01	ME	0028	FAGUSYL	B4		19970		20	LDEC_1	IM			12,9	%			
MB	FI01	ME	0028	FAGUSYL	B4		19970		20	LDEC_2	IM			28,7	%			
MB	FI01	ME	0028	FAGUSYL	B4		19970		20	LDEC_3	IM			35,8	%			

Идентификатором файла служит аббревиатура подпрограммы, которая указывается в графе SUBPROG.

В графе «СРЕДА» (MEDIUM) указывается или доминирующий вид дерева в древостое, в котором были размещены мешочки со стандартной подстилкой/листья целлюлозы для изучения разложения, или тип почвы для измерений микробиологической активности. NCC список кодов B4 (см. Приложение 6) и классификации почв ФАО используются для сообщения среды. Для наиболее широко распространённых видов деревьев смотри в подпрограмме Подкроновый сток, а типы почв по классификации ФАО смотри в подпрограмме химия почв.

В графе «Уровень» (LEVEL) указывается глубина отбора образцов для определения активности микроорганизмов (см).

В графе «объём пространственной выборки» (SPOOL) указывается число отдельных, размещённых на участке мешков / листов / образцов для определения микробиологической активности. Год наблюдения и месяц приводится как YYYYMM (в данном примере 199700). Графа «полевой день» остаётся не заполненной.

### 7.22.5 Ссылки

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.

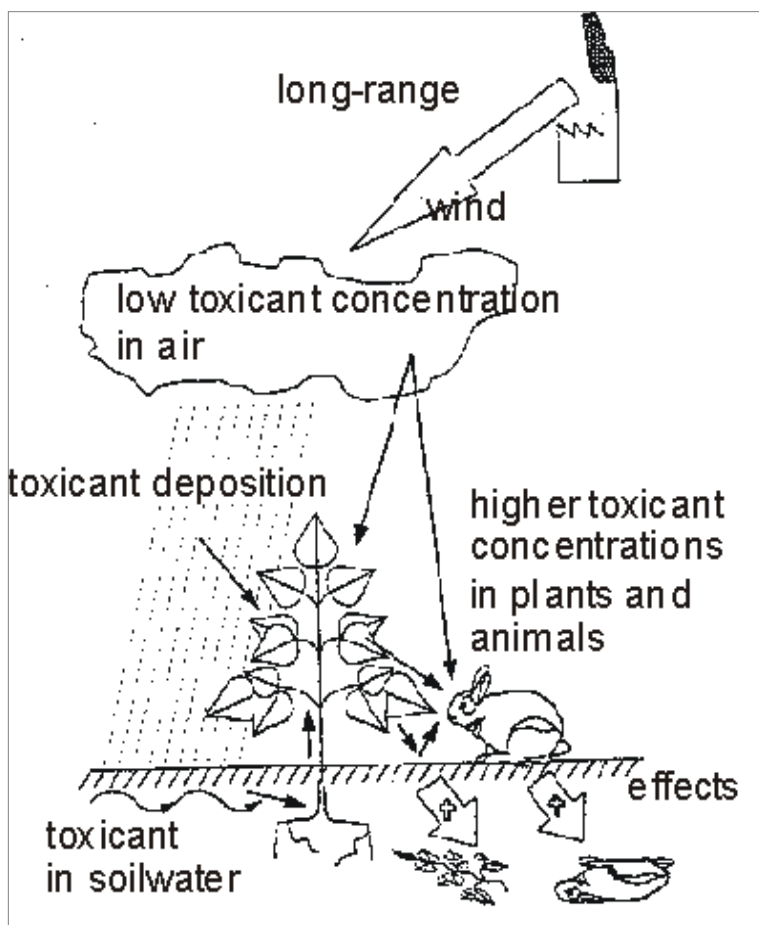
ISO 14238. Soil Quality. Biological Methods. Determination of nitrogen mineralization and nitrification in soils and the influence of chemicals on these processes

## **7.23 Дополнительная подпрограмма ТА: Экотоксикология**

Подпрограмма экотоксикологии предполагает определение токсичности окружающей среды в связи с наличием в ней большого количества различных химикатов, большинство из которых являются ксенобиотиками, способных оказать негативное воздействие на определенные растения, животных или людей. Число химикатов, введенных в окружающую среду, за прошлое столетие выросло по экспоненте. Из приблизительно 10 миллионов веществ, известных в наши дни, у приблизительно 100 000 есть токсичные свойства, которые делают их потенциальными предметами экологической политики и контроля. Из-за разнообразия, вызывающих отравление элементов, фактически невозможно определять все токсичные составляющие и их эффекты индивидуально. В настоящее время наиболее важные для оценки крупномасштабного загрязнения воздуха группы ядов - тяжелые металлы и персистентные (устойчивые в природной среде) органические поллютанты (загрязняющие вещества, загрязнители, POPs).

