

А.А. ФРОЛОВ

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН,
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1, Россия, f-v1984@mail.ru**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ
ГЕОСИСТЕМ**

Рассмотрены основные особенности классических структурно-динамических моделей (модели эпифазии В.Б. Сочавы и системы факторально-динамических рядов А.А. Крауклиса), которые отображают эквифинальные и переменные состояния геосистем, тенденции их преобразования и динамические взаимоотношения, сложившиеся между геосистемами в ландшафте. Описана схема развития ландшафтов, на основе которой проанализированы различные категории динамических процессов, влияющих на увеличение и уменьшение степени пространственно-временной изменчивости геосистем, а также показывающих механизм достижения серийными геосистемами коренного (эквифинального) состояния. На основе данного анализа предложено выделение нового динамического состояния геосистем — переходного (промежуточного), находящегося между серийными и эквифинальными состояниями в факторально-динамическом ряду геосистем. Показаны две категории моделей эпигеомеров — эпифазия (эпигеомер) ландшафта и эпигеомер. Первая модель описывает макрогеохору как структурно-динамическое и пространственно-функциональное целое, а вторая характеризует эпигеомеры различных иерархических уровней, отражает не только структурно-динамические отношения между геомерами, но и их типологическую, классификационно-иерархическую (таксономическую) соподчиненность. На примере геосистем Южного Предбайкалья построена обобщенная иерархическая модель эпигеомеров топологического уровня, относящихся к горно-таежному темнохвойному геому условий ограниченного развития. Данная модель показывает инвариант-вариантную многоуровневую структуру, которая отражает пространственно-временную изменчивость геосистем на разных уровнях иерархии, подчеркивает их соподчиненность и особенности проявления на каждом уровне.

Ключевые слова: эпифазия, факторально-динамические ряды, эпигеомер, динамические состояния геосистем, ландшафтно-региональная норма, учение о геосистемах.

A.A. FROLOV

V.B. Sochava Institute of Geography, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
664033, Irkutsk, ul. Ulan-Batorskaya, 1, Russia, f-v1984@mail.ru**MODELING OF SPATIO-TEMPORAL VARIABILITY
OF GEOSYSTEMS**

This paper examines the main features of classical structural-dynamic models (V.B. Sochava's epifacy models, and A.A. Krauklis' factor-dynamic series systems) which represent equifinal and serial states of geosystems, trends in their transformation and dynamic relationships that have developed between geosystems in the landscape. A scheme of landscape development is described, on the basis of which various categories of "dynamic processes" are analyzed, affecting the increase and decrease in the degree of spatial and temporal changeableness of geosystems, as well as showing the mechanism for achieving the indigenous (equifinal) state by serial geosystems. Based on this analysis, it is proposed to identify a new dynamic state of geosystems: a transitional (intermediate) one located between serial and equifinal states in the factor-dynamic series of geosystems. Two categories of epigeomer models are shown: 1) epifacy (epigeomer) of the landscape, and 2) epigeomer. The former model describes the macrogeochore as a structurally dynamic and spatially functional whole, and the latter model characterizes the epigeomers of various hierarchical levels, and reflects not only the structural-dynamic relationships between geomers, but also their typological, classification-hierarchical (taxonomic) subordination. Using the example of geosystems of Southern Cisbaikalia, a generalized hierarchical model of epigeomers of the topological level belonging to the mountain-taiga dark coniferous geome of conditions of limited development is constructed. This model shows an invariant-variant multilevel structure that reflects the spatial and temporal changeableness of geosystems at different levels of the hierarchy, and emphasizes their subordination and features of manifestation at each level.

Keywords: epifacy, factor-dynamic series, epigeomer, dynamic states of geosystems, landscape-regional norm, doctrine of geosystems.

ВВЕДЕНИЕ

Эффективное решение проблем, касающихся взаимодействия общества и природы, должно основываться на научном подходе, т. е. на теоретических, статистических и натурных исследованиях, а также на геоинформационном моделировании устойчивого развития природных и социально-экономических компонентов территории. Анализ этого взаимодействия осуществляется в том числе и в рамках географической науки: изучение природы, представляющей собой подразделения природной среды (геосистемы), — это сфера интересов комплексной физической географии и одной из ее главных теоретических основ — учения о геосистемах. В свете решения задач устойчивого развития территории актуальной остается проблема изучения изменений, происходящих в геосистемах под влиянием внешних и внутренних, естественных и антропогенных факторов, а также исследования изменчивости в целом как сложного свойства географических систем.

