

Руководство по проведению мониторинга в масштабах водосборов для Восточной Азии

Принято на:

Десятом заседании научно-консультативной группы
сети мониторинга кислотных выпадений в Восточной Азии

Октябрь 2010 г.
Сетевой центр ЕАНЕТ

Содержание

Список участников	3
1. Введение	4
2. Основные вопросы мониторинга в пределах водосбора.	5
2.1. Задачи	5
2.2. Выбор территории для мониторинга	5
3. Объекты мониторинга.....	5
3.1. Объекты, подлежащие мониторингу	5
3.2. Химические параметры, подлежащие измерению	9
3.3. Частота измерений	10
4. Процедуры мониторинга	12
4.1. Протоколы отбора проб	12
4.2. Транспортировка и хранение образцов	12
4.3. Аналитические процедуры	12
5. Обеспечение качества/контроль качества (ОК/КК)	13
6. Оценка	13
7. Отчетность данных.....	14

Список участников

Руководство по проведению мониторинга в масштабах водосборов для Восточной Азии было разработано членами Целевой группы по мониторингу почвы и растительности.

Профессор Вильфредо М. Каранданг (председатель Целевой группы)		Филиппинский университет Лос-Баньос, Филиппины
Доктор Хайцзян Лю		Китайский национальный центр экологического мониторинга, Китай
Доктор Масамичи Такахаша		Научно-исследовательский институт лесного хозяйства, Япония
Доктор Хироюки Сасе		Азиатский центр изучения загрязнения воздуха, Япония
Профессор Ник Мухаммад Маджид		Университет Путра Малайзия, Малайзия
Доктор Ахмад Макмом Абдулла		Университет Путра Малайзия, Малайзия
Доктор Аполонио М. Окампо		Филиппинский университет Лос-Баньос, Филиппины
Доктор Хе Чжин Ким (с 2010 года)		Национальный институт исследований окружающей среды, Республика Корея
Хо Чжон Но (до 2009 года)		Национальный институт исследований окружающей среды, Республика Корея
Доктор Татьяна А. Михайлова		Сибирский институт физиологии и биохимии растений РАН, Россия
Бопит Китвугтинон (с 2010 года)		Королевский лесной департамент, Таиланд
Доктор Джесада Луангджаме (до 2009 года)		Королевский лесной департамент, Таиланд

Секретариат:

Доктор Хироюки Сасе

Доктор Наюки Ямасита

Рё Кобаяси

Отдел исследования экологического воздействия, Азиатский центр исследований
загрязнения воздуха

1. Введение

Наземные экосистемы состоят из множества компонентов, таких как атмосферный воздух, растительность, почву и поверхностные воды. До сих пор основная деятельность по мониторингу кислотных выпадений проводилась независимо для каждого компонента, а именно: мониторинг влажных выпадений, сухих выпадений, почв, растительности, а также поверхностных вод. Такой подход может быть полезен для накопления исходных данных для анализа пространственных и временных тенденций для каждого компонента. Однако для точной оценки качественных и количественных взаимосвязей между компонентами, требуется более комплексный подход.

Следовательно, для качественной и количественной оценки воздействия кислотных выпадений на экосистемы требуется комплексный мониторинг, который включает в себя атмосферные выпадения, почву, растительность и поверхностные воды. Одним из подходов может быть анализ в пределах водосбора. В этом случае для водосбора следует проводить комплексный мониторинг, учитывающий биогеохимические процессы.

Мониторинг в масштабах водосбора позволяет проводить более конкретные обсуждения взаимосвязей между сезонными или годовыми изменениями химического состава воды в реках (концентраций или потоков веществ / соединений) и изменениями атмосферных выпадениях. Баланс приноса-выноса веществ / соединений на водосборном бассейне можно рассчитать на основе химического состава атмосферных выпадений, химического состава поверхностных вод и водного баланса. Более того, на основе полученного набора данных в пределах водосбора возможна разработка имитационных моделей биогеохимических циклов.