Экологические эффекты, которые могут происходить как следствие чрезмерного присутствия загрязняющих веществ, очень разнообразны. Некоторые эффекты непосредственно связаны с поглощением поллютантов, которые в этом случае могут вмешиваться в физиологические процессы согласно их способу воздействия. Поглощение поллютантов может осуществляться прямо из окружающей среды или через пищевую цепь.

В общем можно сказать, что накопление поллютантов живыми организмами очень разнообразный процесс. В пределах локальной популяции различия в накоплении, главным образом, зависят от возраста индивидуумов, их веса, интенсивности метаболизма, характера питания и их характера, сезона. Поэтому важно проанализировать смешанные образцы относительно большого количества беспорядочно выбранных индивидуумов приблизительно одного и того же возраста. Для тяжелых металлов детерминанты должны быть нормированы к единице сухой т(или живой для животных) массы, в то время как накопление органических загрязнителей лучше всего выразить как на единицу содержания липидов. Схема взаимодействия компонентов экосистемы и циркуляция в ней загрязняющих веществ, способная привести, в конечном итоге, к ущербу для жизни и здоровья животных показана на рисунке.



#### Ссылки

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**

В мониторинге окружающей среды используется несколько групп животных. Для малых водосборных бассейнов непригодны постоянно мигрирующие или имеющие большие участки обитания виды. Основное внимание следует обратить на животных, которые размножаются, не выходя за пределы площади рассматриваемого водосборного бассейна. Следовательно, подходящими группами животных могут быть птицы, мелкие грызуны и, по-видимому, некоторые группы беспозвоночных. Необходимо принять во

внимание соотношению между затратами и эффективностью мониторинга. Кроме того, биологические особенности выбранных для мониторинга видов животных должны быть достаточно хорошо известны и интерпретация данных по изменению плотности этих видов должна быть достаточно легко выполнима. Таким образом, можно рекомендовать учет плотности размножающихся птиц и мелких грызунов. Инвентаризацию следует проводить через каждые 3-5 лет.

### **Рекомендуемые методы**

#### **1. Птицы**

Площадка для учета птиц должна быть размещена на репрезентативном участке водосборного бассейна и иметь достаточно большие размеры, для того, чтобы включить в себя статистически удовлетворительную выборку гнездовых территорий. Учетная площадка, следовательно, может слегка выходить за границы территории станции комплексного мониторинга. Соотношение естественных местообитаний на учетной площадке должно быть таким же, как и в целом на площадке экополигона.

Для наблюдений, инвентаризуемую площадь покрывают сетью квадратных ячеек размером 50 x 50 м (так называемый метод картирования гнездовых территорий), каждая из которых используется в качестве точки инвентаризации.

В течение сезона размножения, с апреля по июнь, на обследуемой площади проводят около 10-ти учетов, в процессе которых картируют результаты всех наблюдений за встреченными птицами (вид, пол, количество и поведение).

Учетные данные анализируются по видам, а количество гнездящихся пар данного вида определяется путем подсчета выявляемых на карте кластеров территориального распределения и обнаруженных гнезд или гнездовых участков пар. Поскольку анализируемые карты повидовых кластеров территориального распределения требуют экспертизы, было бы полезно, если бы всякий раз интерпретацией результатов картирования занимался бы один и тот же человек.

Следует обратить внимание на то, что если в пределах обследуемой учетной площади имеется озеро: то виды, связанные с этим водоемом, также должны быть зарегистрированы.

#### **2. Грызуны**

Учеты мелких млекопитающих осуществляются на нескольких равномерно распределенных площадках расположенных регулярным образом. Каждая площадка представляет собой квадрат, размером 100 x 100 м. Инвентаризацию проводят дважды в год: ранней весной до того, как молодые особи первых выводков повзрослеют настолько, что начнут попадаться в ловушки, и поздней осенью, когда молодые из последних выводков достаточно повзрослеют, чтобы быть пойманными в ловушки, но до выпадения снега.

После разметки учетных площадок, в каждой из них по диагонали устанавливается по 50 настороженных ловушек. Ловушки поддерживают в рабочем состоянии 3 дня, в течение которых через каждые 24 часа, их проверяют и собирают пойманных зверьков. Пойманных зверьков подсчитывают и определяют их видовую принадлежность.

#### **Переменные**

Птицы:

Повидовая плотность гнездования (число гнездящихся пар/га; с точностью до сотых долей единицы).

Грызуны:

Повидовая плотность популяции (количество пойманных особей на 100 ловушек/га; с точностью до сотых долей единицы).

#### **Представление данных**

Идентификатор файла обозначает тип файла, например площадка инвентаризации птиц/мелких грызунов (ВВ). Дата соответствует году инвентаризации без специального

указания на месяц проведения учетов (00). Объем пространственной выборки задается размером учетной площади (60 га в представленном примере).