Настоящая статья представляет собой продолжение уже опубликованной работы «Изменчивость ландшафтов в свете учения о геосистемах» [1]. В этих двух работах нами предпринята попытка раскрыть сущность и разные стороны изменчивости геосистем через призму основных теоретических положений учения о геосистемах [2, 3]. В первой работе [1] основное внимание уделялось третьему теоретическому положению как базовому для понимания инварианта и динамических состояний, динамики, эволюции и трансформации как форм реализации дискретной и непрерывной, пространственно-временной и временной изменчивости геосистем. Цель настоящей работы — на основе теоретических положений учения о геосистемах провести анализ и моделирование пространственно-временной изменчивости геосистем на разных уровнях иерархии. Для реализации указанной цели требовалось решить следующие задачи:

- рассмотреть основные модели взаимосвязи динамических состояний геоморфов, построенные в рамках учения о геосистемах;
- основываясь на одной из схем развития ландшафтов, показать главные направления изменений динамических состояний геосистем и механизмы дифференциации и гомогенизации ландшафтного пространства, влияющие на степень пространственно-временной изменчивости геосистем;
- на примере горно-таежного ландшафта Южного Предбайкалья построить обобщенную иерархическую модель эпигеоморфов, отражающую пространственно-временную изменчивость геосистем на разных уровнях иерархии.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Эпифация и система факторально-динамических рядов фаций. При исследовании различных форм пространственно-временной изменчивости (динамических состояний) и их прогноза большое значение имеет построение моделей их реализации в природе, для чего в рамках учения о геосистемах применяются модели эпифации и факторально-динамических рядов фаций, отражающие структурно-динамические отношения между различными динамическими состояниями геосистем в ландшафте. Моделью, отражающей связь различных динамических состояний (эквивифинальных и переменных) фаций (геоморфов), является эпифация или — в более широком смысле — эпигеоморф, под которым понимается моноцентрическая структура всевозможных динамических состояний геомора. Центром (или ядром) эпигеомора является коренная геосистема, наиболее близко соответствующая инварианту. К коренной геосистеме примыкает связанная с ним периферия (окружение), состоящая из переменных состояний, возникших спонтанно и под воздействием человека (например, серийные ряды геосистем, антропогенно преобразованные и сукцессионно-восстановительные ряды производных геосистем). Другими словами, коренная фация (если речь идет об эпигеоморе топологического уровня), сопряженные с ней ряды серийных фаций, а также различные ее антропогенные модификации — все вместе должно рассматриваться как некое динамическое целое (рис. 1) [2, 4].

Природа серийных рядов геосистем во многом определяется причинами (факторами), вызвавшими отклонение от коренного состояния. Вопросом изучения этих факторов подробно занимался А.А. Крауклис на примере геосистем южной тайги Средней Сибири [5–7]. В рамках эпифации в зависимости от вида факторного влияния происходит выделение факторально-динамических рядов и определение места в них фаций (т. е. их динамических состояний) в зависимости от силы влияния фактора и степени измененности геосистем.

Идея выделения факторально-динамических рядов как различных направлений отклонения от коренного состояния, отвечающего ландшафтно-региональной (зональной) норме, вытекает из работ

Рис. 1. Схема эпифазии по В.Б. Сочаве [4].

1 — материнское ядро (коренная фация); 2 — мнимокоренные фации; 3 — серийные фации; 4 — антропогенные трансформации.

В.В. Докучаева, Г.Н. Высоцкого и других сторонников генетического и комплексно-географического почвоведения, описывающих в том числе зональные и азональные условия формирования почв [8]. Понятие зональной нормы и отклонение от нее позволяет конструктивно подойти к оценке динамических состояний и построению факторально-динамических рядов геосистем топологического уровня, учитывая при этом ландшафтно-региональные и планетарные закономерности [7].

Так, А.А. Крауклис, изучая фациальный состав южнотаежного ландшафта Средней Сибири, за топологический центр ландшафта берет фацию суглинистых, хорошо дренируемых плакоров. Эта фация рассматривается как ландшафтно-региональная норма, обусловленная положением данного ландшафта в системе широтной зональности, долготной секторности и высотной поясности географической среды, а также историей развития региона в целом. Данная фация отвечает коренному динамическому состоянию. Остальные фации рассматриваются как отклонения от этой региональной нормы. На основе их сравнения с коренной плакорной строятся факторально-динамические ряды, характеризующие различные направления и степень изменчивости фаций относительно коренной фации [7]. Направления изменчивости при этом определяют вид факторного влияния (например, гидроморфный, литоморфный, криоморфный и др.), а степень изменчивости (отклонения от нормы) характеризует силу факторного влияния, отражающую динамическое состояние фации (коренная, полукоренная, мнимокоренная, серийная фации) (рис. 2).

