

2014 г.): Доклады и краткие сообщения. Ульяновск: ФГБОУ ВПО «УлГПУ-им.И.Н.Ульянова». 2014. – С. 84-85.

6. BulatUsmanov, OlegYermolaev&ArturGafurovEstimates of slope erosion intensity utilizing terrestrial laser scanning // IAHNS Publ. 367, 2014. pp. 59-65.

7. Ильина, Т.А.Эрозионные земли Чувашии/ Т.А. Ильина, В.Г. Иванов, С.С. Максимов // Двадцать третье пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов (г. Калуга, 8-10 октября 2008 г.): Доклады и краткие сообщения. – Калуга: КГПУ им. К.Э.Циолковского, 2008. – С.139-140.

8. Сетунская, Л.Е. Овражная эрозия (методы изучения)/ Л.Е. Сетунская // Методы полевых геоморфологических экспериментов в СССР. – М.: Наука, 1986. – С. 48-63.

9. Симонов, Ю.Г.Методы геоморфологических исследований: Методология: Учебное пособие / Ю.Г. Симонов, С.И. Большов. – М.: Аспект Пресс, 2002. – 191с.

10. Толстых, Е.А. Методика измерения экзогенных процессов / Е.А.Толстых, А.А. Клюкин, Т.Н. Толстых // Методы полевых геоморфологических экспериментов в СССР. – М.: Наука, 1986. – С. 5-24.

УДК 910.1

АНТРОПОГЕННОЕ НАРУШЕНИЕ И САМООРГАНИЗАЦИЯ ПРИРОДНЫХ ГЕОСИСТЕМ

Голеусов П.В.

Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Россия

Антропогенное воздействие на природные геосистемы приводит к возрастанию в них хаоса, но именно этот акт запускает процессы саморегуляции (самовосстановления с использованием механизма отрицательных обратных связей) или самоорганизации (формирование новой структуры в дезинтегрированной среде путем случайного выбора неслучайных состояний) [1]. Реализация того или иного сценария зависит от параметров нарушающего воздействия (управляющих параметров), среди которых наиболее существенны в отношении вызываемых последствий: количественные (интенсивность, пространственные масштабы воздействия) и **временные** [2]. В ГОСТ 17.8.1.02-88 определен еще один важный критерий антропогенных воздействий – их направленность: привнесение вещества и энергии в природу; изъятие вещества и энергии из природы; перераспределение и (или) трансформация вещества и энергии в природе. Последствия антропогенных изменений принято разделять на обратимые и необратимые. Однако любые флуктуации происходят на фоне эволюционного развития геосистем, поэтому полностью обратимых изменений быть не может [3]. Кроме того, необратимость изменений следует считать необходимым условием самоорганизации [4].

Если антропогенные воздействия достаточно интенсивны и/или продолжительны, чтобы преодолеть порог устойчивости природных геосистем, то в них происходит переход от режима саморегулирования к самоорганизации (рис. 1). Этот переход (бифуркация) сопровождается разрушением структуры предшествующей геосистемы и приводит к формированию новой структуры из элементов, оставшихся после разрушения, с участием элементов из фоновых сохранившихся систем, или в результате взаимодействия новых элементов, с образованием геосистемы, эквивалентной старой [1]. По отношению к старой геосистеме этот переход может рассматриваться как кризис,

катастрофа [5, 6], отказ геосистемы [7]. Вместе с тем, его вряд ли можно считать фатальным нарушением асимптотической (по отношению к «коридору аттрактора» – ландшафтно-экологической нише) устойчивости геосистем более высокого порядка.

Выбор ветви развития после бифуркации в реальных природных геосистемах происходит под контролем управляющих параметров среды (вектора нарушающих воздействий, зональных условий, фоновых геосистем, сохранившихся элементов старых геосистем) и, строго говоря, не может быть бесконечно разнообразным. Поиск новых состояний осуществляется в рамках инвариантов геосистем – эволюционно закрепленных зональных «программ» (ландшафтно-экологических ниш), и в конкретной ситуации выбор не равновероятен. Такой выбор следует считать бифуркацией «с поддержкой» [8] или псевдобифуркацией [9]. Программируемая самоорганизация геосистем при их локальном нарушении является следствием иерархической организации географической среды, и, соответственно, их иерархической устойчивости (в отношении экосистем термин «иерархическая устойчивость» введен Ю.М. Свиричевым в 1974 году [10]). Фактически каждый вышестоящий уровень организации географической среды «обеспечивает» возвращение антропогенно нарушенных геосистем в рамки свойственной ему амплитуды динамической устойчивости. Разнообразие траекторий таких возвращений может быть описано моделями устойчивости по Ляпунову, Лагранжу, Пуассону – в зависимости от интерпретации исходных состояний, согласованности траекторий развития и состава компонентов и степени нарушений геосистем [7].