Названия встреченных видов заданы стандартным аббревиатурным кодом, согласующимся с кодом групп организмов. Информация о кодах содержится в Приложении I. В представленном примере видовой список AI соответствует списку видовых названий птиц. В графе "значение" указывается количество пар/га, обнаруженных в год обследования. В случае если вид был обнаружен, но по оценке результатов кодирования, не имел гнездовой территорий на учетной площадке, значение не указывается, но вместо него ставится символ параметра типа V (= вид присутствует, но значение плотности гнездования не установлено).

## **7.25 Дополнительная подпрограмма РН: Фенологические наблюдения**

Эта подпрограмма не входит в руководство МСП КМ. Ознакомиться с методиками можно в руководстве МСП по Лесам.

## **8. Гарантии качества данных и Руководство**

### **8.1 Краткий обзор по управлению качеством данных в программе КМ**

#### **8.1.1 Общее**

Многие программы экологического мониторинга не достигли своих целей из-за несоответствующего управления качеством данных. Часто не учитывается, что качество данных определяет природу исследований, которые могут быть предприняты, и в целом качество результатов. Учитывая тонкую природу изменений в процессах экосистемы, связанных с осаждением атмосферных загрязнителей, необходимо очень высокое качество данных.

Общая цель совместной международной программы мониторинга воздействия загрязнения воздуха на экосистемы требует, чтобы все данные, полученные различными участниками, были сопоставимы на объективной основе. Очень важно иметь хорошее качество данных. Данные должны быть последовательными во времени (для оценки тенденции), и в пространстве (для сравнений между различными местами и странами). Для достижения подобной сравнимости, методы, используемые, для сбора материалов и предпринимаемые химические исследования, должны быть тщательно задокументированы. Программа контроля качества должна выполняться для подтверждения заявленной точности получаемых результатов. Только при использовании такого объективного контроля, экологическим различиям или наблюдаемым изменениям может присваиваться степень достоверности. Под процедуры Обеспечение Качества и Контроля Качества (ОК/КК) должны попадать все стороны деятельности, осуществляемой как в поле, так и в лаборатории.

#### **8.1.2 Определения**

Обеспечение Качества (ОК) - это операции и процедуры, которые предпринимаются для обеспечения соответствия получаемых данных измерений установленным критериям вероятности того что эти значения верны (Taylor 1987).

**Контроль качества (КК)** касается лабораторных процедур, используемых для уменьшения случайных ошибок и систематических ошибок, или поддержания оных в некоторых установленных допустимых пределах.

ОК образцов используется, для оценки качества данных (как определено выше) и для мониторинга внутренних процедур КК. Образцы ОК представляются лабораториям в слепую, то есть их идентичность в партии и их состав неизвестны аналитику. Они обычно

предоставляются в двух повторностях, беспорядочно размещаясь среди обычных образцов. Значения образцов КК напротив известны лаборатории (или созданы ею) и используются для оценки калибровки и стандартизации инструментов, проблем загрязнения или аналитического вмешательства.

От каждого Национального Координатора требуется предоставлять доклад о процедурах ОК/КК, выполненных участвующими лабораториями. Он должен включать пределы обнаружения оборудования, используемого для исследования каждого вещества. В случае подпрограммы Химии Почв пределы обнаружения относятся к концентрациям веществ в вытяжке/усвоении (digestion- процесс обработки вещества с применением высокой температуры, ферментов, или растворителя для содействия разложения или извлечения основных компонентов).

**Проверка Данных** - процедура, идентификации и удаления ошибок транскрипции, проверка полноты, точности и последовательности, выполняемая на исходных данных. Единожды проверенные исходные данные могут быть **утверждены**. Процедуры ратификации включают идентификацию отдаленных частных значений и их оценку с целью включения или опущения, основанного на назначенных уровнях уверенности. **Внутренние проверки последовательности** полезны для идентификации резко отличающихся величин и ошибок. Внутренние проверки последовательности - проверки, осуществляющиеся на обычных типовых результатах, строящиеся на стандартных отношениях, например, общий  $S \geq SO_4-S$ , общий N и органический C показывают сильную положительную корреляцию и т.д.

### 8.1.3 Шаги по обеспечению качества в программе комплексного мониторинга

Основная проблема данных, получаемых международными программами мониторинга - их согласованность во времени и между странами. Так как большинство стран имеет свои предпочтительные методы, которые используются для оценки параметров окружающей среды, то зачастую в ходе использования этих методов, получаются результаты, которые напрямую не сопоставимы. Это создаёт серьезные проблемы для оценки данных, получаемых более чем от одной страной Программы. В некоторых случаях, различия между методологиями сводят на нет сочетание данных в международных массивах данных. Эти проблемы были выявлены МСП по Водам (ICP Waters), в ходе которой в 1996 году была проведена оценка основных данных, хранящихся в их базе данных.

