УДК 536.1

Е.А.ИЛЬИНА
Горный факультет,
аспирант кафедры экологии, аэрологии
и охраны труда

СОВРЕМЕННЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ В СВЕТЕ СИНЕРГЕТИКИ

В настоящее время нерациональное использование природных ресурсов и постоянно увеличивающееся техногенное воздействие на окружающую среду приводит к возникновению многочисленных зон экологических бедствий и катастрофам. Философские суждения и методы синергетики позволяют изучить экологические проблемы на более глубоком уровне: а) понять процессы самоорганизации систем, особенности бифуркаций и диссипативных структур; б) сформулировать причины экологических кризисов прошлого и рассчитать вероятность их повторения.

Синтез методов физики, биологии, химии, математики и других наук позволяют в свете синергетики применять модели теории катастроф для решения различных экологических задач. Расширение и углубление зоны техногенного воздействия на окружающую среду приводит к формированию новой экосистемы с новейшими свойствами и характеристиками. В статье показана связь между системами с различной степенью равновесия и сформулированы потенциальные причины очередного глобального экологического кризиса планеты.

Now the nonrational usage of natural resources and the increased man's interference in nature begin to increase the number of the zones of ecological disasters and debacles. The philosophical opinions and methods of synergetic allow to learn ecological problems at more steep level: a) to understand the processes of the self-organising of systems, the features of bifurcations and dissipative patterns; b) to formulate the reasons of past ecological crises and to calculate the probability of their repeated originating.

The synthesising of the methods of physics, biology, chemistry, mathematics and other sciences allow to apply the models of the theory of debacles to the solution of different ecological problems in light of a synergetic. Expansion and the deepening of a zone human influence on an environment results new ecosystems with the newest properties and characteristics. In clause the connection between systems with a various degree of balance is shown and the potential reasons of the next global ecological crisis of a planet are submitted.

Вхождение человечества в XXI в. ставит перед ним новые серьезные проблемы. Новый век, судя по всему, должен стать веком экологизации всех ветвей науки и производства, так как для человечества пришло время задуматься над вопросом, как сохранить великолепие окружающего нас мира и рационально использовать природные ресурсы? К важнейшим научным проблемам, проявившимся на рубеже веков, можно отнести проблемы народонаселения и антропогенного преобразования биосферы Земли, способных привести в XXI в к очередному экологическому кризису с непредсказуемыми последствиями [6]. Результатом антропогенных изменений окружающей среды являются зоны экологических бедствий и катастроф, в пределах которых становится невозможным естественное равновесие природных экосистем и безопасная жизнедеятельность человека.

В России около 20 % территории уже сегодня отнесены к таким зонам и выделено более 15 локальных зон. Особенно весомо влияние на их формирование горно-добывающих и перерабатывающих отраслей промышленности. Следует отметить, что площади сельскохозяйственных угодий, ут-

ративших биогенные свойства, составляют 40 % их общей площади и имеют тенденцию к сокращению на 4 % каждое десятилетие. Кроме того, на территории России выявлено около 1500 очагов загрязнения подземных вод; воды примерно 37 % общей протяженности рек европейской части страны утратили свои питьевые качества; площадь вырубленных лесов и лесов, утративших коммерческий бонитет, достигла 30 % и увеличивается на 0,3 % в год [6].

Общепризнанно, что сохраняться и выживать в течение достаточно длительного времени могут только устойчивые системы [5], но эти системы не могут эволюционировать, а эволюционная парадигма – это основа основ биологии. В мире, где мы живем, одни системы разрушаются, другие возникают. Процесс эволюции, т.е. бесконечной смены одних устойчивых состояний другими с переходом через неустойчивое состояние (бифуркацию), необратим. Когда система проходит через бифуркацию, предсказать направление ее дальнейшего развития практически невозможно: система может погибнуть, а может перейти на более высокий уровень упорядоченности или организации, который называется диссипативной структурой [3].

Любая живая система: организм, экосистема или биосфера – живет конечное время; она устойчива лишь на некотором промежутке времени; умирая или разрушаясь, она теряет устойчивость, и на ее месте появляется другая, но усложнение структур также не безгранично: для поддержания более сложной структуры требуется и больше энергии, которую необходимо рассеять, иначе дело может кончиться катастрофой. В экологии это особенно наглядно видно на примере трофических цепей. Если измерять сложность этих цепей их длиной, то увеличение длины обязательно должно сопровождаться экспоненциальным ростом входного потока энергии. Если обратиться к столь сложной системе, как наша цивилизация, то ее прогресс, приводящий к увеличению сложности ее структуры, возможен только за счет растущего быстрее, чем экспонента, производства и потребления энергии. Но механизмы диссипации энергии в экологической нише нашей цивилизации, называемой окружающей средой или биосферой, не успевают за этой эволюцией, и возникает граница потребления, определяемая климатическими факторами. Изменения климата, вызванные сверхэкспоненциальным ростом потребления энергии, могут привести к потере устойчивости старой структуры окружающей среды и возникновению структур, к которым цивилизация еще не адаптирована [5].

