

ПРОГРАММА ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ПРОСТРАНСТВЕННО- ВРЕМЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ГЕОСИСТЕМ КРЫМА НА БАЗЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

ВВЕДЕНИЕ

Геосистемы – природные и природно-антропогенные образования, возникающие при вещественно-энергетическом и информационном взаимодействии объектов мезоуровня (природных и антропогенных тел) в условиях земной поверхности.

Развитие наук о Земле в последние 20-30 лет утвердило представление о **полиструктурности геосистем**: любая геосистема не может быть достаточно полно описана одной моделью и *лишь множество моделей в состоянии раскрыть существенные аспекты структуры, организации и динамики геосистем*. Это связано с тем, что геосистемы построены из объектов, различных по пространственным и временным масштабам и по физическому устройству. В работах географов и геологов [1, 2, 3] неоднократно ставился вопрос «каким образом происходит интеграция разнородных по генезису, физической сущности, пространственно-временным масштабам и организации объектов в системные целостности, какими являются геосистемы?». Его решению уходит в плоскость формирования целостности геосистем, происходящей за счет взаимодействия.

В 70-80-е годы XX столетия в работах К.Рамана, А.Ю.Ретеюма, В.Н.Солнцева, Г.И.Швебса, М.Д.Гродзинского, Н.И.Гарцмана, Э.Г.Коломыца, была раскрыта пространственная полиструктурность, а в работах А.А.Крауклиса, Н.Л.Беручашвили, И.И.Мамай – временная полиструктурность.

Сложившуюся практику считать венцом комплексного физико-географического исследования ландшафтную карту морфолого-генетического типа следует считать ошибочной, поскольку карты такого типа, не дополненные пространственными моделями других типов, ориентируют пользователя на жесткую застывшую картину действительности. Лишь одновременное использование моделей разного (взаимодополняющего) типа дает возможность по-настоящему глубоко раскрыть организацию геосистем, позволяет применить знания о геосистемах для территориального планирования, управления территорией, оценивания экологических ситуаций и т.д.

ЕДИНИЦЫ ПРОСТРАНСТВА-ВРЕМЕНИ

Логическое умножение пространства - почти бесконечное множество территориальных выделов – на время - почти бесконечное множество состояний, обусловленное суперпозицией множества типов времени составляющих геосистем – дает

бесконечность второго порядка единиц пространства-времени - **мест-отрезков или мест-интервалов**. Назовем эти единицы пространства-времени **спейстаймами** – units of space-time. Практика показывает, что для приемлемого по точности описания можно ограничиться конечным числом сочетаний – их может быть от нескольких сотен до первых тысяч. В таблице показано небольшое число сочетаний единиц пространства и времени геосистем – это достаточно распространенные сочетания.

Спейстаймы имеют разные порядки: от микропорядка – **фация-минута** (это **элементарный спейстайм** или эст) до мегапорядка - **географическая оболочка— геологический период**.

Не все сочетания территориальных и временных единиц имеют смысл. В таблице в клетках таких сочетаний проставлены минусы. Но и при таком сравнительно небольшом количества моделей анализ и визуальное представление с помощью обычных способов - традиционные карты, блок-схемы, блок-диаграммы, использование наложения карт с помощью прозрачной бумаги и др.) – не дает желаемых результатов. Таким образом, исследование этой проблемы может быть только на основе геоинформационных технологий.

Таблица 1

Характерные сочетания пространственных и временных единиц геосистем

		ГО	Ланд. зона	Провинция	Ланд. район	Местность	Урочище	Фация
		А	Б	С	Д	Е	Ф	Г
Геологический период	1	+го-ге	+	+	-	-	-	-
Эпоха	2	+го-эп	+зо-эп	+	-	-	-	-
Вековой	3	+го-ве	+зо-ве	+про-ве	+	-	-	-
Многолетний	4	+	+зо-ле	+про-ле	+ра-ле	+ме-ле	+	+
Годовой	5	+	+зо-го	+про-го	+ра-го	+ме-го	+ур-го	+фа-го
Сезонный	6	-	+зо-се	+про-се	+ра-се	+ме-се	+ур-го	+фа-се
Погодно-циркуляционный	7	-	+	+про-по	+ра-по	+ме-по	+ур-по	+фа-по
Суточный	8	-	-	-	+	+	+ур-су	+фа-су (EST)
Часовой	9	-	-	-	-	-	+	+фа-ча
Минутный	10	-	-	-	-	-	-	+фа-и

+ реальные сочетание, - сочетания, не имеющие реального смысла (в таблице приведены лишь наиболее употребительные сочетания).