Для того чтобы избежать подобных проблем, МСП КМ предпринимает следующие шаги, основанные на обеспечении качества научных результатов, в том числе и за счет отказа от некоторых данных, представляемых Национальными Координационными Центрами.

В некоторых критических случаях, существуют полевые методы четко определенные для конкретных параметров, данные полученные для этих параметров при помощи других полевых методов - неприемлемы.

Лаборатории, участвующие в химических анализах материалов, полученных с точек КМ, должны быть сертифицированы по одной из систем аккредитации лаборатории, например, EN 45001 и ИСО/МЭК Руководство по использованию стандартов 25 (ISO/IEC guide 25). Данные не сертифицированных лаборатории, для получения одобрения, будут подвергаться более детальному изучению.

В случае отклонения лабораторной практики от рекомендуемых аналитических методов, лаборатория должна подтвердить, что получаемые значения аналогичны ( $\pm 10\%$ ) значениям, рекомендуемых методов.

Все результаты определения химических параметров подвергаются проверкам.

Все лаборатории обязаны принимать участие в метрологических поверках оборудования. Приемлемы только данные из лабораторий, которые принимали участие в поверках.



МСП КМ отдаёт себе отчёт в основных трудностях, связанных с оценкой и/или с интерпретацией некоторых биологических параметров отклика, в частности, параметров, связанных с подпрограммой «Повреждение лесов». Следовательно, если существует подобная неопределенность, то она сокращает значимость данных параметров в пользу более надежных индикаторов биологического отклика.

Ожидается, что каждый Национальный Координатор, представляя данные в Программный Центр МСП КМ, предварительно удостоверяется в использовании надлежащей лабораторной практики. Национальный Координатор несет ответственность за качество данных.

Результаты предпринятых контроля качества, интеркалибраций лаборатории и т.д. (и для образцов КМ, в частности, и для лаборатории в целом) должны быть представлены в Программный Центр КМ. Программный Центр также поощряет участие в международной интеркалибрации.

## **8.2 Обычный порядок обеспечения качества в поле и при осуществлении выборки**

Традиционно, наибольшее внимание в ОК отдаётся лабораторным процедурам. Для анализа качества материалов, отобранных в природе такой подход неуместен. Практика показывает, что источники наибольшей ошибки связаны с полевым отбором проб, их транспортировкой в лабораторию и этапами пробоподготовки (Summers 1972). В Программе КМ необходимо обращать особое внимание на эти этапы.

Материалы, собираемые в программе КМ, включают водные образцы (осаждения, подкоронового и стволового стоков, почвенных и грунтовых, проточных и озёрных вод), растительные материалы, органические и неорганические почвенные материалы, и все организмы (например, бентос). Для каждого из этих материалов требуются отдельные методы и, следовательно, отдельные протоколы ОК.

Все методы, которые используются в стране, должны быть зарегистрированы. Необходимо так же отмечать изменения, производимые со временем в этих методах. Для всех действий должны соблюдаться стандартные последовательности операций. Должно быть доступно необходимое оборудование, чистящие средства, необходимо обеспечить достаточную поставку запасных частей и т.д. Все операторы должны проходить хорошее обучение. Точки, и оборудование должны осматриваться/инспектироваться, по крайней мере, один раз в год менеджером по качеству/создателем данных. Обычное ОК/КК в поле включает добавление полевых контрольных проб и контроль за образцами определённые требования к транспортировке и хранению образцов.

### **8.2.1 Сбор и обработка образцов водной химии**

Для получения точных результатов может быть важно предотвращение загрязнения или изменения образцов во время сбора и хранения. Все используемые для сбора образцов контейнеры и посуда для хранения проб должны быть свободны от любого значительного количества определяемых веществ относительно самой низкой их концентрации, которая может быть измерена. Контейнеры должны состоять из такого материала, который не будет ни поглощать, ни добавлять измеримые количества определяемого загрязнителя.

### **Материалы**

Все материалы, которые соприкасаются с образцом, должны быть химически инертны. В общем, из-за их превосходных химических свойств, рекомендуются полиэтилен, тетрафторэтилен (тефлон) и тетрафторэтилен-фторированный сополимер этил-пропилена. Механические свойства этих материалов должны учитываться при конструировании пробоотборников. Полиэтилен может стать хрупким под воздействием солнечного света. Если он находился в таких условиях, то его необходимо заменить после

1 года использования. При применении боросиликатного стекла следует производить его кислотную промывку и ополаскивание в деионизированной воде перед использованием, однако использование стекла в целом не рекомендуется. Легкоплавкое стекло загрязняет образец щелочными и щелочноземельными катионами. Следует избегать применения металлов и искусственных материалов с неизвестными химическими свойствами. Если такие материалы приходится использовать в соединениях или в других конструктивных деталях оборудования осуществления выборки, то необходимо вскипятить образец материала в деионизированной воде и проанализировать воду впоследствии в качестве водного образца.

