

УДК 910.3:504(477.75)

Н. В. Багров¹
В. А. Боков¹ ✉
И. Г. Черванев²

Пространственно-временные отношения в самоорганизации геосистем

¹Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского,
г. Симферополь

²Харьковский национальный университет им. В. Н. Каразина, г. Харьков

Аннотация. Пространство и время являются важными элементами процесса самоорганизации геосистем. Пространство и время дополнительные и взаимосвязаны (через эргодичность, метахронность, позиционную компенсационность). Пространственно-временные отношения геосистем формируются как внешними силами (внешнее абсолютное пространство и время, условия существования), так и в самих геосистемах (внутренне относительное пространство и время, форма существования). Пространство и время есть особые формы проявления организации геосистем. Они являются особым образом закодированной информацией. В пространстве геосистем содержится сумма информации прошлых времен. Анализ пространства и времени позволяет более глубоко раскрыть сущность структуры, динамики и эволюции геосистем.

Ключевые слова: геосистемы, пространственно-временная самоорганизация.

Отношение к пространству и времени в геосистемной парадигме. В настоящее время характер объяснения взаимодействий в географической оболочке и прогнозирование базируются в основном на рассмотрении переноса вещества и энергии. Значительно меньше внимания уделяется анализу пространственно-временных отношений и передачи информации. Однако, как известно, нельзя описать систему, опираясь только на ее вещественно-энергетические характеристики. Жорж Кювье говорил, что в биологии форма важнее, чем материал. В физике, начиная с А. Пуанкаре и А. Эйнштейна, поставлена задача объяснения закономерностей на основе геометрии форм. Многие исследователи разграничивают вещественные и надвещественные, физические и организационные законы (И. Круть).

Учет пространственных (в том числе геометрических) и временных характеристик позволяет значительно уточнить структуру и организацию геосистем, получить более репрезентативную информацию о них [7, 8]. Пространство и время могут рассматриваться как особым образом закодированная информация [4]. В геометрии пространства экосистем отображена вся совокупность прошлых и современных процессов. Геометрия пространства геосистем – это своего рода их структурная память. Примеры такого рода из-

вестны из литературы. В частности, в работах экономико-географов рассматриваются последовательности образования экономико-географического каркаса территорий. В геоморфологии неоднократно отмечалось, что структурные линии разных порядков суть этапы формирования каркаса

Основные закономерности организации географической оболочки можно объяснить на базе собственного пространства и времени геосистем. Пространственный, в частности, геометрический (топологический) анализ позволяет более экономно и полно описать ситуацию, дать более полное представление об экологическом потенциале, получить более достоверную информацию.

Пространство и время выступают в разных ипостасях в зависимости от степени общности рассмотрения явлений. В общефилософском смысле пространство и время – неотъемлемые атрибуты материального мира и единственно возможная форма существования последнего. Это проблема диалектики. В философской литературе отношение к пространству и времени различно. Пространство трехмерное, оно изотропно, декартово, время – одномерное, однонаправленное, поэтому необратимое (время развития) [18].

Разным, в целом же – иным является отношение к пространству и времени в естественных науках, где пространство мо-

жет иметь разную размерность, разную структуру и организацию, но обычно рассматривается как *внешняя форма существования объектов*. Время чаще всего определяется в абсолютных шкалах, в основе которых лежит определенное физическое явление, благодаря чему время течет равномерно. Точность определения времени определяется точностью квантования (шкала времени). Во многих науках время обратимо, интервалы времени задаются из определенных соображений. Классическим примером являются механика, дифференциальное и интегральное исчисления как средства решения физических задач.

Таким образом, пространство в этих случаях является своего рода вместилищем объектов, явлений, событий, время – шкалой, с которой соотносится длительность и/или последовательность событий.

Однако, в некоторых разделах физики (астрофизика, например), а также в исторической геологии, эволюционной биологии существует более сложное понимание времени как закономерной последовательности процессов и состояний, лежащей в основе развития (саморазвития) объектов. Например, в одной из последних работ по физическим основам синергетики в объеме 2-х глав исследуются только лишь первые мгновения существования Вселенной, т.к. на протяжении этого ничтожного (в абсолютной шкале) времени плотность вещества упала на несколько десятков порядков (Большой взрыв), произошел нуклеосинтез и предопределились свойства Вселенной на полтора десятка миллиардов лет вперед. Вряд ли возможно было бы вообще сопоставлять явления, по длительности различающиеся на 10 математических порядков в абсолютной шкале времени. Но по собственному времени саморазвития системы Вселенной они оказываются сопоставимыми.