В Документе о стратегии направления мониторинга почв и растительности EANET (EANET, 2002) предлагалось продвигать тематические исследования по анализу водосборных бассейнов для разработки методологий мониторинга, применимых к региону Восточной Азии. Тематические исследования были реализованы Сетевым Центром и учеными в странах EANET: на Лесоводческой исследовательской станции Саказрат (SRS) в Таиланде, в районе долины Данум в Малайзии и на станции мониторинга Кадзикава в Японии. Кроме того, регулярный мониторинг начался на водосборе озера Идзира, Япония, где предполагается наличие процесса закисления. Механизмы закисления на водосборном бассейне озера Идзира постепенно уточняются при помощи анализов в пределах водосборов.

Подготовка руководства по мониторингу для EANET была предложена в качестве одного из конкретных мероприятий в Стратегическом документе по будущему направлению мониторинга почв, растительности и связанных с ними экосистем EANET (2009-2014 гг.), который был принят на заседании 8-ой сессии Научно-консультативного комитета (SAC) в 2008 году. Настоящее Руководство по мониторингу в пределах водосборов для Восточной Азии было разработано на основе опыта вышеупомянутых тематических исследований в регионе Восточной Азии и одобрено SAC на его 10-й сессии в 2010 году. Ожидается, что в соответствии с руководством в ряде других стран EANET также будут начаты новые исследования по данной теме или текущие исследования будут продолжены в качестве регулярного мониторинга в пределах водосборов.

2. Основные вопросы мониторинга в пределах водосбора.

2.1. Задачи

Мониторинг в пределах водосбора должен осуществляться для достижения следующей конечной цели:

➤ Для количественной и качественной оценки воздействия атмосферного выпадения на экосистемы в пределах водосбора.

Подробно можно предложить следующие задачи:

- Интерпретировать сезонные или годовые изменения химического состава поверхностных вод на основе атмосферных выпадений и возможных биогеохимических процессов на водосборе.
- Проанализировать влияние атмосферных выпадений основываясь на балансе приноса-выноса веществ / соединений.
- Получить необходимый набор данных для имитационной модели в масштабах водосборов для понимания текущего состояния и выполнения будущих прогнозов круговорота веществ / соединений в изменяющихся условиях окружающей средой.

2.2. Выбор территории для мониторинга

Территории для мониторинга в пределах водосбора следует выбирать с учетом следующих рекомендаций:

- 1) Следует выбрать лесной водосбор с поверхностным стоком, при этом размер водосбора может зависеть от конкретной ситуации.
- 2) Желательно водосбор, для которого имеется возможность расчета водного баланса.
- 3) При выборе участка следует учитывать чувствительность почвы и/или коренных пород к атмосферным выпадениям.
- 4) По возможности, на выбранной территории должна располагаться станция мониторинга кислотных выпадений ЕАНЕТ, для того чтобы имелась возможность точно оценить объемы атмосферных выпадений.
- 5) Дополнительная экологическая информация с близлежащих территорий также может представлять ценность.

3. Объекты мониторинга

3.1. Объекты, подлежащие мониторингу

Объекты, подлежащие мониторингу, и рекомендуемые методы представлены в Таблицах 1а) и 1б).

Информация о суммарных поступлениях с атмосферными выпадениями и вынос с поверхностным стоком является необходимой (таблица 1а). Большинство параметров измеряются или рассчитываются в рамках программ мониторинга выпадений или экологического мониторинга. Следующие существующие технические руководства и

методики могут быть использованы для соответствующих объектов или методов:

- Техническое руководство по мониторингу влажных выпадений для Восточной Азии-2010: отбор проб осадков для мониторинга влажных выпадений
- Технические документы для метода фильтр-пака для Восточной Азии: метод фильтр-пака для измерения концентрации загрязняющих веществ в воздухе
- Программа обеспечения качества / контроля качества для мониторинга концентраций в воздухе для Восточной Азии: автоматические анализаторы для измерения концентраций в воздухе
- Вспомогательное руководство по мониторингу лесной растительности в EANET: общий отбор проб осадков в лесной зоне, метод пассивного пробоотбора для измерения концентраций в воздухе в лесной зоне, подкроновый и стволовой методы определения для оценки общего выпадения в лесной зоне
- Техническое руководство по оценке потоков сухих выпадений: инференционный метод для оценки потока сухого выпадения
- Техническое руководство по мониторингу внутренних вод для Восточной Азии-2010: методы измерения химического состава поверхностных вод и расходов воды

Для оценки круговоротов веществ / соединений в водосборных бассейнах кроме данных о приносе и выносе, следует также использовать показатели биогеохимических процессов. В таблице 1b показаны общие объекты для мониторинга биогеохимических процессов. В зависимости от целей могут быть рассмотрены и другие объекты. Часть параметров была измерена или рассчитана в рамках мониторинга почв и растительности. Для соответствующих объектов или методов могут быть использованы следующие существующие технические документы:

- Технического руководства по проведению мониторинга почвы и растительности: анализ химических и физических свойств почвы, описание почвенного профиля

Таблица 1а. Объекты, подлежащие мониторингу для оценки приноса и выноса

Объекты, подлежащие мониторингу		Необходимость	Рекомендуемые методы
Принос (суммарное впадение)	Количество осадков	Обязательно	<u>Осадкомер</u> : по крайней мере, один на открытом пространстве вблизи водосбора. Для крупных водосборов, следует проверить пространственную изменчивость осадков на разных участках водосбора.
	Влажные выпадения	Обязательно	<u>WO («wet only») автоматический пробоотборник атмосферных осадков</u> : не менее 1 осадкоборника на открытом пространстве возле водосбора (в случае, если площадка EANET оснащена электричеством) <u>Постоянно Открытый («bulk»)</u>

осадкосборник: как минимум 1 или более осадкосборник на открытом пространстве возле водосбора (при отсутствии электричества)

Сухие выпадения	Опционально	Инференционный метод: рассчитывается на основе данных о концентрации методом фильтр-пака и метеорологических данных с площадки EANET или ближайшей метеорологической станции Автоматические анализаторы: альтернативный метод определения концентраций, в частности для O ₃ Пассивный пробоотбор: альтернативный метод определения концентраций, в частности для O ₃ и NO ₂	
Общие выпадения	Обязательно	Влажные + сухие выпадения: рассчитывается как сумма влажных и сухих выпадений, указанных выше Подкроновый и стволовой метод определения: несколько точек под пологом леса (при отсутствии электричества)	
Вынос с поверхностными водами	Расход воды	Обязательно	Расход воды: сток с территории водосбора Метод зависимости расхода от уровня воды (H-Q): на выходе из водосбора (при отсутствии гидропоста, если известно сечение русла)
Химический состав поверхностных вод	Обязательно	Периодический отбор поверхностных вод: на выходе из водосбора	
Вынос химических компонентов	Обязательно	Расчетный метод: на основе данных о расходах воды и концентрациях	

Примечание. Методы, выделенные жирным шрифтом, уже упоминались в других документах EANET.

Таблица 1b) Объекты мониторинга биогеохимических процессов

Объекты, подлежащие мониторингу	Необходимость	Рекомендуемые методы	
Почва	Химические характеристики почвы	Обязательно	Отбор проб почв с постоянных площадок наблюдения: не менее двух площадок (с пятью

			точками соответственно)
	Почвенный раствор	Опционально	Чашечный присос (Suction (porous) cup method) Лизиметрический метод Смоляная капсула (Resin capsule method)
	Влажность почвы	Опционально	Рефлектометрия во временной области (TDR) Рефлектометрия в амплитудной области (ADR)
	Физические характеристики почвы	Опционально	Тонкодисперсная объемная плотность: металлический пробоотборный цилиндр Сопротивление пенетрации: карманный пенетрометр
	Эмиссия почвенных газов	Опционально	Камерный метод
Растительность	Размер растений	Обязательно	Измерение размера деревьев (описание деревьев): диаметр ствола на высоте груди и высота деревьев минимум на одном участке (с тремя соосными круговыми подучастками) Дендрометр Анализ годичных колец
	Видовой состав	Опционально	Исследование растительности
	Элементный состав	Опционально	Сбор подстилки Сбор листвы
Водный баланс	Эвапотранспирация	Опционально	Балансовый (расчетный) метод, метод башенного испарителя

