

Walerij PETLIN

Lwowski Narodowy Uniwersytet im. I. Franki
Lwów, Ukraina
e-mail: v_petlin@ukr.net

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

GENERAL PRINCIPLES OF THE ENVIRONMENTAL MONITORING ORGANIZATION

Ключевые слова: экологический мониторинг, структурные точки мониторинговых исследований, антропогенные модификации территориальной структуры

Key words: *environmental monitoring, structural points of monitoring investigations, man-made modifications of the territorial structure*

Абстракт

Рассмотрены основные принципы планирования сети исследований в рамках экологического мониторинга. Показано, что для адекватного отображения существующих природных закономерностей, необходимо всесторонне учитывать имеющуюся структурную организацию природных территориальных систем. При этом данная организация должна рассматриваться в функциональном плане – в виде особой организации территории плеромного типа (целостные, функционально-природные системы, возникающие вследствие взаимодействия любого территориального образования с собственным системно организованным окружением и осуществляющие контрольно-корректирующие функции по отношению к этой системе). Такой подход становится возможным только при использовании особых структурированных точек мониторингового исследования, которые должны быть адекватны природной пространственной организации. Воздействие на природу антропогенного фактора значительно усложняет задание экологического мониторинга.

Abstract

The main principles of the research network planning within the environmental monitoring have been considered. It is shown that for realistic reflection of objective natural regularities it is necessary to consider in many aspects the structural organization of the natural territorial systems. By such approach the structural organization should be considered in functional aspect. This aspect includes functional surrounding of the territorial units (communities) as a special functional organization of the territory of pleromnic type (common functional-natural systems, which rise due to interaction of any territorial unit with individual systematic organized environment and which realize control-correctional functions regarding this system). Such approach can be possible only by use of specific structured points of monitoring investigations, which should be appropriate to the natural spatial organization. Influence upon the environment of the man-made factor makes the tasks of environmental monitoring much more complicated.

Несмотря на широкое использование экологического мониторинга в научных и практических целях, наиболее слабым его местом остается адекватное получение мониторинговой информации, которая бы соответствовала структурно-пространственной организации природы. При этом имеется в виду не статическая структура природных территориальных систем, а их функциональная структура, отражающая разнопериодические режимы.

Существующий в настоящее время преимущественно зональный метод выбора точек мониторингового исследования характеризуется значительной пространственной неопределенностью не только в функциональном, но и в статическом плане. Как следствие, возникают трудности с пространственной экстраполяцией результатов самого мониторингового исследования.

Целью данной работы является выделение общих принципов пространственной организации мониторинговых исследований с учетом структурно-функциональной организации природных территориальных единств.

Экологический мониторинг с момента его применения понимался как комплекс наблюдений за определенными компонентами биосферы, особым образом организованными в физическом пространстве и времени и экспериментов с определенным образом отобранными со всего разнообразия биологическими объектами, а также адекватного комплекса методов экологического прогнозирования (Израэль, Филимонова и др., 1980). В последствии идеи экологического мониторинга были применены в более широком плане, например, в ландшафтоведении, где его понимали как систему длительных наблюдений, сбор, обработку, передачу, анализ, сохранение информации о состоянии окружающей среды, прогнозирование изменений в ландшафтных системах, развития природно-антропогенных процессов с целью обеспечения рационального природопользования и природовосстановления (Білявський, 2007). Таким образом, сфера экологического мониторинга значительно расширилась и перешла с позиций биологии на общесистемные позиции организации природной среды.

Проблемой все же оставалась методика выбора точек мониторинговых исследований, поскольку реально каждая из них репрезентативно отражает специфику территориальных систем самого низкого уровня иерархической организации, как в статическом, так и в функциональном плане. Но чаще всего именно этот уровень организации часто не принимается во внимание, а переход на более высокие иерархические уровни осуществляется без учета существующей гомогенности показателей. Таким образом, планирование точек мониторинговых исследований необходимо начинать с определения и учета существующей структуры природных, антропогенно-модифицированных и антропогенных территориальных систем.

При этом основным требованием остается репрезентативность мониторинговых параметров. Сама репрезентативность как характеристика определенных показателей природной среды для более значительных территорий (систем более высоких морфологических уровней), согласно

математической статистике, должна отвечать, как выборочная совокупность, характеристикам генеральной совокупности и представляется или как разница между средними значениями членов обеих совокупностей или их отношением. Одновременно это мера возможности восстановить представление о целом по его части или мера расширения представлений про части от целого. Сами репрезентативные наблюдения должны быть максимально свободны от местных локальных (незакономерных) влияний. Как следствие, репрезентативность мониторинговых данных, состоящих из натуральных наблюдений, проб, выборок, взятых в природной среде должна отвечать объективным критериям истинных наблюдаемых явлений.