В геохронологии также принято сопоставлять события, которые в абсолютном времени несравнимы. Например, фанерозой составляет чуть более 1/10 от тектонической истории Земли, но он вмещает в себя чуть ли не все основные геологические события, известные человечеству. Эти события иногда сопоставляются с некоей абсолютной шкалой (геохронологическая шкала - относительная и абсолютная), но могут существовать сами по себе.

В то же время, пространство в большинстве естественных наук остается не-

ким «мертвым» вместилищем, абсолютном и инвариантом (по отношению к качественно разным объектам). Неявно оно остается декартовым даже в планетарных геологических моделях развития Земли, хотя в них постулируется сферичность планеты (как могло быть иначе!). Очень интересное наблюдение применительно геосинклинальному процессу принадлежало в этом отношении известному украинскому геофизику Н. Ф. Балуховскому еще более 50 лет назад. Он показал, что в концепции геосинклинального процесса есть существенная ошибка, связанная с учетом того, что этот процесс происходит на сфере. Речь шла о том, что на стадии прогибания эвгеосинклинати якобы, по этим представлениям, происходит растягивание земной коры, сопровождаемое интрузиями. При воздымании же происходит ее смятие из-за избытка площади. Балуховский изящно показал, что все наоборот. При прогибании сферы возникает избыток площади, т.к. прогибание равносильно уменьшению кривизны поверхности (а не увеличению, как на плоскости), что обуславливает появление избытка площади и сминание в складки земной коры. В обратном же случае образуется дефицит площади и разрывы коры.

Планетарный рельеф рассматривается в сферическом пространстве (относительно квазисферичной поверхности геоида) [5]. Это пространство анизотропно и имеет сложную симметрию сферы, вращающейся вокруг оси (одна ось, бесчисленное число меридиональных плоскостей симметрии и одна экваториальная плоскость симметрии). Местоположение в этом пространстве задается географическими координатами.

Только из-за недоучета значения сферичности пространства и его анизотропии в поле земного тяготения существуют до сих пор понятия «глобальной трансгрессии» или регрессии, невозможные, если рассматривать сферу (это означало бы перемещение поверхности геоида по радиусу Земли). Здесь же надо отдать должное тем тектонистам (И. И. Чебаненко, например), которые рассматривают сетки разломов на вращающейся сфере, т.к. последние не могли бы образоваться в ином (не-сферическом) пространстве. Наряду с этим, в астрофизике пространство Вселенной нестационарно, т.е. оно направленно изменяется («разбегание» галактик), хотя очевидно, что таким же ка-

чеством оно должно обладать в физике Земли и геотектонике, которые исследуют необратимые процессы планетогенеза. Авторы приводят здесь те утверждения, которые накоплены в багаже общего землеведения, планетарной геоморфологии и физики Земли применительно к фигуре Земли, взятой в целом, и могут быть основной парадигмы ГМС.

1. Трехмерность физического (астрономического) пространства является «общим местом» в изучении ГМС.

2. Положение в сильном гравитационном поле приводит к сплюснутости, а тем самым и анизотропии пространства, т.е. преобладанию одних направлений над другими.

3. Пространство Земли замкнуто, сферично. Пространственная замкнутость обеспечивает связь всех точек земной поверхности, причем воздушные потоки осуществляют эту связь очень быстро.

4. Вращение Земли и положение ее в поле солнечных лучей приводит к возникновению полюсов, экватора - этих сильных упорядочивающих точек земного шара, а также неравномерному проявлению силы Кориолиса.

Пространство и время в современной геосистемной концепции. Считается доказанным, что планетарный рельеф земной поверхности есть результат саморазвития и самоорганизации одной из субсферических поверхностей раздела, которые возникают на контактах тел разной плотности: воздух-литосфера (суша) и вода-литосфера (дно океана). Другими планетарными границами раздела являются также поверхность Мохора, граница ядра Земли и мантии, поверхность океана. Все эти поверхности обладают анизотропностью, которая обусловлена наличием гравитационной силы.