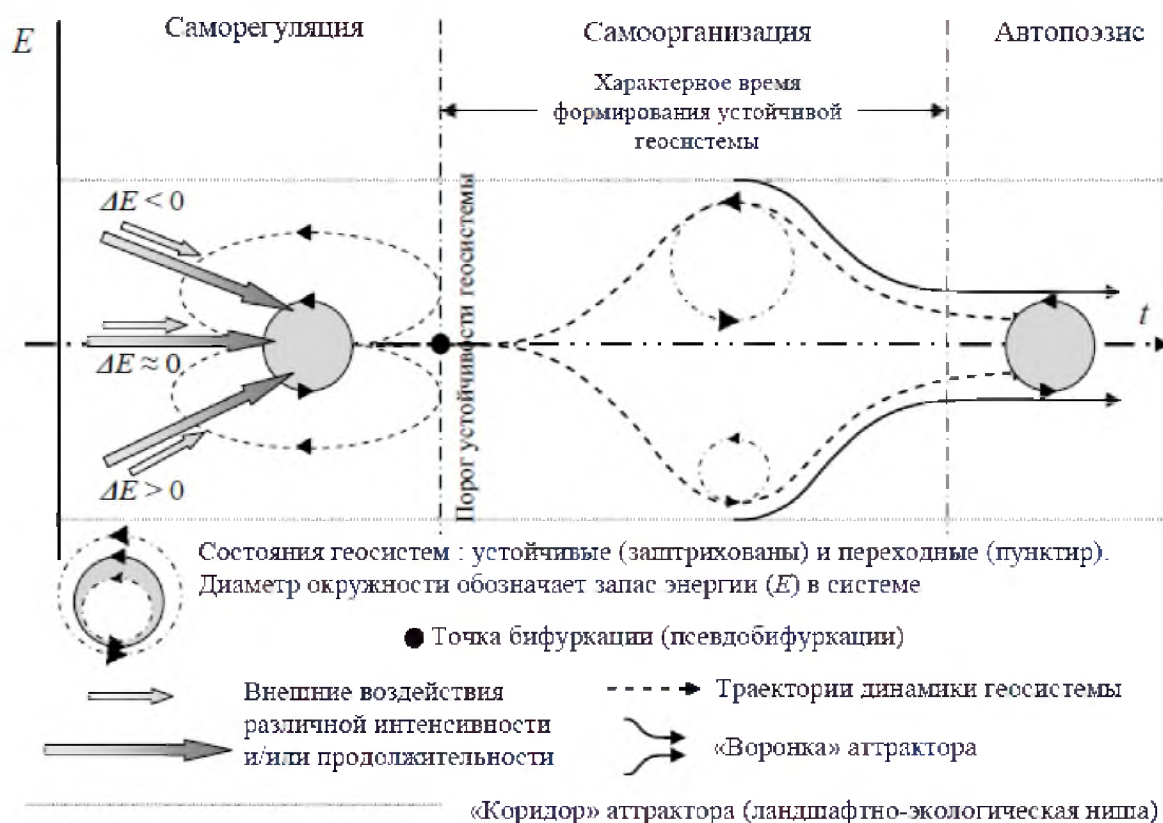


Рис. 1. Динамика нарушенной геосистемы после воздействий, снижающих ($\Delta E < 0$) и повышающих ($\Delta E > 0$) ее энергетический потенциал во времени (t)

Антропогенное поступление или изъятие энергии/вещества, их перераспределение, превышающие способность к самовосстановлению природных систем, приводят к разрушению сложившихся естественных структур и связей. Как правило, в неблаго-

приятных условиях происходит упрощение структуры живых сообществ [11, 12], что характерно и для антропогенных воздействий с отрицательной направленностью ($\Delta E < 0$). Однако это лишь начальный этап эволюции (по существу, являющийся инволюцией) антропогенно нарушенных экосистем, который может многократно повторяться при повторяющемся воздействии. Его можно рассматривать как своеобразную адаптацию экосистем к антропогенным воздействиям, продолжительность которых существенно меньше характерного времени [13, 14] развития зональных биомов. В этой ситуации в экосистеме воспроизводятся наиболее быстрые процессы, например, развитие рудеральных сообществ с быстрой сменой видов, начальное почвообразование с образованием примитивных почв с «прижатым» к поверхности профилем и др. Но достаточно возникнуть лишь непродолжительному (в масштабах характерного времени природных сукцессий) перерыву в воздействии, как «давление жизни» (по В.И. Вернадскому) приводит к возобновлению процессов самоорганизации природных сообществ зонального типа – на начальных этапах фрагментарному (во времени и пространстве), а затем все более континуальному. Если этот промежуток времени между антропогенными воздействиями сопоставим с характерным временем наиболее длительных процессов самоорганизации геосистем, например, развитием полнопрофильных почв, то при условии стабильности зональных вещественно-энергетических ресурсов неизбежен автопоэзис коренных геосистем.