Согласно теории И.Пригожина [3], природу невозможно описывать «извне», с позиции зрителя. Описание природы – живой диалог, коммуникация, и она подчинена ограничениям, свидетельствующим о том, что мы макроскопические существа, погруженные в реальный физический мир. Ситуацию, какой она представляется сегодня, можно условно изобразить в виде следующей диаграммы (рис.1).

Отметим, что в различных системах могут проходить процессы самоорганизации, а потому существуют системы равновесные, слабо равновесные и сильно равновесные (рис.2) [2, 4].

Изучать современные экологические и иные проблемы на более глубоком уровне позволяет новая наука синергетика. Термин еще неустановившийся, он введен Г.Хакеном. В отличие от большинства новых наук, возникавших, как правило, в процессе интегра-

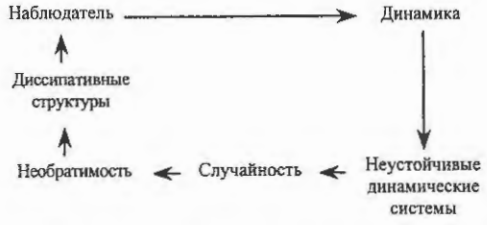


Рис.1. Основные звенья окружающего мира [3]

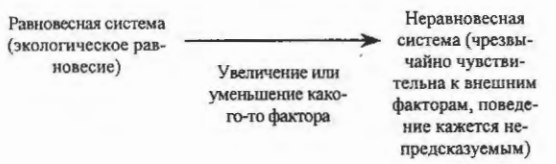


Рис.2. Основные типы систем [2]

ции, характеризуемом проникновением метода одной науки в предмет другой, синергетика Хакена возникает, опираясь не на граничные, а на внутренние точки различных наук, с которыми она имеет нулевые пересечения. В изучаемых ею системах, режимах и состояниях физик, биолог, химик и математик видят предмет своей науки, и каждый из них, применяя методы своей науки, обогащает общий запас идей и методов синергетики [5]. Синергетика использует абстрактные математические модели, чтобы описать скачки одних параметров системы при непрерывном гладком изменении других, – модели теории катастроф. Например, при переходе от леса к степи существенную роль играет уровень грунтовых вод, который меняется непрерывно. Он определяет длину корневой системы (линейная характеристика), развитие которой зависит, главным образом, от роста земной фитомассы (объемная характеристика), а тот, в свою очередь, от температуры (второй непрерывно меняющийся параметр). Мы видим здесь типичный пример кубической нелинейности, и вполне естественно предположить, что именно катастрофа особого типа (типа сборки) и станет причиной возникновения границы между лесом и степью [1]. Конечно, это пока лишь гипотеза, но гипотеза, опирающаяся на некоторые общие свойства биологических объектов и использующая достаточно общую математическую модель.

Как было сказано выше, расширение и углубление зоны техногенного воздействия на окружающую среду приводит к формированию новой экосистемы с новейшими свойствами и характеристиками растительных, животных форм и самого человека. Этот механизм принято называть очередным экологическим кризисом, вызываемым несоответствием развития «производительных сил и производственных отношений». За последние 10-12 тыс. лет истории Земли учеными выделено пять экологических кризисов. Анализ данных о «революционных» изменениях живой природы Земли в функции логарифма времени также позволяет ожидать в 2030-2050 гг. очередного экологического кризиса [6]. Потребление «необходимых» для жизнедеятельности человека ресурсов возрастает не пропорционально росту его численности. Таким образом, можно указать на следующие потенциальные причины очередного глобального экологического кризиса планеты:

- рост популяции с прогрессирующим потреблением ограниченных материальных ресурсов;
- прогрессивно увеличивающаяся масса отходов, составляющая основную массу добываемых из недр и получаемых на поверхности вещества и энергии;
- интенсифицирующееся изменение окружающей среды в направлении, не соответствующем условиям жизнедеятельности человека.

Все вышесказанное говорит о сложности и разнообразии задач, возникающих в экосистемах, и необходимости комплексирования различных методов их изучения, в том числе и в свете синергетики.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Арнольд В.И.* Теория катастроф. М.: Наука, 1990.
2. *Гапонов-Греков А.В.* Нелинейные волны: Самоорганизация. М.: Наука, 1983.
3. *Пригожин И.* Порядок из хаоса / И.Пригожин, И.Стенгерс. М.: Мир, 1986.
4. Принципы самоорганизации / Под ред. А.Я.Лернера. М.: Мир, 1966.
5. *Свирежев Ю.М.* Нелинейные волны, диссипативные структуры и катастрофы в экологии. М.: Наука, 1987.
6. *Шувалов Ю.В.* Геодинамическая экология. Экология и развитие Балтийского региона // Доклады 5-й Международной конференции 2000 / МАНЭБ. СПб, 2000.

Научный руководитель д.ф.н. проф. *Б.Я.Пукшанский*