Региональный рельеф «забывает» о сферичности Земли, т.к. он опирается на поверхность геоида. Последняя служит абсолютным базисом, к которому стремится выравнивание рельефа экзогенными силами. Так, рельеф континента практически мало отличается от двумерной поверхности, т.к. соотношение вертикальной протяженности с горизонтальными размерами так мало, что первой вообще можно пренебречь. Следовательно, можно представить региональный (тем более локальный) рельеф как развертку, нулевой поверхностью которой служит геоид. Т.к. образом, пространство такого релье-

фа становится декартовым, но в то же время оно сохраняет до некоторой меры анизотропность, присущую сфере. Если бы не последнее обстоятельство, то геоморфологический процесс, формирующий систему стока воды и наносов с суши в океан, был бы невозможным.

Средние и малые формы рельефа, наоборот, имеют соотношения вертикальной и горизонтальной протяженностей сопоставимые между собой. Необходимо отметить, что значение анизотропии *вновь растет по мере уменьшения развернутости форм рельефа*, почему по мере локализации последнего роль вертикальной составляющей геоморфологического процесса становится все более существенной.

Пространство геосистем. По характеру структурной организации земная поверхность – это совокупная «мозаичная» поверхность, которая состоит из геосистем разной природы и уровня организации. Геосистемами называют относительно обособленные и целостные образования, которые возникают как результат пространственно-временного квантования рельефа, дифференцирующего другие тела, формы и процессы. Они разного масштаба, образуют иерархически соподчиненную систему – от элементарных поверхностей до обнимающей, наибольшей геосистемы - географической оболочки. На геосистемном уровне организации существуют и взаимно сочленяются разнообразные виды пространства и времени [12]. Они проявляются через *внешние шкалы*, т.е. такие, которые не зависят от свойств геосистем (мировое физическое пространство, планетное пространство, физическая шкала, задаваемая часами, космическими явлениями, атомное время, время, задаваемое числом внешних циклов, геологическое время) и *внутренние шкалы*, отображающие имманентно протекающие процессы в ГМС (пространство, задаваемое через характер соседства ГМС; пространство, определяемое формой и симметрией объекта);

Внутренние пространственные отношения геосистем сложны и не до конца изучены.

Какие свойства характерны для рельефа Земли, рассматриваемого относительно геоида, который служит субстратом и регулирующим компонентом геосистем?

Регионально рельеф рассматривается в плоском двумерном пространстве – как

определенное сочетание форм, комплексов форм, типов рельефа, геоморфологических районов, провинций и т.п. (поэтому карта является наиболее адекватным его образом). В этом пространстве обычной является билатеральная симметрия, которая также наиболее эффективно исследуется картографическими средствами. Пространственное положение задается преимущественно топологически – по взаимному размещению элементов на плоскости (обычно – на плоскости карты, последнее время – космического снимка).

На локальном и топологическом уровнях пространство становится трехмерным декартовым. Оно все более анизотропное по мере уменьшения размерности, а в аналитической геоморфологии может вырождаться до одномерного вектора, отвечающего каждой точке. Усиливается роль топологии локального пространства, используются шкалы относительного положения (соответственно, локальные системы координат). Например, удаленности от гребня водораздела, последовательности элементов склона и т.п., как, например, в работах А. Н. Ласточкина [9]. Довольно часто наблюдается сочетание билатерального (плановая конфигурация относительно, например, речной системы, где склоны каждой речной долины или водотока билатеральны – в форме листа растения) и конического пространства замкнутых выпуклых и вогнутых форм рельефа с соответствующей симметрией (ось и плоскости симметрии, совпадающие с осью). Коническая симметрия применима и для описания форм, лежащих «на боку» – водоразделы, долины и т.д. и неявно используется (например, когда говорят об асимметрии, то используют коническую модель пространства, хотя явно ее и не вводят. Здесь есть возможность приложения и др. форм пространства и соответствующих типов симметрии, что периодически обсуждается в геоморфологии [17].