Природные сценарии «реставрации» заброшенных антропогенно нарушенных геосистем и их техногенных компонентов имеют универсальный характер. В большинстве случаев они обеспечивают наиболее сбалансированный, термодинамически эффективный путь восстановления природного состояния (равновесия) геосистем. Признание данного факта является проявлением экологической этики и соответствует одному из «законов» Барри Коммонера – «природа знает лучше» [15]. Познание механизмов автопоэзиса природных геосистем имеет большое практическое значение, так как позволяет предотвратить многие неэффективные и ошибочные решения и действия, основанные на желании «навязать» природе сценарии, приемлемые для общества «в одностороннем порядке», в отношении которых в природных геосистемах зачастую действуют «эволюционные правила запрета» [16]. В отличие от декларируемого экологическими экстремистами «возвращения к природе», более целесообразно поддерживать возвращение природы – ренатурацию антропогенно нарушенных геосистем [17], которая не подразумевает, но и не исключает участия человека

Исследования выполнены при поддержке гранта Президента РФ МД-6807.2015.5.

Литература

1. Арманд, А.Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем / А.Д. Арманд. – М.: Наука, 1988. – 261 с.
2. Акимова, Т.А. Основы экоразвития: учебное пособие / Т.А. Акимова, В.В. Хаскин. – М.: Изд-во Рос. экон. акад., 1994. – 312 с.
3. Реймерс, Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.
4. Пригожин, И. Введение в термодинамику необратимых процессов / И. Пригожин. – Ижевск.: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 160 с.
5. Анатомия кризисов / А.Д. Арманд, Д.И. Люри, В.В. Жерихин и др. – М.: Наука, 1999. – 238 с.

6. Catastrophic shifts in ecosystems / M. Scheffer, S. Carpenter, J.A. Foley // Nature. – 2001. – Vol. 413. – No. 11. – pp. 591-596.
7. Гродзинский М.Д. Стіійкість геосистем до антропогенних навантажень. – К.: Лікей, 1995. – 233 с.
8. Пригожин, И. Время, хаос, квант. К решению парадокса времени / И. Пригожин, И. Стенгерс. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 240 с.
9. Моделирование динамики геоэкоосистем регионального уровня / П.М. Хомяков, В.Н. Конищев, С.А. Пегов и др.; под ред. П.М. Хомякова и Д.М. Хомякова. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2000. – 382 с.
10. Свирежев, Ю.М. Устойчивость биологических сообществ / Ю.М. Свирежев, Д.О. Логофет – М.: Наука, 1978. – 352 с.
11. Одум, Ю. Основы экологии / Ю. Одум. – М.: Мир, 1975. – 741.
12. Джиллер, П. Структура сообществ и экологическая ниша / П. Джиллер. – М.: Мир, 1988. – 184 с.
13. Арманд, А.Д. Принцип дополнительности и характерное время в географии / А.Д. Арманд, В.О.Таргульян // Системные исследования. – М., 1974. – С. 146-153.
14. Арманд, А.Д. Механизмы устойчивости геосистем / А.Д. Арманд. – М.: Наука, 1992. – 208 с.
15. Коммонер, Б. Замыкающийся круг / Б. Коммонер. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 280 с.
16. Князева, Е.Н. Синергетика: нелинейность времени и ландшафты коэволюции / Е.Н. Князева, С.П. Курдюмов. – М.: КомКнига, 2011. – 272 с.
17. Голеусов П.В. Концепция ренатурации антропогенно нарушенных геосистем: методологические и прикладные аспекты / П.В. Голеусов // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 11 (часть 3). – С. 556-564; URL: www.rae.ru/fs/?section=content&op=show_article&article_id=10004828

УДК 504.064.2; 528.88

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БАССЕЙНОВЫХ ГЕОСИСТЕМ НА ОСНОВЕ ЛАНДШАФТНОГО ПОДХОДА

Ермолаев О.П., Иванов М.А.

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия

В статье представлена методика геоэкологической оценки состояния речного бассейна (на примере р. Казанки) на основе ландшафтного подхода с использованием геоинформационных систем. В работе реализуется ландшафтный подход при оценке, где в качестве операционно-территориальных единиц выступают типы местности, то есть естественные природно-территориальные комплексы, что обеспечивает объективность полученных результатов. В качестве фактора антропогенной нагрузки используются основные категории землепользования. Для этого, на основе результатов дешифрирования космического снимка, была создана пространственная база данных о функциональном использовании исследуемой территории.

Бассейн реки Казанки расположен на стыке двух ландшафтных зон: большая его часть (все правобережье, среднее и верхнее течение) принадлежит к бореальной