ИНТЕГРАЦИЯ СПЕЙСТАЙМОВ

Рассмотрим некоторые закономерности интеграции элементарных геосистем в более крупные. Имеет место два вида интеграции геосистем – во времени и в пространстве. При учете временных масштабов можно сказать, что геосистема – это суперпозиция множества состояний, то есть кратковременных геосистем. Интеграция состояний геосистем идет по определенным законам: распределение состояний подчиняется законам распределения вероятностей. Однако, распределение вероятностей позволяет описать лишь часть закономерностей интеграции во времени. Порядок следования состояний играет в соответствии с **законом временной некоммутативности** [4] большую роль в характере геосистемы более высокого временного уровня, то есть, допустим, фа-по – это не просто сумма эстов за погодноциркуляционный отрезок, а фа-се – это не сумма фа-по или эстов. Каждый конкретный фа-по – это развернутая во времени (от нескольких суток до первых десятков суток) элементарная суточная геосистема фа-су или эст, характеризующаяся определенным набором конкретных видов эстов во времени, когда последовательность состояний играет не меньшую роль, нежели сам набор состояний. Таким образом, **временная некоммутативность геосистем – это закономерность, согласно которой перемена порядка следования состояний геосистем при сохранении их общего набора приводит к новому результату (то есть здесь не соблюдается принцип «при перемене мест слагаемых сумма не изменяется»).**

При учете пространственных масштабов геосистема может рассматриваться как суперпозиция множества территориальных единиц более низкого уровня. Характер размещения геосистем более низкого уровня играет большую роль в формировании геосистем более высокого уровня. Смена мест (в пространстве) геосистем приводит к изменению типа или вида геосистем вообще. То есть здесь проявляется **закон пространственной некоммутативности** [4]. **Пространственная некоммутативность геосистем – это закономерность, согласно которой перестановка геосистем в пространстве (территориальная перестановка) приводит к новому результату (в свойствах самих геосистем). Здесь также не соблюдается принцип «при перемене мест слагаемых сумма не изменяется.**

Оба закона вытекают из принципов синэргизма и эмерджентности.

В таблице четыре основных поля: 1.Левая верхняя часть таблицы – большие долговременные геосистемы. 2.Правая верхняя часть таблицы – малые долговременные геосистемы. 3.Левая нижняя часть таблицы – большие кратковременные геосистемы. 4.Правая нижняя часть таблицы – малые кратковременные геосистемы. Но геосистемы правой верхней части (2) и левой нижней части (4) почти не анализируются из-за нехарактерного сочетания: в первом случае малых пространственных масштабов и длительных событий, во втором - больших пространственных масштабов и кратковременных состояний. То есть, например, состояние ГО в течение минуты нет смысла рассматривать из-за практической невозможности и одновременно ненужности такого анализа. С другой стороны, анализ состояний малых геосистем, например фации, в течение длительных отрезков невозможен и, опять-

таки, не нужен. Таким образом, большие геосистемы обычно рассматриваются в большие промежутки времени, малые – в малые. Эта тенденция отображается в таблице расположением реальных сочетаний (крестики, особенно крупные) по диагонали справа-сверху в сторону слева-внизу. Таким образом, можно говорить о необходимости соблюдения **принципа соотношения пространственных и временных масштабов геосистем**.

В таблице рассмотрены сочетания при использовании обычных типов пространства и времени – метрического и астрономического. Введение других видов времени – эквифинального, саморазвития, характерного и др. - и пространства - позиционного, факторного, признакового и др. [4, 5, 6] - делает ситуацию еще более сложной.

Каждый вариант образует слой. ГИС дает возможность множества пространственно-временных композиций.

Каждый единичный отрезок временного интервала – это определенное состояние.

Одним из наиболее распространенных сочетаний пространственных и временных масштабов геосистем являются суточные состояния элементарных ландшафтных комплексов – фаций. (Состояния фаций в течение суток названы Беручашвили стексами). Назовем такие элементарные спейстаймы фа-су или эстами (EST), то есть **элементарными спейстаймами**. То есть эсты – это комплексы уровня фаций, рассматриваемые в суточные отрезки времени. В буквенно-цифровой системе индексации это будет G8.

Эсты в течение погодно-циркуляционного отрезка это фа-по эсты, G7. Эсты в течение сезонного отрезка - фа-се эсты. Эсты в течение годового отрезка – фа-го эсты. Последние представляют собой набор фа-су эстов за год, характеризующийся: 1.определенным сочетанием разных фа-су эстов – некая диаграмма распределения. 2.определенной последовательностью разных фа-су эстов – некие типовые переходы.

Для урочищ следует ввести комбинации фа эстов (ибо для разных фаций, составляющих урочища, состояния будут разные). Состояние спейстайма «урочище – сутки» назовем ур-су эстом. Ур-су эст состоит как минимум из двух эстов (по числу фаций в урочище). Состояний в ур-су эсте может быть и три, и четыре, и пять и более. Поэтому ур-су эст – это совокупность фа-су эстов, распределенных в пределах урочища. Важен не только их набор, но и их пространственная последовательность в пределах двухмерного пространства.

При характеристике состояний за более длительные промежутки времени, например сезонные, используют несколько набор показателей, нежели при описании элементарных эстов.