Таким образом, анализ структуры эпифазии осуществляется посредством выделения фаций, противоположных по степени изменчивости. Коренная фация, по А.А. Крауклису [6], обладает нормальной, гармоничной структурой и равновесием между образующими ее компонентами. Она свойственна наименее изменчивым местоположениям (например, плакорам или выположенным водораздельным поверхностям), для которых характерна максимальная устойчивость минерального субстрата и рельефа, где сглажены колебания транзитных потоков, что способствует установлению стабильных связей между всеми компонентами. Как уже отмечалось ранее, коренная фация является структурным центром эпифазии. Противоположные по степени изменчивости фации приурочены к динамичным местоположениям, в которых рельеф и минеральный субстрат подвержены частой и довольно интенсивной перестройке под воздействием резких колебаний интенсивности транзитных потоков и слабой их сбалансированности. Такие геосистемы рассматриваются как серийные фации. В зависимости от вида факторного влияния они образуют факторально-динамические ряды фаций. По признаку ведущих процессов факторально-динамический ряд, характеризующийся повышенным увлажнением и связанный с прирусловой поймой рек или ручьев, с водосборными понижениями рельефа, может быть назван гидроморфным. Литоморфный факторально-динамический ряд формируют фации, почвы которых отличаются высоким содержанием обломочного материала горных пород [6] (например, фации на горных каменистых склонах и вершинах), имеют фрагментарный характер или практически отсутствуют (скальные обнажения, курумы на

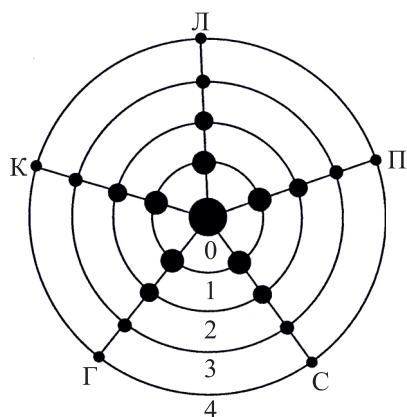
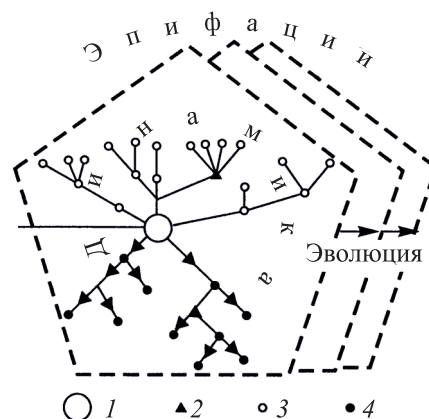


Рис. 2. Схема системы факторально-динамических рядов фаций по А.А. Крауклису [7].

Степень отклонения от планетарно-региональной нормы: 0 — коренная фация, 1 — полукоренные, 2 — мнимокоренные, 3 — полусерийные, 4 — серийные. Главнейшие направления отклонения от нормы (факторально-динамические ряды): Л — сублитоморфный, П — субпсамморфный, С — субстагнозный, Г — субгидроморфный, К — субкриоморфный.

склонах и плоских вершинах гор) [9]. Таким образом, литоморфный ряд формируется в местоположениях с гипертрофированным влиянием твердых горных пород на процессы функционирования и развития геосистем. Примером серийных фаций различных рядов может служить таежное редколесье крутых склонов на фрагментарных маломощных каменистых почвах литоморфного факторально-динамического ряда или кустарниковые заросли влажнотравные с отдельными лесными био группами на глеево-подзолистых суглинистых перемытых почвах по руслам временных водотоков гидроморфного ряда [6]. Совокупность факторально-динамических рядов можно рассматривать как структурную формулу ландшафта, отражающую основное разнообразие внутриландшафтных видоизменяющих факторов, локальных местоположений и связанных с ними фаций [10].

«Динамика» серийных геосистем. Из вышесказанного следует, что серийность геосистем интерпретируется со структурно-динамических (факторально-динамических) позиций, при которых динамическая трактовка серийности определяет это понятие как степень измененности конкретной геосистемы по отношению к коренной геосистеме. Динамическая интерпретация серийности, как и само понятие «серийные» геосистемы, пришло в географию из геоботаники и экологии, где описываются восстановительные сукцессии растительного сообщества после природного или антропогенного воздействия (пожары, ветровалы, вырубки и т. д.). Под серийными понимаются начальные и промежуточные стадии восстановления биогеоценоза до коренного состояния, максимально адаптированного к местным природным условиям. Аналогично этому коренная фация максимально отвечает зонально-региональной норме, проявленной через особенности конкретного ландшафта. При этом предполагается, что серийные фации «стремятся» к достижению состояния коренной фации и могут стать коренными при снятии естественных и антропогенных видоизменяющих воздействий, что приведет к выравниванию условий формирования фаций, например в результате постепенного выполаживания рельефа [11]. Еще А.А. Крауклис отмечал, что «серийные фации постоянно находятся как бы в переходном состоянии <...> они уподобляются выделяемым в экологии серийным сообществам, которые отличаются неустойчивостью, но под влиянием внутренних механизмов стабилизации постепенно превращаются в устойчивые ценозы — зрелые, или климаксные. Элементарным ландшафтным единицам также свойственна тенденция перехода из менее стабильного и менее завершенного состояния в более стабильное, завершенное» [7, с. 105].