Примечание. Основываясь на опыте исследований по данной теме, проведенных в странах EANET (Luangjame et al., 2009), для реализации элементов мониторинга можно дать следующие рекомендации:

Рекомендации по приносу:

1) Если площадь водосбора относительно велика, в горной местности следует учитывать пространственную изменчивость количества осадков.

2) Для оценки общего количества атмосферных выпадений для определенных компонентов, таких как SO_4^{2-} , чьим взаимодействием с пологом можно пренебречь, могут быть полезны методы подкранового и стволового сбора осадков.

3) Для того, чтобы точно оценить общее количество выпадений, потоки сухих выпадений следует оценивать с помощью соответствующих методов, отличных от методов подкранового и стволового стока. В частности, для соединений азота, следует принимать во внимание взаимодействие с растительным покровом, такое как поглощение или потребление.

4) Следует использовать данные о выпадениях и метеорологические данные, собранные на ближайшей станции EANET, если таковые имеются. Общее количество выпадений можно оценить, используя данные метода фильтр-пака для измерения концентраций в атмосферном воздухе и метода осадкосборника для влажных выпадений.

5) Влажные выпадения азота, в частности, в тропических регионах, следует оценивать соответствующими методами, поскольку велико микробиологическое потребление азота во время хранения в местах отбора проб. Для длительного хранения в лесной зоне может быть использован пробоотборник с ионообменной смолой (в течение нескольких месяцев).

Рекомендации по выносам:

6) Водный год должен определяться на основе гидрологического цикла для каждого водосбора, принимая во внимание характер осадков и стока.

7) По возможности, для точного определения водного баланса (особенно в тропическом регионе) следует оценить суммарное испарение.

8) Сотрудничество с гидрологами может быть полезным для детального понимания гидрологических процессов на водосборе.

Рекомендации по объектам биогеохимических процессов:

9) На водосборе следует измерять размер растений. Анализ годовых колец может быть полезен для оценки предыдущих темпов роста. Часть информации о росте растений можно собрать на основе литературных данных.

10) Для анализа следует отбирать пробы почвы с учетом пространственной изменчивости химических свойств почвы на водосборе.

3.2. Химические параметры, подлежащие измерению

Основные химические параметры, подлежащие измерению для соответствующих объектов, приведены в Таблице 2.

Таблица 2. Химические параметры соответствующих объектов мониторинга

Объекты мониторинга	Необходимость	Параметры, подлежащие измерению
Пробы атмосферных осадков	Обязательно	Катионы: NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ и K^+ Анионы: SO_4^{2-} , NO_3^- и Cl^-

		Электропроводность pH
	Опционально	Общий органический азот Общий органический углерод
Пробы поверхностных вод	Обязательно	Катионы: NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ и K^+ Анионы: SO_4^{2-} , NO_3^- и Cl^- Электропроводность pH Щелочность (метод Грана и/или титрование до pH 4.8)
	Опционально	SiO_2 Общий органический азот Общий органический углерод Общий растворенный Al
Концентрации в атмосферном воздухе (метод фильтр-пака)	Обязательно	Катионы: NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , и K^+ Анионы: SO_4^{2-} , NO_3^- , и Cl^- Газы: SO_2 , HNO_3 , HCl , и NH_3
Химические свойства почвы	Обязательно	pH (H_2O) и pH (KCl) Обменные катионы (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ и Na^+) Обменная кислотность, Al и H Ёмкость катионного обмена
	Опционально	Общий углерод Общий азот
Почвенный раствор	Опционально	Катионы: NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , и K^+ Анионы: SO_4^{2-} , NO_3^- , и Cl^- SiO_2 pH Электропроводность
Почвенные газы	Опционально	N_2O CO_2
Образцы подстилки и листьев	Опционально	Общий углерод Общий азот Основные катионы: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ и K^+ Общий алюминий

Примечание: Параметры должны быть выбраны с учетом применяемой модели расчетов.