В таблице приведено множество других сочетаний пространственных и временных интервалов. Анализ длительных периодов жизни фаций – вековых и т.д. – обычно не проводится, поскольку трудно проследить геологическую историю не

большой геосистемы. В таблице поэтому в клетках соответствующих сочетаний стоят прочерки.

СОСТОЯНИЯ СПЕЙСТАЙМОВ

Спейстаймы характеризуются определенными состояниями – сочетаниями характеристик

Каждый последующий спейстайм может иметь то же самое состояние, что и предыдущий, или приобретать новое состояние. Каждое место (то есть пространственный интервал) имеет определенный набор состояний, причем смена состояний идет с определенной закономерностью. То есть, набор состояний может быть описан неким распределением вероятностей (диаграммой вероятностей), а также определенным этоциклом или поведенческим циклом [7]. И характер распределения, и характер этоцикла зависит от места геосистемы и ее окружения.

Смена состояний в пространстве также обусловлена определенными факторами: 1.пространственным чередованием эстов; 2.определенным этоциклом каждого эста.

Переход состояний во времени и в пространстве происходит по определенным закономерностям. Во времени – это фенофазы, стадии развития рельефа, стадии почвообразования или хаотичные чередования, образующие определенным образом распределения вероятностей. В пространстве – это катены, ряды, высотные и горизонтальные пояса, нуклеарные стратоны и др. Существуют определенные запреты на смену состояний по времени и в пространстве (правило смены фаз и др.).

Чередование в пространстве и во времени могут определенным образом быть связаны друг с другом. Тогда можно говорить об эргодических последовательностях.

Анализ эргодичности ландшафтов (Крыма) на базе соотношения пространственных и временных рядов позволил выделить типы пространственных рядов:

- 1.Позиционные, в том числе нуклеарные, барьерные, экспозиционные,
- 2.Связанные с эффектами самоорганизации.
- 3.Связанные с субстратом.
- 4.Связанные с трансформацией и эволюцией потоков.

Аналогичным образом выделены типы временных рядов:

- 1.Внешние, вынужденные (суточный и годовой и ход и др.).
- 2.Внутренние, автономные (фазы вегетации, стадии почвообразовательного процесса, стадии развития рельефа по Девису и др.).

В географическом пространстве все движения фиксируются в геометрических структурах. Отсюда пространственные сопряжения отображают временную динамику.

Заключение

Элементы и объекты экосферы образуют пространственно-временные и эволюционные ряды. Ландшафты связаны в единую пространственно-временную цепь

или ряды, имеет место топоритичность. На основе пространственных характеристик можно раскрыть динамику и эволюцию экосистем на основе принципа эргодичности.

Учет пространственных (в том числе геометрических) и временных характеристик позволит значительно уточнить структуру и организацию геосистем, получить более репрезентативную информацию. Пространство и время есть особым образом закодированная информация. В геометрии пространства экосистем отображена всю совокупность прошлых и современных процессов. Геометрия – это своего рода структурная память экосистем.

Исключительно большие проблемы существуют с получением экологической информации. Пространственно-временная структура служб наблюдений за состоянием окружающей среды недостаточно репрезентативна, не позволяет получить представления о ситуации в пределах каждого территориального выдела. Совершенно ясно, что формальная математическая интерполяция и экстраполяция в этом случае непригодна, так как изменение экологических характеристик происходит в большой зависимости от ландшафтной структуры, пространственная неоднородность которой очень велика и значительно превышает пространственную частоту точек наблюдений. Наблюдения не охватывают всего спектра изменений (колебаний) экологических характеристик: минимумов, максимумов, циклов, ритмов и т.д.

Сбор информации может быть усовершенствован путем пространственной интерполяции и экстраполяции наблюдений на основе учета структуры, функционирования и динамики ландшафтов, достижения оптимального набора характеристик (загрязнителей и др.) на основе учета соотношения расходов на наблюдения и убытков, связанных с отсутствием информации.

Список литературы

1. Hartshorne R. Perspective on the nature of geography. Washington, 1966. - 200 с.
2. Круть И.В. Введение в общую теорию Земли. Уровни организации геосистем. – М.: Мысль, 1978. – 368 с.
3. Преображенский В.С. Организация, организованность ландшафтов. Препринт. – М.: Институт географии АН СССР, 1986. – 20 с.
4. Боков В.А. Пространственно-временные отношения как фактор формирования свойств геосистем. Вестник Московского ун-та. Сер.5. География. № 2. - С.11-16.
5. Боков В.А. Формы проявления пространственно-временной эмерджентности геосистем // Сб. научных трудов «Методологические проблемы современной географии». Киев: Наукова думка, 1993. – С.47-52.
6. Боков В.А., Черванев И.Г. Пространственно-временные отношения. В кн.: А.В.Поздняков, И.Г.Черванев. Самоорганизация в развитии форм рельефа. М.: Наука, 1990. – С.51-62.
7. Берущашвили Н.Л. Четыре измерения ландшафта. – М.: Мысль, 1986. -182 с.