### **Очистка**

Тщательно ополосните все бутылки перед использованием деионизированной водой. Остальное оборудование для отбора проб перед использованием следует выщелочить, поместив его в разбавленную кислоту на два – три дня, оно подлежит хранению в полиэтиленовых пакетах. Анализируя следовые количества металлов, образцы отбирают и хранят в промытых от кислоты бутылках. Особенно необходимо заботиться о том, что бы избежать загрязнения образца. Стеклянные бутылки рекомендуется применять для образцов на анализ углерода и ртути. Новые стеклянные контейнеры первоначально необходимо вымыть в растворе горячей хромовой кислоты. Последующая очистка может проводиться, с использованием мягкого моющего средства, с ополаскиванием водой из-под крана, а затем дистиллированной или деионизированной водой. Пластмассовые бутылки должны быть вымыты концентрированной соляной кислотой или 50%-ой азотной кислотой, или с применением коммерческого очищающего средства, такого как Decon (Cryer и Trudgill 1990).

### **Количества образцов**

Общий принцип состоит в том, что чем больше образец, тем ниже будет эффект загрязнения от колбы для проб. Для озерных и речных водных образцов, обычно отбирается выборка объемом 1 литр. Объем образцов осаждения и почвенных вод обычно, определяется их доступностью.

### **Условия хранения между сборами**

Отобранные пробы в колбах, бутылках и иной посуде хранить в темном и прохладном месте. Если образец не может храниться закрытой посуде, он должен быть прикрыт, например, алюминиевой фольгой или полиэтиленом.

### **Транспортировка в лабораторию**

На все лабораторные бутылки должны быть нанесены: номер участка, номер коллектора, тип образца (например, подкрановый сток, стволосток) и период осуществления выборки. Идентификация образца и документация осуществления выборки должны точно и надёжно сохраняться для каждого образца. Эта документация - неотъемлемая часть информации об образце. Она должна быть введена в базу данных.

В документацию образца входит как минимум:

Идентификация точки осуществления выборки

Дата осуществления выборки

Глубина осуществления выборки

Дополнительные примечания (например, предполагаемое загрязнение)

Транспортировка бутылей в лабораторию должна осуществляться в максимально короткие сроки (в условиях теплой погоды транспортировку предпочтительно осуществлять в термостатах).

### **Хранение образцов**

Образцы для изучения макро-ионного состава питательных веществ, должны отбираться и храниться в темноте при температуре приблизительно 4°C и транспортироваться в лаборатории для анализа как можно скорее. Периоды транспортировки и хранения между осуществлением выборки и проведением анализов должны быть сведены к минимуму. Вероятно, что хранение образцов в полиэтиленовых

бутылях в течение даже нескольких часов, приведёт к потере некоторых растворённых веществ (особенно фосфора) в результате адсорбции на стены бутылки.

Образцы поверхностных вод (вод руслового стока, химии озера) предназначенные для анализа на металлы могут храниться при добавлении кислоты, обычно для этой цели используют азотную кислоту. Хранение образцов при pH 2 в большинстве случаев позволяет сохранять общие и растворенные металлы в течение нескольких недель. Если консерванты добавляют в поле, особое внимание следует уделить, предотвращению загрязнений с основными ионами образца, которые могут попасть с азотной кислотой. При определении растворённой фракции, необходимо профильтровать образец перед консервацией. Используемые фильтры должны иметь мембрану 0,40 – 0,45 мкм (Ватман 42 или GFC). Перед использованием их необходимо ополоснуть деионизированной водой. В целом, фильтрация не является необходимой, но если она была произведена, то это необходимо указать, сообщая о результатах.

### **Полевые контрольные пробы для водных образцов**

Чтобы проверить возможное загрязнение на территории, необходимо как минимум раз в месяц выполнять полевые контрольные отборы проб. Для этой цели образцы деионизированной воды на 50-100 мл вливаются в пробоотборник после того, как он был отмыт/ополоснут или повторно установлен на площадке, а затем эти образцы подвергаются тем же процедурам, что и обычные водные образцы.

## **8.3 Лабораторные методы**

### **8.3.1 Контроль качества в лаборатории**

Все лаборатории, которые участвуют в совместных международных программах, должны представить зарегистрированные свидетельства о поддержании контроля качества в лаборатории. Что является гарантией точности и однородности обычных лабораторных исследований. Такая документация обычна для сертифицированной лаборатории. Если контроль качества в лаборатории не выполняется в качестве нормальной действующей практики, то выгода применения программ контроля качества между лабораториями минимальна.