Наиболее общие свойства высотных отметок относительно поверхности гноида анализируются через распределение вероятностей их появлений и подчиняется *гипсографической кривой* (а подводный рельеф – *батиграфической кривой*). В основе этого распределения роявляется несколько факторов, в том числе процессы, заставившие разделиться материковые и океанические глыбы (планетарная тектоника – это скорее внешний фактор, чем самоорганизация); законы формирования

продольного профиля речных систем, склоновые процессы и др. Они формируют трехмерную структуру земной поверхности, которая проявляется 1) в определенном пространственном сочетании элементарных поверхностей (например, совокупность элементарных поверхностей, образующих выпуклый склон); 2) в определенном наборе первичных субстратов, на которых формируется рельеф, а вместе с ним – определенные геоэкологические обстановки;

3) в наборе типов процессов (флювиальных, эоловых, радиационного обмена, карстовых и др.), которыми модифицируются эти «базовые» обстановки. В свою очередь, как показывают стационарные исследования, каждое из тел (субстратов) геосистемы и каждый процесс характеризуются собственным характерным временем. В связи с этим, формируются:

- многомерность собственного пространства, геосистем, хотя их «упаковка» происходит в трехмерном физическом пространстве.

- иерархичность, связанная с квантованием, дискретностью, дополненной континуальностью.

- соотношение дискретности и континуальности, являющихся взаимно дополнительными свойствами.

Геосистемы в той мере объективны, в какой проявляется дискретность рельефа. По мере возрастания континуальности геосистемы становятся менее явными (физические и др. поля рельефа).

Рельефы поверхностей раздела.

Наряду с рельефом поверхности литосферы геосистемам свойственны иные «рельефы», определенным образом сочетающиеся с рассмотренным. Своеобразный урбогенный рельеф характерен для городских территорий (образован крышами и стенами зданий, улицами, зелеными насаждениями). Для поверхности леса и вообще растительности возможно рассматривать фитогенный рельеф. Поверхность ледовых образований образует криогенный рельеф. Строго говоря, есть «рельефы, контактов воздушных масс и в атмосфере, но они достаточно эфемерны и более слабо выражены.

Рельеф поверхности любого типа формируется благодаря свойствам тел, которые контактируют, и процессам, которые имеют место в зоне контакта. Можно предположить, что разнообразие форм рельефа и других явлений, развивающихся

ся на этом контакте, пропорционально степени контрастности контактирующих тел (объектов). Формы рельефа зависят также от времени, которое прошло с начала контакта. В этом смысле рельеф, опирающийся на твердый субстрат, историчен, в то время как рельефы жидких и газообразных субстратов, динамичны. Общие свойства контакта, проявляющиеся в современных условиях:

- наличие предельной поверхности (одна из уроненных поверхностей), к которой стремится процесс ее формирования: в идеальном случае и при отсутствии поступления внешней энергии вся поверхность раздела стремилась бы к уровенной (эквипотенциальной);

- неровная поверхность с положительными и отрицательными элементами, благодаря которым возникает гравитационный градиент, горизонтальная составляющая которого приводит в движение массы вещества и диссипацию энергии;

- интенсивно идущие многообразные процессы (речной сток, подземный сток, эоловый перенос, абразия и многие другие), которые используют экзоненную энергию, но управляются в известной мере неровностями рельефа. Благодаря наличию контактов рельеф приобретает дискретность, а геосистемы - объективность.

Геосистемная концепция в целом опирается на понимание пространства и времени в разном смысле [4, 10, 14]. *Пространство* в геосистемной концепции имеет разную структуру в зависимости от ранга изучаемой геосистемы. Для геосистем малой размерности оно чаще всего декартово, но всегда является анизотропным (из-за универсального действия гравитационной силы). Геосистемы средней размерности становятся все более двумерными, плоскими, т.к. вертикальная координата все более вырождается (из-за несопоставимости линейных размеров и вертикальной протяженности, как это было показано выше). Уходит как бы на задний план анизотропия.

В геосистемах большой размерности и географической оболочке как предельной геосистеме внешнее пространство становится сферичным, замкнутым, анизотропным и анизоморфным. Неявно существует понятие внутреннего пространства (внутренней формы) как последовательности чередования однотипных и одновременных событий.

Время геосистемы. Время в геосистемах существует онтологически по крайней мере в трех формах. Внешнее время определяется, в основном, естественными ритмами природы. Наряду с этим, геосистемы обладают собственным внутренним временем, которое проявляет себя в определенной последовательности смен состояний, которые происходят нерегулярно, аритмично имманентно (своего рода сукцессии).