В.Б. Сочава, размышляя об эпифации, указывал на то, что «серийные ряды и ряды трансформаций в своем движении по направлению к материнскому ядру в некоторой мере подобны сукцессионным рядам Ф. Клеменса и географическим циклам В. Дэвиса» [4, с. 122]. Механизм дифференциации и выравнивания рельефа, в общем виде описанный в эволюционной концепции географических (геоморфологических) циклов В. Дэвиса [12], выражается в последовательной смене стадий развития («юность», «зрелость», «старость») рельефа. Стадия «юности» знаменуется формированием глубокорасчлененного горного рельефа из-за тектонического поднятия территории и активизации ее экзогенного преобразования. На стадии «зрелости» в результате экзогенных процессов рельефообразования происходит «смягчение» резких очертаний рельефа (выполаживаются и округляются склоны и водоразделы, расширяются долины). На стадии «старости» экзогенные процессы выравнивают рельеф до состояния пенеплена, чем завершается цикл. Новые тектонические поднятия дают начало новому циклу. Развитие такой модели, в том числе учет постоянства действия эндогенных и экзогенных факторов, не только тектонического поднятия, но и опускания, приводит к некоторой идеальной схеме ландшафтообразования [11], в которой «юность» рельефа соответствует серийным, «зрелость» — промежуточным (переходным), а «старость» — коренным (эквифинальным) геосистемам. Данная схема объясняет формирование и развитие факторально-динамической структуры ландшафта, а также указывает на направление дальнейшего развития факторально-динамической системы в виде таких тенденций, как «стремление» серийных и переходных фаций к достижению коренного (эквифинального) состояния.

Принимая во внимание различия во временных масштабах проявления описанных выше процессов, можно проследить аналогии в характере двух категорий динамических процессов: 1) восстановление коренного биогеоценоза через серии промежуточных стадий после возмущающих воздействий природного и антропогенного характера (восстановительные сукцессии); 2) «стремление» к достижению серийными и промежуточными (переходными) фациями эквифинального состояния коренной фации на фоне влияния эндогенных и экзогенных факторов. Сукцессионные ряды биогеоценозов соответствуют факторально-динамическим рядам серийных и переходных (промежуточных) фаций, которые заключают серию сменяющих друг друга состояний по направлению к материнскому ядру эпифации (к коренному состоянию) в ходе спонтанного развития или в результате воздействия человека [4]. Стоит отметить, что и те и другие «динамические процессы» во многих случаях не могут

достичь своей конечной цели (коренного состояния) вследствие постоянно действующих возмущающих факторов (антропогенные факторы, тектоническая активность и др.).

Таким образом, рассмотренная схема ландшафтообразования включает в себе два противоположных «динамических» процесса: 1) дифференциация ландшафтной структуры (структуры динамических состояний) и формирование различных серийных геосистем под влиянием возмущающих (видоизменяющих) факторов; 2) гомогенизация (выравнивание) ландшафтного пространства в результате проявления процессов восстановления и тенденций к достижению эквифинального состояния коренной геосистемы. Оба процесса действуют одновременно. Первый процесс формирует пеструю картину различных динамических состояний геосистем, тем самым увеличивает степень их пространственно-временной изменчивости, а второй — сглаживает внутриландшафтные различия, что приводит к выравниванию условий формирования фаций и таким образом снижает их пространственно-временную изменчивость.

Данная мысль во многом созвучна четвертому теоретическому положению учения о геосистемах, обосновывающему одновременное существование геосистем с гомогенной (геомеры) и гетерогенной (геохоры) структурой. Объектами анализа изменчивости геосистем являются как геомеры — типологические единицы, содержащие информацию о динамическом состоянии, критичную для оценки степени и характера изменчивости, так и геохоры, изменчивость которых зависит от состава и пространственной структуры входящих в них геомеров. Также необходимо учитывать, что состояние геомера (или его конкретного выдела) зависит от горизонтальных материальных связей, складывающихся в результате вещественно-энергетического обмена между различными пространственно смежными и более отдаленными геомерами на территории в рамках определенных пространственно-функциональных единств или геохор. Именно рассмотренные выше модели взаимосвязи динамических состояний геосистем предназначены для согласованного исследования как геомеров, так и геохор. Модели системы факторально-динамических рядов и эпифазии отражают структурно-динамические отношения между геосистемами с учетом их пространственных связей и временных характеристик [4, 7].

Необходимо отметить, что рассмотренные выше «динамические процессы» относятся как к динамике (т. е. непрерывной временной изменчивости), если речь идет о сукцессионных изменениях биогеоценоза, так и к эволюции и трансформации (дискретная изменчивость) в случае преобразования геолого-геоморфологической основы и изменения инварианта. При этом, согласно теоретическим положениям учения о геосистемах, важно учитывать, какой иерархический уровень геосистемы с его инвариантом и динамическими состояниями мы анализируем. Так, эволюционные и трансформационные изменения топогеомеров, сопровождающиеся преобразованием локальных инвариантов, связанных с отдельными фациями, их группами и классами, должны рассматриваться как динамика (превращение серийных и переходных фаций в коренную) в случае рассмотрения геоба в целом.