Контроль качества в лаборатории должен включать:

полную и доскональную документацию методов контроля; (например: стандартное отклонение единственного образца, использование образцов контроля и в частности контрольных графиков);

зарегистрированные свидетельства аналитической работы, точности внутренних стандартов, сходимости результатов ряда изменений, и точности используемых методов;

доказательства определенного качества данных образцов, такие как соответствующие ионные балансы или определения удельной проводимости для отдельных образцов;

доказательства соответствующего выполнения анализов на материалах внешнего аудитора (контрольных материалах), стандартных образцах соответствующей матрицы, и т.д.

### **8.3.2 Контроль качества между лабораториями**

Контроль качества между лабораториями необходим. Он позволяет гарантировать ясную идентификацию и контролировать отклонения между исследованиями, выполненными отдельными участниками программы. Это не заменяет обычный лабораторный контроль, который гарантирует последовательность в ежедневных операциях. Контроль между лабораториями гарантирует отсутствие систематических отклонений между определениями, проводимыми различными участниками программы. Подобные отклонения могут возникнуть из-за применения разных методов, ошибок в лабораторных стандартах или вследствие несоответствующего контроля в лаборатории.

Настоятельно рекомендуется ежегодно принимать участие в международных сравнениях всех проанализированных соединений. Также рекомендуется участвовать в полевых сравнениях. Программный Центр КМ будет в состоянии предоставить информацию о, соответствующих интеркалибрациях. Все данные должны быть проверены и утверждены.

Контроль качества между лабораториями по водным образцам будет осуществляться МСП по Водам. Контроль качества растительных и почвенных материалов будет организовываться Лесным Лиственный Координационным Центром (Вена) и Лесным Почвенным Координационным Центром (Гент), соответственно.

### 8.3.3 Качество измерений

Качество измерений должно быть оценено по ионному балансу, а так же сравнением вычисленной и экспериментальной проводимости. Целевая точность ионного баланса, используемого также программой ICP Waters: различие между суммой катионов и суммой анионов не должно превышать 10% катионов. Органические анионы могут быть аппроксимированы из ТОС/DOC. Вычисленная проводимость указывает на наличие одного или нескольких аналитических измерений со слишком низкими или слишком высокими значениями.

### 8.3.4 Специфические особенности процедур по контролю качества данных

Некоторых подпрограммы (например, Метеорология, Химия Почв) имеют специфические процедуры по обеспечению качества данных, они описываются в рамках соответствующих глав. Однако многие процедуры контроля качества являются общими, их описания приводятся в этой главе.

### 8.3.5 Водные анализы

Лаборатория должна проверять свою работу, относительно пределов обнаружения, точности и воспроизводимости. При помощи проведения повторного анализа контрольного раствора и т.д. Все данные должны быть проверены и утверждены.

Общая ошибка отдельных аналитических результатов не должна превышать значение, соответствующее назначенному пределу обнаружения (L), или определённый процент от результата (P %), больший из них. Лаборатории, использующие менее чувствительные методы должны сообщать об отклонениях в Программный Центр. Желательное Качество Данных для ЕМЕП:

10%-ая или лучшая точность для окисленной серы и окисленного азота при проведении единственного анализа в лаборатории;

15%-ая или лучшая точность для других компонентов в лаборатории;

0,5 единицы для pH;

15-25% для смешенной выборки и химического анализа

90%-ая полнота данных дневных значений.

Предложенная целевая точность (P %) и пределы обнаружения (L) для измерения детерминантов качества воды:

Детерминант	Предел обнаружения (L)	P(%)
Кальций	0,02 мг/л	10
Магний	0,01 мг/л	10
Натрий	0,02 мг/л	10
Калий	0,02 мг/л	10
Хлорид	0,2 мг/л	10

Сульфат (как SO <sub>4</sub> )	0,2 мг/л	10
Нитрат (+ Нитрит) <sup>1</sup> , (как N)	10 мкг/л	10
Реакционный алюминий	10 мкг/л	10
Нелабильный (органический) алюминий	10 мкг/л	10
Лабильный(неорганический) алюминий	10 мкг/л	10
Растворённый органический углерод <sup>2</sup> , какС	0,2 мг/л	10
рН	0,1 рН ед.	-
Проводимость	0.2 мСм/м	5
Щёлочность	0,005 ммол/л	10
Общий фосфор, как Р	2 мкг/л	10
Растворимый реакционный фосфат, (как Р)	2 мкг/л	10
Температура	±0,2 °С	-

1) В зависимости от метода, если нитрит включен в анализ. В хорошо проветриваемых поверхностных водах содержание нитрита обычно близко к нулю.