При изучении геосистем используются различные времена и соответствующие шкалы. Гносеологически время отображается различными шкалами. Для внешнего времени шкала задается ритмичными природными процессами (год, сутки). В силу цикличности таких процессов время оказывается обратимым. Прежде всего, благодаря длительному сотрудничеству географии с геологией при описании рельефа применяются относительные геохронологические шкалы. К сожалению, довольно часто это оказывается неэффективным, т.к. геология живет в более «грубой» шкале времени, она вынуждена охватывать большие (в абсолютном выражении) времена в миллионы, десятки и сотни млн. лет. По сравнению со шкалой геологических событий геоморфология рассматривает, как правило, множество мгновенных состояний, своего рода «моментальных фотоснимков» картины земной поверхности. Поэтому, с нашей точки зрения, зашли в тупик классические теории морфоисторического и историко-генетического описания рельефа, т.к. на таком уровне достаточно быстро исчерпали свои возможности, не имея собственной геоморфохронологической шкалы.

Для внутреннего времени самой обычной является шкала фаз развития, когда каждая фаза независимо от физической длительности (деления) имеет значение единицы времени (своего рода «топологическое время»). В этой шкале самому времени еще не придается значение необратимости. Наряду с этим, существует и широко используется шкала состояний относительного возраста геосистем и геосистемных объектов (зарождение, юность, зрелость (климаксное состояние), старость, смерть – понятия, широко применяемые по отношению к объектам любой природы). Эта временная шкала – выраженная «стрела времени», т.е. время в ней необратимо и редко сопоставляется с какими-либо абсолютными шкалами, т.к.

протекание каждой фазы саморазвития длится разное время..

Есть еще одно время, которое на протяжении исследований примерно последних 30 лет – с развертывания комплексных географических стационаров – стало специальным объектом геосистемной концепции. В геосистемной концепции время существенно изменило свою природу. В наибольшей мере это время функционирования, которое вышло на передний план, т.к. при изучении геосистем важным является не только происхождение, возраст, но и пространственно-функциональные отношения [2, 3, 16]. Его, время функционирования, можно назвать дискретно-пульсирующим. Время для геосистемы не течет, пока она находится в одном квазистойчивом состоянии. При переходе к иному состоянию время очень сжато, насыщенно – происходит множество событий и переходов, пока геосистема не придет в новое квазистойчивое состояние. Затем для нее время вновь как бы останавливается (в сопоставлении, конечно же, с некоей абсолютной шкалой). И так повторяется многократно на протяжении всей жизни геосистемы. Здесь же существуют понятия времени реакции, времени затухания воздействия и т.п. Это разнообразие геосистемных шкал пока еще не описано в какой-то одной работе, довольно часто даже крупные исследователи задают шкалу времени геосистем в неявном виде, т.е. не оговаривая и не мотивируя, почему это именно так исследуется и описывается.

Наряду с этим, при описании возраста рельефа широко используется относительная шкала состояний (юность и т.д.). Довольно часто она сопоставляется с геохронологической шкалой.

Различаются собственное необратимое время (время саморазвития) и обратимое время (время саморегуляции, релаксации и т.п.). Это также характерное время, задаваемое числом собственных циклов; время как порядок следования событий; относительное или сравнительное время однотипных явлений в аспекте «раньше-позже»; время, задаваемое положением системы на оси ее эволюции от рождения до старости и разрушения; время жизни организации или эквивалентное время.

Относительное время функционирования и эволюции геосистем специально рассматривалось в ряде работ [3,4, II], однако специальные исследования относи-

тельного времени геосистем ограничиваются возможностями геостационаров, поэтому вынужденно не выходят далее локального кровня организации геосистем.

Общие закономерности эволюции земной поверхности. Эволюция сложным образом соотносится с самоорганизацией. По мнению авторов, эволюция состоит в следующем:

- уменьшении контрастности по вертикали и увеличении контрастности по горизонтали

- увеличении многообразия процессов (оно (многообразии процессов) является одной из причин увеличения многообразия форм.

- увеличении многообразия форм, в том числе (и преимущественно) за счет детерминации их пространственных сочетаний и отношений.