Подобный принцип можно применить и к ряду геохор. Локальные трансформации отдельных топогеохор (элементарных, микро- и мезогеохор), вызванные главным образом антропогенными и локальными природными факторами и выраженные на незначительных площадях, не изменяют качественной сущности (инварианта) макрогеохоры (ландшафта) в целом. При этом важным условием неизменности инварианта макрогеохоры будет сохранение ее пространственно-функциональной и структурно-динамической целостности, отраженной в моделях эпифазии и факторально-динамических рядов исследуемого ландшафта.

Иерархическая модель эпигеомеров. Остается открытым вопрос трактовки понятия эпифазии и соотношения его с эпигеомерами более высоких иерархических уровней, например с эпигеомом. Так, В.Б. Сочава [4] под эпифазией понимал «совокупность переменных состояний элементарных геомеров» (т. е. биогеоценозов по классификации геомеров), каждое из которых подчинено одному материнскому ядру — одной из эквифинальных фаций [4, с. 121]. По В.Б. Сочаве, эпифазию можно рассматривать как совокупность динамически связанных геомеров, «переменные состояния эпифазии представлены серийными фациями и различными антропогенными модификациями» [4, с. 122]. Приведенные определения термина «эпифазия» не дают ясного представления об ее свойствах и способах выделения: эпифазия — это множество биогеоценозов или фаций? [13]. В то же время В.Б. Сочава определял «переменные состояния геосистем, относящихся к одному геому (эпигеому), как переменные состояния фаций, принадлежащих к группам и классам, входящим в состав геоба». Таким образом, «представление об эпигеоме получается в результате обобщения данных топологического порядка в процессе последовательной и поэтапной генерализации эпифазий <...> Представление об объеме эпигеоба непосредственно связано с таковым о размерности спонтанного геоба» [4, с. 124, 125]. Исходя из анализа данных определений, можно заключить, что происходит совмещение объемов

понятий эпифации и эпигеом: как эпифация объединяет различные фации (коренные, серийные), которые в аспекте динамической классификации можно объединить в группы (группы коренных, серийных фаций) и классы (факторально-динамические ряды) фаций (класс литоморфных, гидроморфных фаций), так и эпигеом состоит из тех же групп и классов фаций, входящих в состав геом.

На наш взгляд, эпифацию следует рассматривать как совокупность переменных состояний (серийных биогеоценозов) конкретной фации (коренной или серийной фации), подчиненных коренному биогеоценозу данной фации. Другими словами, эпифация — это совокупность динамически связанных биогеоценозов одной конкретной фации. Эпигеом же объединяет различные фации (в том числе различные динамические состояния фаций), входящие в данный геом как в таксономическую категорию, т. е. в него входят все группы и классы фаций геом, а также их переменные (в том числе производные) состояния. Иначе говоря, эпигеом объединяет в себе все эпифации, их группы и классы, фации которых входят в состав данного геом. На наш взгляд, именно эпигеом по объему понятия и уровню иерархии соответствует системе факторально-динамических рядов фаций ландшафта.

При выделении эпигеомов различных уровней иерархии важно определить ядро эпигеома — инвариант или геомер (эпигеомер) эквивалентного вида для каждого уровня. Так, для уровня эпифации — это коренной (или максимально близкий к коренному состоянию) биогеоценоз, наиболее полно соответствующий местным природным условиям, характерным для местоположения фации. Для класса эпифаций, отражающего эпифации отдельных факторально-динамических рядов, в качестве эпигеомов эквивалентного вида можно рассматривать группу полукоренных эпифаций, а на уровне эпигеом, который характеризует факторально-динамическую систему в целом, в качестве ядра эпигеомы выступает группа коренных фаций (эпифаций), отвечающих ландшафтно-региональной (зональной) норме. При этом необходимо иметь в виду, что при анализе эпигеомов на низшем уровне мы имеем дело не только с природными фациями, но и с их производными состояниями (например, антропогенными модификациями), т. е. с эпифациями, поэтому и объектами объединения (генерализации) в эпигеомы более высоких рангов будут не фации, а эпифации.

В качестве примера рассмотрим обобщенную иерархическую модель эпигеомов топологического уровня, построенную для горно-таежного темнохвойного геом ограниченного развития, фации которого широко распространены в горно-таежном ландшафте Южного Предбайкалья (территория Олхинского плоскогорья) (рис. 3). Информация о геосистемах данной территории и результаты картографирования их динамических состояний представлены в более ранней работе [14]. Здесь геомеры представлены подклассом горно-таежных южносибирских геомов и в меньшей степени — горно-таежных байкало-джугджурских. Северная часть Олхинского плоскогорья занята фациями горно-таежного геом сосновых лесов, а на южной распространены фации горно-таежного геом темнохвойных лесов ограниченного развития и лиственничных лесов оптимального развития [14, 15].