Общая организация территориальных систем, как свойство всех систем различного иерархического уровня, состоит из взаимодействующих, определенным образом упорядоченных пространственных и часовых структур. Они обусловлены как внутренними, так и внешними факторами и характеризуются двумя составляющими: организация, как процесс, то есть формирование организации и организация как существующая упорядоченность в пространстве и времени (Боков, Тимченко, Черванев, Рудык, 2005). То есть пространственно-временная организация территориальных систем – свойство, которое постоянно меняет в пространстве ареалы выявления, оно функционально, что переводит его в разряд организации функциональной. Такая организация является проявлением взаимодействующей совокупности функциональных процессов и явлений, которые формируют, поддерживают, корректируют и контролируют целостность системы, направленной на достижение системой цели функционирования, через эмерджентную взаимообусловленность ее структурно-функциональных составляющих (Петлин, 2009). В таком ракурсе организация экологическая представлена непрерывно внешне контролируемым процессом становления, сохранения и развития структуры и функции системы (ее системной упорядоченности) обусловленной наличием совместной цели у системы и ее природного функционального окружения.

Таким образом, функциональные структуры территориальных систем пространственно шире структур статичных, поскольку вмещают функционально связанные части соседних территориальных образований. Соответственно происходит направленное изменение и исследуемых мониторинговых параметров.

Как показывают конкретные экспериментальные исследования, функциональные структуры территориальных систем повторяются на каждом иерархическом уровне. Эта закономерность позволяет соответствующим образом планировать размещение точек экологического мониторинга. Как правило, их целесообразно размещать в центральных участках сложных функциональных образований, которые не только владеют пространственно-временной устойчивостью, а и отвечают за сохранение инвариантных свойств территориальных систем. Подобные образования как целостные, функционально-природные

системы, возникающие в результате взаимодействия любой территориальной системы (например, ландшафтной) с собственным системно организованным окружением и, осуществляющие контрольно-корректирующие функции по отношению к этой системе, получили название «плерома» (Петлін, 2007). Это функциональное образование направленно формирует параметры системы и таким образом позволяет понять каким образом организованы в пространстве и времени показатели экологического мониторинга.

Проблемным вопросом является учет соотношения иерархически соподчиненных территориальных систем. Иерархическая организация, как и любая другая, это в первую очередь связи. То есть совокупность процессов или действий, которые приводят к возникновению и усовершенствованию целого как образования, состоящего из взаимодействующей совокупности целостных систем более низкого уровня. Такая эволюционно сформированная территориальная организация характеризуется внешне и внутренне упорядоченной совокупностью процессов направленных на гармонизацию ее функциональных механизмов и принадлежит к явлению поведения такого сложного образования. При этом на передний план выходит групповое поведение, контролируемое междусистемными связями. Это форма иерархической сбалансированности часто противоположных форм поведения (конкуренции и кооперации, агрессивности и подчинения, агрегации и изоляции и т. п.). Синергетический эффект, возникающий в следствии такого поведения, характеризуется результирующей широкой организацией – организационный синтез (единство) структуры и функции (поведение). Для такой организации структурный аспект не может рассматриваться как начальный. Между функцией и структурой возникает полная симметрия в результате единства внутренних и внешних аспектов (Голышев, 2011). То есть изначально функция формирует структуру, после чего структура начинает корректировать действие функции.

Проблема состоит в обоснованном выборе точек наблюдения, которые бы адекватно отражали свойства всей иерархической организации территориальных систем. Тут все зависит от уровня необходимой интерпретации мониторинговых исследований, контролируемой мониторинговым заданием. Если это локальный уровень, то тут наиболее жестко связаны структурные составляющие и снимаемые мониторинговые параметры наиболее полно отвечают именно этому локальному уровню территориальной организации. При необходимости более широкой экстраполяции мониторинговых исследований необходимо учитывать, что связи тут между структурными составляющими имеют более свободный характер. Параметры имеют значительно большее число степеней свободы и тем не менее их репрезентативность удовлетворительно обеспечивает региональный уровень территориальной организации.

Проблема при мониторинговом исследовании иерархически усложненных территориальных систем усугубляется тем, что тут необходимо учитывать

феномен вложения функционально организованных структур. Функциональная организация сложных систем на внутреннем уровне состоит из вмещающих функциональных организаций иерархически низших уровней. Такая функциональная пирамида взаимообусловлена и характеризуется наличием локальных участков, отвечающих за сохранение инвариантов как на определенном структурном срезе иерархической территориальной пирамиды, так и на уровне ее обобщенной, целостной организации. Именно в таких локально-дискретных участках целесообразно размещать точки экологического мониторинга.