Детерминация пространственных сочетаний и отношений возникает в условиях длительной эволюции, многообразия процессов, мозаичного сочетания компонентов ландшафта и сложного строения географической оболочки, взятого в целом. С течением времени контрастность взаимодействующих тел уменьшается, но возрастает разнообразие явлений, в первую очередь форм рельефа. Очень резко выраженная поверхность раздела «Земля-Космос» (первичное вещество - космическое пространство), существовавшая на допланетной и ранней планетной стадиях, впоследствии смягчилась образованием целого ряда слоев: на суше - земная кора - кора выветривания - почвы; в водоемах - илы- воды -биовещество - воздух тропосферы - воздух стратосферы и т.д. Первичный рельеф земной поверхности был другим, поскольку были другие более контрастные тела контакта (допланетная стадия, с процессами дегазации и выделения воды и т.д.). Рельеф, как известно, выступает совершенно особым элементом географической оболочки и геосистем. Его отнесение к компонентам (наряду с почвами, растительностью, климатом и др.) допустимо только в первом приближении и в самом общем смысле (на самом общем уровне рассмотрения). Для того, чтобы придать рельефу большую «компонентность», его рассматривают в объемно-вещественном варианте. В этом аспекте О. В. Кашменской выделена геоморфологическая форма движения материи. Это допустимо, если рельеф рассматривать

как самостоятельную систему, как бы вне ландшафта. То есть овеществление рельефа (и как выражение этого - его рассмотрение как объемного тела) позволяет как бы превратить его в верхний слой литосферы, ограничиваемый снизу, однако же, произвольно. При детальном рассмотрении рельеф, рассматриваемый как геометрическая поверхность – информационная матрица, которая служит в природе для управления геометрического типа (через направления и скорости потоков) и определяет потоки вещества и энергии, т.е. выполняет функцию управляющего элемента. Эта информационная матрица задает свойства и распределение рыхлых горных пород, почвенно-растительного покрова, т.к. она формирует почвенно-эдафические и экологические условия на сложной поверхности, по этой причине рельеф «просматривается» на различных тематических картах сквозь любую тематическую нагрузку. И. Г. Черваневым было выдвинуто положение о том, что рельеф является *инвариантом ландшафта*.

В то же время, почвенно-растительный покров во многом выступает управляющим элементом геоморфологического процесса, что неоднократно на экспериментальном уровне исследовалось в эрозиоведении и прикладном ландшафтоведении [б].

Рельеф – особый геокомпонент. Это – геометрический и информационный компонент. Он воздействует на другие компоненты не посредством воздействия вещественно-энергетического, а посредством управления (на сигнально-информационном уровне), меняя направления и мощность потоков. То есть для рельефа информационные отношения во взаимодействии являются доминирующими.

Эргодичность – отображение компенсационной дополнительной пространства и времени, реализуемое через расстояние. Отражает то обстоятельство, что на разном расстоянии от активного объекта время системы будет иное. Преодоление расстояния требует времени. Каждая зона позиционного ряда есть определенная комбинация пространства и времени.

В пространстве заключены временные структуры, во времени – пространственные.

В более широком смысле можно говорить о дополнительной пространства и времени геосистем, реализуемой через метакронность, эргодичность и пространственно-временную компенсационность. Метакронность может рассматриваться

как вариант эргодичности. Пространственно-временная компенсационность состоит в способности системы замещать недостающие формы или процессы качественно иными формами и процессами, подобно тому, как это известно в экологии, по Н. Ф. Реймерсу [13].

Благодаря дифференцирующей функции рельефа, геосистемы образуют сопряжения:

- эргодические, которые специально исследовались Ю. Г. Симоновым применительно к физической географии и теории ГМС, например, в [16];

- альтернативные (чередование поднятий и понижений);

- дополнительные (парагенезис склонов или продольный профиль реки, например).

Пространственная некоммутативность обусловлена нахождением рельефа в неизотропном пространстве. Она заключается в том, что *перестановка в пространстве объектов - элементов ГМС - невозможна*. Она приводит к новым условиям, изменению ситуации, перестройке ГМС, возникновению иной ГМС. То есть не соблюдается правило $A+B = B+A$ (в соответствии с которым, от перемены мест слагаемых сумма не изменяется). В некоторых случаях перемещение вообще запрещено: нельзя поменять местами верхнюю и среднюю части долины реки, ибо это будет абсурдно. Если бы пространство было изотропным, то скорее всего проявлялась бы коммутативность.

Временная некоммутативность связана с неизотропностью времени. *События в развитии ГМС не могут быть переставлены местами*. В более глубоком понимании, неизотропность времени формирует «стрелу времени», что считается одним из ключевых моментов теории диссипативных структур И. Пригожина.