2) В образцах с низким содержанием твёрдых частиц может использоваться общий органический углерод (ТОС) (без фильтрации).

Качество химических водных данных в значительной мере связано с работой химической лаборатории. Образцы контроля должны подготавливаться и анализироваться регулярно как обычные водные образцы, в порядке выполнения независимой проверки для химических исследований. Стандартные образцы дождевой воды предоставляются Национальным Институтом стандартов и технологий и BCR. Их, рекомендуется использовать в качестве внешних контрольных растворов, анализируя их только 2-4 раза в год, а для ежедневной работы готовить контрольные образцы в лаборатории. Контрольные образцы должны аппроксимировать ожидаемую среднюю концентрацию в водных образцах и могут быть подготовлены, используя следующие составы:

(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
 Азотная кислота  
 CaSO<sub>4</sub> · 2H<sub>2</sub>O  
 MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O  
 NaCl  
 KCl

### 8.3.5.1 Определение точности и погрешности

Чтобы определить значения точности и погрешности, а так же предел обнаружения в лаборатории:

5% образцов должны быть отделены от общего пула проб, результаты их определения используются для выявления уровня точности анализов;

5% образцов должны обладать известными концентрациями в пределах регистрируемых в природе значений и должны быть распределены между нормальными образцами, для того чтобы контролировать эксплуатационные качества аналитической системы;

5% образцов должны являться контрольными образцами. Их используют для измерения аналитического предела обнаружения.

Методы, используемые для определения точности, погрешности и пределов обнаружения по этим данным представлены в Руководстве ЕМЕР (Разделы 5.6 и 5.7).

### 8.3.6 Анализ почвы

Наибольший разброс результатов получен для содержаний элементов в почвах. Это, вероятно, обуславливается природой экстрагируемых веществ, которые используются для исследований. Важно отметить, что общее содержание отдельного элемента и его содержание доступное для растений мало связаны. Нет единого мнения по поводу наиболее подходящего экстрагирующего вещества для каждого элемента. Добросовестные лаборатории будут предпринимать повторные исследования, используя различные экстрагирующие вещества.

#### Достоверность данных

Подробная информация о методах проверки данных, контроля качества, точности и погрешности, регулярно публикуется Американской Ассоциацией Работников Здравоохранения.

Может быть произведена простая проверка правдоподобия. Она заключается в рассмотрении сумм катионов и анионов, уравниваются ли они друг друга. Если есть различие, которое не может быть обусловлено никакими пропущенными ионами, то на это в лаборатории следует обратить внимание. Другие простые проверки включают в себя рассмотрение диаграммы разброса данных между параметрами, например,  $SO_4S$  - концентрацией общей S и прочносвязанной,  $PO_4P$  - концентрацией общего P (фосфора) и прочносвязанного,  $NO_3N + NH_4N$  - концентрацией общего N (азота) и общего неорганического N ( $NO_3N + NH_4N$ ) прочносвязанного с DOC. Тщательный отбор выпадающих значений может существенно уменьшить колебания данных. Если при определении концентраций металлов по совместной (одновременной) методике какая-либо из концентраций «выпадает», то рекомендуется проверить химию всего образца.

#### Обеспечение качества (ОК) образцов

Обеспечение качества образцов должно включать: 1) полевые повторности (см. процедуры осуществления выборки); 2) дубликаты пробоподготовки, то есть образцы, подготовленные для анализов (высушенные и просеянные), а так же одинаковые части пробы, берущиеся для химического анализа и помещающиеся беспорядочно в пределах партии; и 3) естественные контрольные образцы, то есть большое количество типичных почв, которые были собраны. Они необходимы в качестве справочных образцов. Эти образцы будут поставляться МСП КМ в сотрудничестве с Лесным Координационным Центром по Почвам в Генте. Контрольные образцы, беспорядочно помещенные в партию обычных образцов, могут использоваться для оценки точности определения в пределах партии и для выявления аналитических различий между лабораториями (погрешность). Обычно эти естественные контрольные образцы предоставляются лабораториям в слепую (в этом случае точность может быть оценена МСП КМ объективно), однако рекомендуется предоставлять так же некоторые естественные контрольные образцы в лабораторию с известными значениями параметров и использовать эти образцы в каждой партии. Если аналитические результаты для этих «неслепых» образцов контроля качества выходят за рамки определённых интервалов, то партия должна быть повторно проанализирована, чтобы привести контрольные образцы в пределы заданного допуска. Это гарантирует, что каждая лаборатория соответствует твердому стандарту во время анализа каждой партии образцов. Таким образом, уменьшаются ошибка в партии и лабораторные различия.