Таким образом, мониторинговые точки исследования призваны отражать закономерности формирования природных территориальных единств (то есть их организацию) в пределах мониторингово-экстраполируемого пространства. Поскольку такая организация включает свойства всех без исключения систем любых иерархических уровней и отвечает их определенной упорядоченности, в соответствии с направленным воздействием системоформирующих, системоподдерживающих и системоконтролирующих факторов, то это свойство проявляет взаимообусловленное поведение частей в функциональном объеме целого. Как следствие, мониторинговые исследования, направленные на изучение и всесторонний учет такой территориальной функциональной организации, являются адекватным отражением природной реальности.

Поскольку территориальное пространство является системно организованным, любой из исследуемых мониторинговых параметров характеризуется системной отражательностью. То есть он репрезентирует не только определенное дифференцированное в пространстве и времени территориальное образование, а и междусистемные отношения. Такая совокупность зависимостей характеризуется значительной индивидуальностью, что создает определенные трудности для процесса интерпретации полученных данных на значительные пространства. Острой необходимостью становится отделение индивидуального от общего (инвариантного). Определенный выход состоит в опоре на средние и длительноформируемые показатели. Такими, например, могут быть мощности почвенных горизонтов, биопараметры, структура которых формируется на протяжении длительного времени и нивелирует индивидуально зависимые и флуктуационные отклонения. Фиксируемые краткоформируемые характеристики (температурные режимы, влажность приземной части атмосферы и почв, инсоляционные показатели и т.п.) имеют необычайно динамические как во времени, так и в пространстве структуры. Только в сравнении с длительноформируемыми структурами в них имеется возможность выявить инвариантную основу, которая является для них опорной.

Постепенно мы подводим к мысли о том, что для адекватного отражения природных зависимостей необходимо использовать структурированные мониторинговые точки исследования. Они представляют собой взаимосвязанную и взаимообусловленную, локализованную в пределах функциональной зоны взаимодействия сопряженных территориальных систем

совокупность точек исследования одного параметра (характеристики) которая за структурными особенностями отвечает структуре данного участка ландшафтной сферы.

При этом структура участка ландшафтной сферы рассматривается как совокупность внутренней и внешней структур мониторинговой структурированной точки. Первая представлена закономерно сформированным внутрисистемными и внешнесистемными процессами функциональным единством структурированных образований которые характеризуются организованной совокупностью отношений и взаимосвязей между ними. Вторая – структурированными внешними связями, которые характеризуются контрольно-корректирующими функциями по отношению к структуре внутренней (Петлин, 2010).

При этом расположение структурированных точек экологического мониторинга должно осуществляться на участках с наличием структуры гармоничных отношений, как функциональным межсистемным свойством, репрезентирующим пространственно-временную неоднородность той части общего межсистемного (плеромного) функционального поля, которая отвечает за сохранение соответствующих взаимодействующих территориальных систем в гармоничном состоянии. Такая структура детерминирована в пространстве и времени, то есть ее свойства сформированы или формируются за определенными законами.

Выбор структурированных точек экологического мониторингового исследования целесообразно осуществлять также с учетом экологически-сетевой структуры ландшафтов, которая пространственно отображает систему связей наиболее типичных для данной зоны ландшафтов и состоящей из экоцентров и экокореидоров. При этом конкретные точки мониторингового исследования должны быть структурного характера с нестационарными свойствами. Последнее означает, что такая структура эволюционирует, способна к увеличению сложности и в конечном итоге развивается в сторону качественного изменения – самоуничтожения и возникновения на ее месте другого структурного образования.

В конце концов приходим к заключению, что структурные точки экологического мониторинга должны опираться на результирующую структуру, где определенная совокупность отношений противопоставляется не элементам, взятым во всем многообразии их свойств и особенностей, а только тем свойствам этих элементов, которые реализованы в данный момент времени в рамках данной структуры (через ее механизмы). Такая структура выполняет функцию направленного раскрытия потенциалов элементов в той или другой ситуации (Свидерский, 1983). Результирующая структура в полном объеме репрезентирует территориальные структуры векторных полей (многомерных свойств пространств), которые формализуют многомерные (векторные) свойства территориально упорядоченных элементов геосистем (Топчиев, 1988).

Преимущества такого структурного подхода к планированию точек экологического мониторинга в основном продиктованы своеобразным структурным изоморфизмом как параллельностью, соответствием структур. Отдельные элементы структур между соответствующими территориальными системами, соединенными этими структурами, могут определенным образом отличаться, но порядок последовательности размещения, сопряжения этих систем и их элементов строго соответствуют одна другой во всех случаях, что позволяет проводить широкие экстраполяции.