Факторная относительность рельефа Н. И. Маккавеева может быть дополнена утверждениями:

- чем меньше форма рельефа, находящаяся в основе и геосистемы, тем больше она зависит от последней (геосистемы ландшафтного уровня организации).

- малые формы рельефа частично компенсируют друг друга, что приводит к уменьшению градиентов на более высоких уровнях.

Обратимость и необратимость развития. Обратимы процессы и формы на микроуровнях геосистемной организации. Но развитие рельефа земной поверхности

и геосистем в целом необратимо. В этом противопоставлении проявляются иерархичность геосистем и эмерджентность.

Человек как фактор ландшафта и рельефа. Процессы изменения в окружающей природной среде, обусловленные человеческой деятельностью и на планетарном, и на низших уровнях иерархии, в известной мере противоречивы. Но если попытаться одним словом – «да» или «нет» ответить на вопрос: является ли человеческая деятельность разрушительной или созидательной в отношении рельефа то авторы склонились бы ко второй, т.е. позитивной оценке.

Да, человеческая деятельность во многом подрывает механизмы самоорганизации геосистем. Это происходит из-за недостаточной осведомленности в отношении их поведения и ограничений в отношении неразрушающего использования, с одной стороны, а также из-за технологической недооснащенности и экономических ограничений, с другой. В наибольшей мере это относится к архаичной склонности человека к выравниванию, упрощению рельефа, уничтожению любых особенностей, которые якобы нарушают общую гармонию в природе или просто раздражают взор. Из-за этого нарушается закон необходимого разнообразия, на физическом уровне снижается процесс диссипации энергии, что в конечном счете возбуждает ускоренные процессы в геосистеме и обуславливает соответствующие реакции. Однако, поставлена и решена на научно-методическом и отчасти технологическом уровнях проблема формирования экологически сбалансированных ландшафтов в связи с проблемой предотвращения ускоренной эрозии.

Необходимо отметить, что потеря разнообразия вредна не только на физическом уровне, но также на информационном и эстетико-психологических уровнях восприятия ландшафта, который, как отмечалось, диктуется рельефом в первую очередь. Очень хорошо и своевременно, что группа ученых из стран СНГ под эгидой РАН опубликовала фундаментальный двухтомник «Рельеф и среда жизни» (2001), убедительно показав многогранность отношений, наблюдающихся в рельефе с окружающей средой и в отношениях к нему человека [13].

Наряду с упрощением, наблюдается определенная поляризация ландшафтов вследствие человеческой деятельности, в

понимании Б. Б. Родомана, в том числе через формирование искусственных рельефов, которые в той или иной мере сопрягаются с рельефом естественным. Этот процесс, наоборот, увеличивает сложность и подчас сообщает рельефу черты порядка, отсутствующие в природе (создание терриконов; террасирование склонов, например). Здесь же отметим, что антропогенное ускорение эрозионных процессов, абсолютно негативное с точки зрения человека, является способом преформирования рельефа применительно к изменившимся внешним условиям и в геоморфологическом отношении должно рассматриваться как естественный процесс, обусловленный антропогенным воздействием, а в эволюционном плане может характеризоваться как прогрессивное явление, благодаря которому рельеф быстрее, чем в других условиях, достигает необходимого разнообразия [20]. Т.е. происходит изменение временной шкалы и пространственных отношений развития рельефа. Этот вопрос еще требует проработки.

Заключение. Между современным землеведением, ландшафтоведением и геоморфологией постепенно устанавливаются отношения партнерства, чему должны способствовать новое видение современных задач науки об окружающей среде - инвайронментологии в свете проблемы устойчивого развития человечества на XXI век.

Авторы считают, что в этом аспекте целесообразно рассмотреть рельефа в качестве регулятора пространственно-временных отношений в геосистемах ландшафтного уровня организации, которые представляют собой качественно более сложные образования, чем рельеф, и в то же время регулируются последним. В таком случае, необходимы более глубокие и конкретные (инженерного порядка) знания о внутреннем пространстве и времени геоморфосистем и вмещающих их геосистем. Авторы с тревогой отмечают, что за период времени более 30 лет с момента утверждения геосистемной концепции не произошло сколь-нибудь заметного качественного скачка в геосистемных исследованиях в отношении исследования их пространственно-временной организации. Намеченные в докладе положения - это лишь попытка начать «собирать камни» для Дворца современной географии используя для этого и часть арсенала и на-

учных достижений землеведения и геосистемологии.