Помимо контрольных проб калибровки (используемых для проверки дрейфа прибора), проб с добавлением известного количества определённого вещества (используемых для проверки восстановления), и аналитических дубликатов (подобразцы извлечения/расщепления обычного образца почвы, которые используются для проверки точности в пределах партии и идентификацию инструментального дрейфа), образцы ОК должны включать контроль реактивов (иногда называемый «фоновой пробой»). Контроль

реактивов необходим для тех методов, в ходе которых происходит пробоподготовка образцов, например, извлечение почвы. Контроль реактива должен состоять из всех тех реактивов (взятых в тех же самых количествах), которые используются в подготовке образца почвы для анализа. Контроль реактива должен подвергаться тем же самым процедурам расщепления и извлечения, что и обычный образец. Он используется, для идентификации загрязнения реактивами. МСП КМ будет поставлять контрольные образцы извлечения, результаты будут использоваться, для того что бы отличить систематические отклонения, следующие из извлечения и инструментальные источники ошибки. Если эти жидкости контрольных образцов известны в лаборатории, то лаборатория сама может проверить данные источники ошибки.

### **8.3.7 Растительные материалы**

Общие концентрации элемента, полученные стандартными методами лаборатории, должны быть проверены, чтобы определить точность этих методов. Для обеспечения качества рекомендуются сравнение результатов национальных методов с концентрациями эталонных стандартных образцов.

Эталонные стандартные образцы, с гарантированными общими концентрациями элемента, будут поставляться для анализов в участвующие лаборатории. Они, например, будут высылаться из Центрального Бюро Ссылок ЕС или из ИСО (Международной Организации по стандартизации), или американской группой по проведению анализов листвы.

Для постоянной проверки точности исследований, лабораториям рекомендуется, обеспечить каждой партии образцов для анализа несколько своих собственных стандартных образцов. Данные должны приниматься только, если исследования образцов с известными значениями соответствуют справочным результатам.

## **8.4 Проверки**

Аудит результатов деятельности должен выполняться раз в год представителями технического штата учреждения управляющего станцией. Он проводится для того что бы подтвердить, что полевые операции осуществляются как положено. Системные проверки должны выполняться регулярно управляющим КМ по обеспечению качества в сотрудничестве с назначенными Национальными Координаторами управляющими по обеспечению качества.

Подробный перечень, который необходимо заполнять в ходе этих инспекций должен быть составлен. Для проверки измерений влажной части осаждения может использоваться перечень ВМО (ВМО 1994). Формы для заполнения должны оцениваться учёным для гарантии, что все аспекты полевой программы работают как намечено. Аудиторы должны приносить с собой копии заполненных форм от последнего осмотра места. Корректировка действий должна предприниматься, как только это необходимо.

#### **Системные проверки должны включать:**

- 1) проверку качества работы системы в целом (в ходе осмотра необходимо описывать местоположения отбора проб и окружение станции и экополигона, а так же отмечать любые изменения, произошедшие с последнего посещения);
- 2) проверку обычной работы сотрудников;
- 3) проверку работы оборудования, отметить наличие неисправности в работе оборудования;
- 4) проверку и калибровку оборудования и инструментов;
- 5) инспекцию ведения полевых журналов;
- 6) оценить возможность и потребности в улучшении работы.

Для этой цели должны быть составлены контрольный план и рекомендации для проверок.

## **8.5 Аналитические методы**

Использование соответствующих методов - ответственность государственных институтов. Большинство участвующих стран приняло использование международных стандартных методов предписанных ИСО/ CEN в национальной работе. EN (европейские стандарты) по закону предписаны для использования всеми странами Европейского союза. МСП КМ должен также принимать стандартные методы ИСО/ CEN в качестве основы для методов, которые используются фактически, что было сделано в программе ICP Waters (МСП по Водам). Методы ИСО/ CEN обычно имеют высокое качество, проверены и зарегистрированы доступным для участников путём. Понимая, что изменение методов зачастую трудный, дорогостоящий и не приятный процесс, то необходимо зарегистрировать, что качество используемых методов такое же или лучше, чем стандарт ИСО/EN относительно уровней обнаружения и погрешностей. Основной метод предварительной обработки и коды определений (приведенные в DB списке кодов) должны быть включены в данные, направляемые Программному Центру.

Информация о методов ИСО/ CEN, перечисленных в доступных стандартах, может быть получена из:

Национальные агентства по стандартизации;

Международная Организация для Стандартизации (International Organisation for Standardisation DIN, Burggrafenstrasse 6, 10787 Berlin, Germany);

Международная Организация Стандартизации ISO (ISO International Organisation for Standardisation, Case Postale 56, CH-1211 Genève, Switzerland);

Европейский Комитет по Стандартизации (CEN European Committee for Standardisation, rue de Stassart 36, B-1050 Brussels, Belgium.).

## **8.6 Ссылки и дальнейшее чтение**

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).