Территория исследования подвержена достаточно сильному антропогенному воздействию (вырубки, природно-антропогенные пожары, рекреационная нагрузка и техногенное воздействие промышленных предприятий), что приводит к формированию большого разнообразия производных состояний геосистем (кратковременно- и длительно-производных, устойчиво длительно-производных). На территории преобладают горы с широкими куполообразными водоразделами, расчлененные долинами рек и ручьев, что определило основные факторально-динамические особенности горно-таежного ландшафта (см. рис. 3). На широких водоразделах и водораздельных территориях распространены геосистемы (динамические состояния геосистем), которые мы относим к водораздельному классу эпифаций. Ядром этого класса, как и всего эпигеом в целом, является группа коренных эпифаций, представленных, например, темнохвойной тайгой на выположенных водоразделах на дерново-подзолистых суглинистых с щебнем почвах. Эти природные геосистемы (коренные биогеоценозы) наиболее полно отвечают ландшафтно-региональной норме, свойственной горно-таежному темнохвойному геому условий ограниченного развития. Структурно-функциональные особенности данных геосистем можно рассматривать в качестве инварианта для всех уровней эпигеомов топологической размерности (от эпифации до эпигеом). На водоразделах действуют локальные видоизменяющие факторы, которые приводят к отклонению от коренного состояния и формированию промежуточных (переходных) и серийных геосистем в зависимости от силы влияния фактора. В качестве таких локальных факторов на водоразделах можно отметить неоднородность микрорельефа и литологического состава подстилающих пород, локальные изменения почвогрунтов в результате влияния сезонной мерзлоты и т. д. Помимо этого, в результате влияния антропогенных факторов формируется пестрая картина различных серийных биогеоценозов, представленных, например, вторичными лиственными, светло- и темнохвойно-лиственными лесами разных сукцессионно-возрастных стадий восстановления коренного биогеоценоза — структурного центра эпифации.

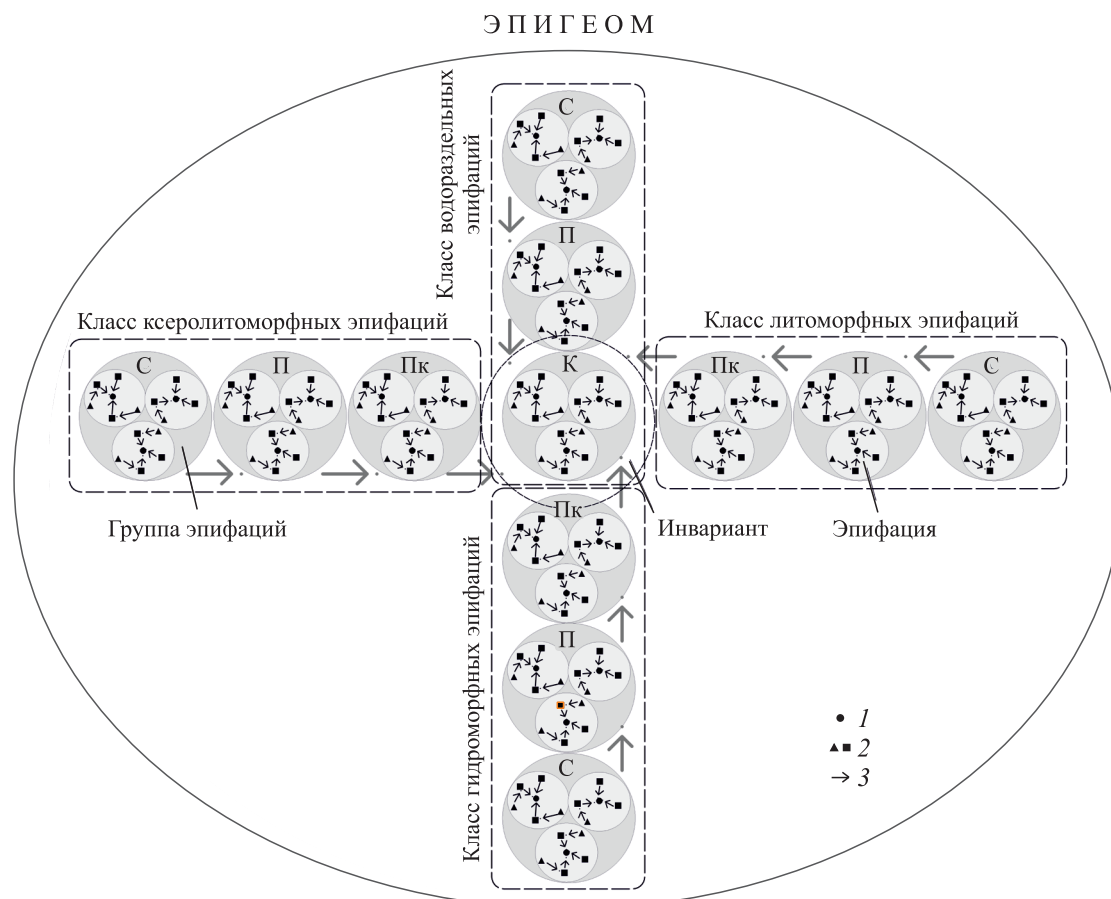


Рис. 3. Обобщенная иерархическая модель эпигеомов топологического уровня горно-таежного темновойного геом, построенная для условий Южного Предбайкалья.