Значительным аспектом планирования исследований по программе экологического мониторинга является учет антропогенных и антропогенно спровоцированных явлений вызванных антропогенными процессами. Последний рассматривается как процесс направленного воздействия человека на механизмы природного процессного поля территориальных систем с целью создания для себя планированной ситуации (планированного состояния системы). В результате действия антропогенного процесса в процессном поле системы происходит корректирование или уничтожение (перенаправление, качественное изменение, замена природных процессов антропогенными и т. п.) природных процессных механизмов, что чаще всего приводит к нарушению процессного равновесия системы. Сегодня антропогенез, как изменение и последующее саморазвитие природных объектов и явлений, находящихся под воздействием человеческой деятельности, стал одним из факторов формирования окружающей среды. При этом не любое по интенсивности воздействие на природные системы человека необходимо относить к антропогенезу. Это антропогенное действие должно заметно изменить структуру организованных природой систем, внести существенные изменения во внутрисистемную и внешнесистемную организацию связей, отразиться в последовательности эволюционных изменений систем. При наличии этих условий антропогенно обусловленное саморазвитие территориальных систем характеризуется чаще всего наличием антропогенной модифицированности.

При наиболее кардинальных антропогенных изменениях природы возникают своеобразные антропогенные ландшафты. Как результат появляются характерные элементы таких ландшафтов: хозяйственные угодья, населенные пункты, дороги, антропогенные формы рельефа (каналы, терриконы и т. п.). Одновременно чаще всего антропогенные ландшафты представлены не в виде обобщенного названия природных территориальных систем, а в виде регионального комплекса, который характеризуется наличием в его составе определенных значительных по площади антропогенных территориальных систем, но остается при этом географическим ландшафтом. Что касается индивидуальных систем, то тут чаще всего в наличии антропогенные модификации в виде состояний природных территориальных систем, которые характеризуются совокупностью параметров антропогенно измененной структуры, неизменной на протяжении длительного времени (преимущественно более года). При антропогенных модификациях не происходит

замена инварианта территориальной системы. Она в целом продолжает выполнять внутреннюю эволюционную и внешнюю ландшафтоподдерживающую программы. При этом сама антропогенная модификация проявляется в виде сокращения времени существования как отдельных эволюционных состояний, та и системы в целом. Ключевым понятием, которое имеет первостепенное значение при планировании экологического мониторинга, является «антропогенное состояние» как состояние территориальной системы, возникшее под влиянием антропогенного фактора. Такие состояния, как правило, неуравновешенны, дисгармонизирующие как внутреннюю структуру связей природных систем, так и их ландшафтное окружение и направлены приводящие к ликвидации существующих антропогенных состояний, что заставляет общество привлекать все больше ресурсов для хотя бы временной нейтрализации такого воздействия.

В таких условиях планирование точек экологического мониторинга наиболее сложно. На фоне рассмотренных природных закономерностей такого планирования возникает необходимость учета антропогенных изменений окружающей природы. Для этого необходима классификация не столько самих антропогенных воздействий, сколько типичных модификаций организационных механизмов в природных территориальных системах. Как результат именно комплекс природных (условно и абсолютно коренных), антропогенно-модифицированных и антропогенных структурированных точек исследования составляют сущность поля экологического мониторинга.

Таким образом, современное состояние планируемых исследований в рамках реализации экологического мониторинга требует более широкого методико-методологического обоснования в плане выбора точек исследования и их структуры. При этом для более адекватного отображения природных зависимостей необходимо использовать не точечные, а структурные пункты исследования, размещая их в зависимости от сложившейся функциональной структуры природных, антропогенно-модифицированных и антропогенных территориальных систем. Само поле экологического мониторинга должно отвечать функциональной структуре иерархически организованных территориальных единиц, что обеспечит получение репрезентативной картины состояния природной среды.

ЛИТЕРАТУРА

- Боков В.А., Тимченко И.Е., Черванев И.Г., Рудык А.Н., 2005: Пространственно-временной анализ в территориальном менеджменте. Часть 1 – Симферополь: 184 с.
- Голышев Л.К., 2011: Системный подход к анализу и проектированию сложных систем. Системный проект – ГП «Информационно-аналитическое агентство», Киев, 555 с.
- Израэль Ю.А., Филимонова А.М., Инсарова П.Э. и др., 1980: Экологический мониторинг и регулирование состояния природной среды // Проблемы экологического мониторинга и моделирование экосистем. Т. 4, Гидрометеоиздат. Ленинград: 6-19.
- Петлін В.М., 2007: Стратегія ландшафту – Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, Львів, 288 с.
- Петлін В.М., 2008: Екологічні механізми організації природних територіальних систем – Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, Львів: 304 с.
- Петлін В.М., 2009: Методологія та методика експериментальних ландшафтознавчих досліджень – Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, Львів: 400 с.
- Петлін В.М., 2010: Конструктивна географія. – Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, Львів: 544 с.
- Свидерский В.И., 1983: О диалектике отношений. Наука, Ленинград: 163 с.
- Топчиев А.Г., 1988: Пространственная организация географических комплексов и систем – Вища шк. Головне вид-во, Одесса: 187 с.