

Министерство образования Республики Беларусь
Белорусский государственный педагогический университет
имени Максима Танка

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Сборник научных статей

Минск 2001

В. Л. Андреева

ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПОНЯТИЯ УСТОЙЧИВОСТИ

Проблема оценки устойчивости относится к наиболее актуальным в естественных науках [7]. За последние 30 лет накоплен значительный объем знаний по теории устойчивости [1, 6, 8], а также факторам риска для естественных ландшафтов.

Интерес к данной проблеме вызван пересмотром отношения к охране окружающей среды, что было связано с необходимостью сохранения ненарушенных территорий в условиях постоянного антропогенного влияния, а также с изменением в самой науке по отношению к понятию «геосистема».

Среди публикаций по проблеме устойчивости множество формулировок данного понятия. До сих пор в естествознании нет четкого представления об устойчивости. Приведем, на наш взгляд, наиболее интересные. По мнению [10], главная особенность понятия «устойчивость» выражается в отсутствии или быстром затухании в системе; особое отличие устойчивости [11] в способности восстанавливать прежнее состояние после возмущения, на этом основании выделяют две разновидности устойчивости: 1) как способности системы подвергаться действию внешних возмущений без изменения, в определенных пределах выполняемой ей функции, а также 2) как способности комплекса, испытывая влияние извне, не переходить в другое состояние.

Способность биогеоценоза к устойчивому существованию есть доказательство функционирования универсального свойства материальных систем сохраняться при изменении условий окружающей среды. По мере развития, геосистема может иметь одно состояние из множества возможных, причем различие и смен состояний, и смен геосистем является важным для оценки ее устойчивости [3]. Рассматривая любую систему, необходимо иметь в виду, что она может иметь несколько форм устойчивых состояний, из чего следует, что не всякое изменение состояния геосистемы идет с изменением ее структуры.

Понятие абсолютной устойчивости биологической системы можно описать математически, с помощью дифференциальных уравнений по методике А. А. Ляпунова. При этом необходимо добавить, что устойчивость всякой системы не может быть выражена в цифровом эквиваленте, поскольку система или может быть устойчива или нет.

Устойчивость системы обеспечивается с помощью особых механизмов, которые сформировались в процессе эволюции. Данные приспособления предопределены особенностями геосферы: иерархичностью пространственной структуры и гетерогенными системами, включающие абиогенные и биогенные составляющие [5].

Природные геосистемы имеют определенные механизмы, которые компенсируют не только незначительные колебания со стороны внешнего мира, но и катастрофические возмущения таких условий, к которым данные системы были приспособлены.

Структура, функционирование, схема развития геосистемы являются показателями устойчивости. Чем прочнее связаны компоненты геосистемы круговоротом веществ и энергией, тем более устойчива система при условии отсутствия катастрофических воздействий.

Функциональная структура (связь между компонентами) имеет важное значение в жизнедеятельности любой системы. По мере развития геосистемы происходят приспособления компонентов друг к другу и к соответствующим условиям среды, таким образом степень ее устойчивости растет по мере повышения способности к самоуправлению и саморегулированию. Территориальная структура геосистем также имеет немаловажное значение, поскольку предопределяет взаимообусловленность подсистем и невозможность их изолированного существования.

Энергетическая обеспеченность геосистемы влияет на ее функциональный аспект устойчивости. С функционированием геосистемы связаны возникающие в ней диалектическое противоречие: живая система стремится к увеличению свободной энергии и к понижению энтропии, а косная — к равновесию, то есть к минимализации свободной энергии и увеличению энтропии [1].

Функционирование системы одного уровня непосредственно связано с жизнедеятельностью другой системы, более высокого уровня организации. Источником внешних возмущений, в основном, являются абиотические составляющие системы. Всякие внешние возмущения являются результатом функционирования геосистемы более высокого уровня. Система, являясь открытой, должна постоянно трансформировать энергию, направленную на нее. Вот почему присутствие биологического компонента, обуславливающего сохранение основных ее свойств, обязательно. К примеру, почвенный покров наиболее уязвим при отсутствии растительного покрова. Из чего следует, что биота выполняет функцию защиты и одновременно обеспечивает относительное постоянство, таким образом, является одним из информативных показателей устойчивости.

Механизм реагирования на всякого рода воздействия окружающей среды имеет цепной характер и включает как изменение абиотического фактора, в результате реакции геосистемы, более высокого уровня, так и изменение биогеоценоза под влиянием изменения абиотической части геосистемы.

Устойчивость геосистемы определяют по характеру воздействия на нее. Показателем такого рода реакций могут выступать (при внешних воздействиях на систему) жесткость связей между ее компонентами [1, 7]. О наличии в системе сильных связей компонентов можно говорить при сохранении их функций в нехарактерных для данной системы условиях (в виде самоизоляции системы), а при преобладании слабых связей — воздействие гасится и не передается по цепочке.

Сильные объекты объединены потоками вещества. Примером могут служить ледники, лавины, русло рек. Для подобных систем необходимо ограничение коли-

чества слагающих компонентов и одновременно — увеличение сложности их организации.

К слабым объектам относятся однородные одноуровневые системы — транспортные пути, населенные пункты. Для них необходимо увеличение численности, данная мера повысит способность объектов к сопротивлению локальным воздействиям, направленным на отдельно выделенный элемент [2].

По мере возрастания возмущения со стороны среды можно выявить общие формы устойчивости геосистем: инертность (способность геосистемы при воздействии фактора не выходить из области заданного состояния), эластичность (способность геосистемы возвращаться в исходное состояние, в определенный период времени, после воздействия на нее внешнего фактора), пластичность (наличие у геосистемы нескольких областей состояний) [4]. Геосистема обязательно обладает одной из них, хотя возможно и тремя видами вместе.

Выделяют эволюционную устойчивость, которая сформировалась в процессе естественного отбора и борьбы за существования биогеоценозов, а также — историческую и действующую [9].

Устойчивость имеет свою специфику — она, в зависимости от того, какие силы действуют на систему, может быть космической (устойчивость к воздействию ультрафиолетовой радиации, состоянию невесомости и т. п.), антропогенной (устойчивость на воздействия, связанные с человеческим фактором) и др.

При использовании понятия «устойчивость» возникают ряд трудностей, прежде всего связанные с переходом от идеальной модели к естественной системе (и наоборот), а также в связи изменением масштабов при переходе от одной системы к другой.

Литература

1. Арманд А. Д. Устойчивость географических систем к различным типам внешних воздействий // Устойчивость геосистем. М., 1983. С. 14—13.
2. Арманд А. Д. «Сильные» и «слабые» системы в географии и экологии // Устойчивость геосистем. М., 1983. С. 50—6.
3. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск, 1978.
4. Гродзинский Н. Д., Вышченко П. Г. Ландшафтно-экологический анализ в мелiorативном природопользовании. Киев, 1993.
5. Куприянова Г. П. Обзор представлений об устойчивости физико-географических систем // Устойчивость геосистем. М., 1983. С. 7—13.
6. Перес Т. Т. Пределы устойчивости экосистем // Человек и биосфера. М., 1979. Вып. 3. С. 90—95.
7. Преображенский В. С. Проблемы устойчивости геосистем // Устойчивость геосистем. М., 1983. С. 4—7.
8. Пузаченко Ю. Г. Биологическое разнообразие, устойчивость и функционирование // Проблемы устойчивости биологических систем. М., 1992. С. 5—32.
9. Реймерс М. Ф. Природопользование. М., 1990.
10. Свирижев Ю. М., Логофет Д. О. // Устойчивость биологических сообществ. М., 1988.