Динамические состояния групп эпифаций: К — коренное, Пк — полукоренное, П — промежуточное (переходное), С — серийное. 1 — коренной биогеоценоз; 2 — серийные биогеоценозы (восстановительные стадии); 3 — направление сукцессии. Серыми стрелками показаны направления тенденций преобразования серийных и промежуточных состояний геосистем в сторону эквифинального состояния.

В рамках горно-таежного эпигеома в целом, помимо водораздельного класса эпифаций, выделяются основные факторально-динамические ряды (классы) эпифаций в зависимости от видоизменяющего влияния ландшафтообразующих факторов топологического порядка. К ним относятся класс литоморфных эпифаций, расположенных на склонах гор преимущественно северных экспозиций с повышенным содержанием обломочного материала горных пород, скальных обнажениях, курумах на склонах и плоских вершинах гор; класс ксеролитоморфных эпифаций, приуроченных к склонам в основном южных экспозиций; класс гидроморфных эпифаций, которые распространены на местоположениях с избыточным увлажнением (поймы рек и ручьев, водосборные понижения и др.). В рамках этих классов выделяются основные группы эпифаций, характеризующие динамические состояния геосистем по степени факторного влияния. Серийная группа объединяет эпифации с максимальным (гипертрофированным) уровнем видоизменяющего факторного влияния на них. К ним относятся, например, биогеоценозы на крутых склонах с выходами горных пород (классы литоморфных и ксеролитоморфных эпифаций) или заболоченные биогеоценозы с застойным режимом увлажнения (гидроморфный класс эпифаций).

Группа переходных (промежуточных) эпифаций расположена между эквифинальными и серийными геосистемами в факторально-динамическом ряду и характеризуется умеренной степенью влияния видоизменяющих факторов. В качестве примера групп переходных эпифаций можно привести биогеоценозы на склонах средней крутизны с присутствием обломочного материала горных пород (литоморфный класс), биогеоценозы в долинах рек и ручьев и в водосборных понижениях с избы-

точным, но дренируемым режимом увлажнения (гидроморфный класс). В рамках вышеназванных факторально-динамических рядов при минимальной степени видоизменяющего влияния факторов можно выделить биогеоценозы, относящиеся к группе полукоренных эпифаций. К последней относятся геосистемы, расположенные, например, на пологих склонах (классы литоморфных и ксеролитоморфных эпифаций), а также на дренируемых террасах долин рек и ручьев (гидроморфный класс). В рамках определенного факторально-динамического ряда (класса эпифаций) группа полукоренных эпифаций является ядром этих классов, наиболее близко соответствующим инварианту и ландшафтно-региональной норме. В свою очередь, полукоренные эпифации разных факторально-динамических рядов наиболее близки к структурному центру эпигеума — группе коренных эпифаций водораздельного класса, максимально соответствующего инварианту и ландшафтно-региональной (зональной) норме (см. рис. 3).

Необходимо отметить, что в модели эпигеомеров (см. рис. 3) отражены лишь основные факторально-динамические ряды, формирующие главные черты строения горно-таежного ландшафта, занимающие значительную долю площади и отличающиеся наличием на территории полного спектра динамических состояний (от эквифинальных до серийных) по градиенту видоизменяющих факторов. Помимо основных рядов, на территории исследования можно выделить дополнительные факторально-динамические ряды (классы), фации которых не имеют значительного распространения и не представлены полным спектром динамических состояний на территории исследования. Так, на территории Олхинского плоскогорья встречаются фации, которые можно отнести к стагнозному ряду (торфяные болота с лиственнично-кедровым редколесьем на выровненных местоположениях), криоморфному ряду (кедрово-елово-лиственничные травяно-моховые леса по днищам межгорных понижений). Крайние серийные состояния фаций криоморфного ряда, по нашему мнению, должны быть связаны с вечной мерзлотой, которая на территории исследования наблюдается редко, только на заболоченных участках в форме линз многолетней мерзлоты [9]. Названные фации дополнительных рядов во многих случаях сходны по характеру факторного влияния с фациями основных рядов, поэтому их в некоторых случаях можно отнести к основным факторально-динамическим рядам. Например, некоторые фации, проявляющие криоморфные и стагнозные признаки, приуроченные к долинам рек и ручьев и межгорным понижениям, характеризуются избыточным увлажнением, поэтому их можно отнести к гидроморфному факторально-динамическому ряду.