3.3. Частота измерений

Предлагаемая частота измерений соответствующих показателей дана в Таблице 3, тогда как фактическая частота может быть определена в зависимости от ситуации на каждом объекте.

Таблица 3. Предлагаемая частота измерений соответствующих объектов

Объекты мониторинга	Предлагаемая частота	
Принос (суммарные выпадения)	Количество осадков	Постоянно или ежедневно
	Влажные выпадения	Ежедневно или еженедельно: только для WO
		Еженедельно или раз в две недели: для

		постоянно открытого осадкосборника
	Сухие выпадение	Еженедельно: для метода фильтр-пака Непрерывно: для автоматического анализатора Раз в две недели или ежемесячно: для пассивного отбора проб
	Общие выпадение	Раз в две недели или ежемесячно: для расчета влажные + сухие выпадения Раз в две недели: для подкронового и стволового методов определения
Вынос (с поверхностными водами)	Расход воды	Постоянно или раз в две недели
	Химический состав поверхностных вод	Еженедельно или раз в две недели Интенсивный отбор проб (интервал 1-2 часа) во время сильного дождя или таяния снега
	Вынос химических компонентов	Раз в две недели, ежемесячно или ежегодно: для расчетов
Почва	Химические характеристики почвы	Один раз в несколько лет Дважды в год в случае тропического сезонного леса.
	Почвенный раствор	Ежемесячно или четыре раза в год
	Влажность почвы	Постоянно
	Физические характеристики почвы	Один раз
	Эмиссия почвенных газов	Ежемесячно или четыре раза в год
Растительность	Размер растений	Один раз в несколько лет: для описания деревьев Постоянно: дендрометр или ежегодный учет
	Видовой состав	Один раз в несколько лет
	Элементный состав	Раз в две недели или ежемесячно: для подстилки Ежемесячно или раз в два месяца: для листвы

Примечание. Рекомендации по частоте измерений:

- 11) Пробы поверхностных вод желательно отбирать с интервалом в 2 недели (или два раза в месяц).
- 12) Если это возможно, во время сильных дождей или таяния снега следует проводить интенсивный отбор проб поверхностных вод.
- 13) Для некоторых химических параметров почвы, таких как рН (H₂O), следует учитывать сезонные изменения (особенно в тропических лесах).

4. Процедуры мониторинга

4.1. Протоколы отбора проб

Пробоотбор обязательных компонентов должен осуществляться в соответствии с протоколами отбора проб, описанными в существующих технических документах EANET (см. раздел 3.1).

Также следует выполнять пробоотбор дополнительных компонентов, если можно сослаться на существующие технические документы EANET.

Протоколы отбора проб для других дополнительных компонентов могут быть опциональными в зависимости от ситуации на каждом объекте, но должны соответствовать методам, которые были утверждены в качестве стандартного метода в странах EANET или, по крайней мере, опубликованы в международных журналах.

4.2. Транспортировка и хранение образцов

Пробы воды, такие как дождевая и речная вода, перед отправкой в аналитическую лабораторию следует хранить в холодильнике при температуре 4°C. Самое позднее, образцы следует доставлять в аналитическую лабораторию еженедельно или раз в две недели.

Пробы, поступающие в лабораторию, следует хранить в холодильнике и анализировать как можно скорее.

4.3. Аналитические процедуры

Химический анализ обязательных параметров следует проводить в соответствии с аналитическими методиками, описанными в существующих технических документах EANET (см. раздел 3.1). Также следует проводить анализ дополнительных параметров, если можно сослаться на существующие технические документы EANET. Возможное аналитическое оборудование или методы для репрезентативных обязательных параметров показаны в Таблице 4.