Литература

1. Арманд А.Д. Информационные модели природных комплексов. М.: Наука, 1984. – 220 с.
2. Багров М.В., Боков В.О., Черванев И.Г. Землезнавство. Підручник для вищої школи. К.: Либідь, 2000. – 305 с.
3. Берущавили Н. Геофизика ландшафта. – М.: ВШ, 1990. – 350 с.
4. Боков В.А. Пространственно-временная организация геосистем. Симферополь: СГУ, 1982. – 120 с.
5. Боков В.А., Селиверстов Ю.П., Черванев И.Г. Общее землеведение. – СПб: СПб университет, 1998. – 300 с.
6. Булыгин С.Ю., Неаринг М.А. Формирование экологически сбалансированных ландшафтов: проблема эрозии. - Харьков: 1999. – 200 с.
7. Ковальчук И.П., Чалое Р.С. Эколого-геоморфологические аспекты изучения эрозивно-аккумулятивных процессов в бассейнах разноранговых рек освоенных регионов
8. Ковальчук И.П. Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз.- Львів, 1997. – 197 с.
9. Ласточкин А. Н. Морфодинамический анализ - Л.: Недра, 1987. – 198 с.
10. Модели в географии.- Перев. С англ.- М.: Прогресс, 1970. – 230 с.
11. Пащенко В.М. Методологія постнекласичного ландшафтознавства.-Київ, Наукова думка, 1999. – 150 с.
12. Поздняков А. В., Черванев И.Г. Самоорганизация в развитии форм рельефа. М.: Наука, 1990.
13. Рельеф и среда жизни.- В 2-х томах. М.: РАН, 2001.
14. Ретеюм А.Ю. Земные миры. - М.: Мысль, 1988.
15. Симонов Ю.Г. Системный анализ в геоморфологии: основные проблемы и некоторые результаты./ Системный подход в геоморфологии.- М.: МГО СССР.-1988. – С. 51-69.
16. Солнцев В.Н. Системная организация ландшафтов. - М.: Мысль, 1982. – 258 с.
17. Токарский О.Г. Принцип симметрии и его значение в решении теоретических и практических вопросов геоморфологии / Основные проблемы теоретической геоморфологии.- Новосибирск: Наука, 1985. – 250 с.
18. Уемов А.И. Аналогия в практике научного исследования.
19. Философов В.П. Основы морфометрического метода.- Саратов: СГУ, 1970. – 230 с.
20. Черванев И.Г. Землеведческий потенциал идейного наследия В.И.Вернадского //Движение к ноосфере: теоретические и региональные проблемы. - Симферополь, 1993. – 185 с.

Анотація. М. В. Багров, В.А. Боков, І.Г. Черванев **Просторово-часові відношення у самоорганізації геосистем** Простір і час є важливими елементами процесу самоорганізації геосистем. Простір і час додатковий і взаємозалежні (через ергодичність, метахронність, позиційну компенсаційність). Просторово-тимчасові відносини геосистем формуються як зовнішні сили (зовнішній абсолютний простір і час, умови існування), так і в самих геосистемах (внутрішньо відносний простір і час, форма існування). Простір і час є особливі форми прояву організації геосистем. Вони є особливим образом закодованою інформацією. У просторі геосистем міститься сума інформації минулих часів. Аналіз простору і часу дозволяє більш глибоко розкрити сутність структури, динаміки й еволюції геосистем.

Ключові слова: геосистеми, просторово-часова самоорганізація

Abstract. N. V. Bagrov, V.A. Bokov, I.G. Chervaniov **Space-time relation in geosystem self-organization** The space and the time are the important elements of selforganizing process of geosystems. The space and the time additional and interdependent. The time-space rationes of geosystems shapes as external forces (exterior absolute space and time, condition of existence), and in geosystems (internally relative space and time, form of existence). The space and the time are the special forms of manifestation of geosystems organization. They are the special fashion by the coded information. The space of geosystems contains the sum of the information of past times. The analysis of the space and the time allows more penetrating to uncover an essence of structure, dynamics and evolution of geosystems.

Key words: geosystems, space-time organization.

Поступила в редакцію 08.10.2004.