Химический анализ других дополнительных параметров может быть опциональным в выборе методики в зависимости от ситуации в каждой лаборатории, но должен соответствовать методам, утверждённым в качестве стандартных методов в странах EANET или, по крайней мере, опубликованным в международных журналах.

Таблица 4 Возможное аналитическое оборудование или методы определения обязательных параметров

Объекты	Параметры	Аналитическое оборудование/методы
Водные образцы:	Электропроводность	Кондуктометрия
атмосферные осадки или поверхностные воды.	pH	Стеклянный электрод (желательно с электродом с

		герметичной внутренней ячейкой)
	Катионы: NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , и K^+	Ионная хроматография
	Анионы: SO_4^{2-} , NO_3^- , и Cl^-	Ионная хроматография
	Щелочность (только для поверхностных вод)	Титрование с помощью бюретки или цифровой бюретки с pH-метром
Почва	pH (H_2O) и pH (KCl)	Стеклянный электрод (почвенная суспензия 1:2,5)
	Обменные катионы (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ и Na^+)	Атомно-абсорбционная спектроскопия, оптическая спектрометрия с индуктивно-связанной плазме или масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазме ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$ вытяжка)
	Обменная кислотность, Al и H	Титрование (KCl вытяжка)

5. Обеспечение качества/контроль качества (ОК/КК)

Качество данных должно контролироваться и обеспечиваться в соответствии с требованиями программы EANET. Протоколы отбора проб и химического анализа могут быть стандартизированы с использованием существующих технических документов EANET. При мониторинге на водосборе также следует отметить следующие фундаментальные вопросы.

- Четкое распределение ответственности (персонал, отвечающий за каждый вид деятельности)
- Стандартные процедуры (СП) для каждого вида деятельности
- Документирование деятельности

6. Оценка

Оценку данных проводят в пределах водосбора. Чтобы включить основные пути круговорота веществ/элементов на территории водосбора, баланс приноса-выноса должен рассчитываться на основе химического состава атмосферных выпадений, химического состава поверхностных вод и водного баланса. Для приноса и выноса следует использовать стандартные единицы измерения:

- Расход воды (количество осадков и расход воды): мм
- Химическая концентрация: моль/ л^{-1} (например, мкмоль/ л^{-1} или ммоль/ л^{-1})
- Поток ионов (выпадение, вынос или потоки внутри почвы/растений): моль/ га^{-1} или моль/ м^{-2}
- Поток элементов для N и S: $\text{кг}/\text{га}^{-1} \text{год}^{-1}$ или $\text{г}/\text{м}^{-2} \text{год}^{-1}$

На основе скомпилированных данных в стандартных единицах по гидрологическим годам следует провести первоначальные оценки по следующим пунктам:

- Водный баланс в масштабе водосбора: принос, вынос и возможная эвапотранспирация.
- Баланс веществ/соединений в масштабе водосбора: баланс приноса-выноса.

7. Отчетность данных

Данные должны быть отправлены в Сетевой центр EANET после того, как национальный центр проведет первоначальную оценку. Поскольку данные в масштабах водосборов должны оцениваться на основе гидрологического года, набор данных должен быть составлен на основе гидрологического года соответствующих водосборных участков.

Существующие форматы отчетности для мониторинга влажных выпадений, сухих выпадений, почвы и растительности, а также поверхностных вод могут быть использованы для отчетности по обязательным пунктам мониторинга. Помимо данных соответствующих позиций должны быть приложены следующие сводные таблицы.

- Таблица, показывающая список наборов данных, полученных на участке водосбора
- Таблица, показывающая расчет приносов и выносов за гидрологический год

Ссылки:

Луангджаме Дж., Гариваит Х., Сасе Х., Ямасита Н., Охта С., Леонг К.П. и Такахашаи, М. 2009. Рекомендации по подготовке руководства по будущему мониторингу водосбора в странах-участницах EANET. Второе совещание Целевой группы по мониторингу почв и растительности EANET