Выше по тексту и на рис. 3 показана иерархическая структура эпигеомеров топологического уровня, где в качестве инварианта выделена коренная эпифация темнохвойной тайги выположенных водоразделов на дерново-подзолистых суглинистых почвах. Эти биогеоценозы наиболее полно отвечают ландшафтно-региональной норме, свойственной горно-таежному темнохвойному геому условий ограниченного развития. При анализе эпигеомеров регионального уровня (например, ранга группы эпигеомов) происходит объединение горно-таежных южносибирских темнохвойных эпигеомов условий редуцированного, ограниченного и оптимального развития в одну группу эпигеомов. В этом случае инвариантом или ядром группы эпигеомов становится эпигеом условий оптимального развития, а эпигеом условий ограниченного развития будет рассматриваться как отклонение от инварианта (зонально-региональной нормы).

Далее при рассмотрении эпигеомера планетарного уровня, характеризующего таежный тип природной среды (например, в условиях Евразии), структурным центром (инвариантом) данного эпигеомера будет евразийский равнинный класс эпигеомов. При этом евразийский горный класс эпигеомов, к которому относится в том числе и анализируемая нами горно-таежная южносибирская темнохвойная группа эпигеомов, рассматривается как отклонение от глобальной нормы, характеризующей таежный тип природной среды.

Таким образом строится иерархическая модель эпигеомеров, описывающая инвариант-вариантную многоуровневую систему, при которой инвариант геосистемы нижнего иерархического уровня является вариантом геосистемы более высокого ранга, т. е. каждый эпигеомер представляет собой вариант эпигеомера более высокого порядка. [13]. Исключение составляют эпигеомы, сохраняющие свои инвариантные свойства на более высоком иерархическом уровне (например, группа коренных эпифаций — инвариант не только для водораздельного класса эпифаций, но и для всего эпигеума в целом).

Такая модель отражает пространственно-временную изменчивость геосистем на разных уровнях иерархии (от топологического до планетарного), подчеркивает их соподчиненность и особенности проявления на каждом уровне, что отражено в первом и втором теоретических положениях учения о геосистемах [2, 3].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Модели эпифазии и связанные с ними системы факторально-динамических рядов, разработанные в рамках учения о геосистемах, отображают связь различных динамических состояний топогеосистем и влияющих на них факторов, а также показывают тенденции изменения этого состояния, что важно учитывать при прогнозных исследованиях. Систему факторально-динамических рядов можно рассматривать как «природный каркас» эпигеомера. Этот каркас отражает многообразие природных факторов (климат, геолого-геоморфологическая основа) и динамических состояний топогеомеров (фаций), связанных с их географическим местоположением. Система факторально-динамических рядов, как и эпигеомер в целом, показывает структурно-динамические отношения, сложившиеся между топогеосистемами в ландшафте. Таким образом, эпигеомер — это модель, которая отражает различные формы пространственно-временной изменчивости геосистем и показывает место и взаимосвязь геомеров в эписистеме. Положение геосистемы в эпигеомере фиксирует вид и степень изменчивости конкретного геомера относительно коренного геомера (ядра эписистемы, инварианта), отвечающего ландшафтно-региональной или зональной норме.

Анализ «динамики» разного рода серийных геосистем, отраженной в приведенной выше схеме развития ландшафтов, позволил обосновать выделение промежуточного (переходного) динамического состояния геосистем (фаций), находящихся между серийными и эквифинальными геосистемами в моделях факторально-динамических рядов и эпигеомеров, а также отразить основные направления изменений динамических состояний геосистем и механизмы дифференциации и гомогенизации ландшафтного пространства, влияющие на степень пространственно-временной изменчивости геосистем.

На основе схемы ландшафтообразования выделены два противоположно направленных и одновременно действующих «динамических» процесса: 1) дифференциация ландшафтной структуры под влиянием возмущающих факторов, которая формирует пеструю картину различных динамических состояний геосистем, тем самым увеличивает степень их пространственно-временной изменчивости; 2) гомогенизация ландшафтного пространства в результате проявления процессов восстановления коренной геосистемы, что приводит к выравниванию условий формирования фаций и, тем самым, снижает их пространственно-временную изменчивость. Такой способ ландшафтной организации и формирования изменчивости объясняется четвертым теоретическим положением учения о геосистемах, обосновывающим одновременное существование геосистем с гомогенной (геомеры) и гетерогенной (геохоры) структурой. Модели системы факторально-динамических рядов и эпигеомеров как раз предназначены для согласованного исследования как гетерогенных структур — геохор, так и гомогенных — геомеров.

В контексте сказанного выше можно выделить две формы таких моделей. Первая — эпифазия (эпигеомер) ландшафта, т. е. объединение различных фаций (их динамических состояний) в единую факторально-динамическую и пространственно-функциональную систему в рамках определенной геохоры (макроеохоры или ландшафта). В типологическом аспекте в состав ландшафтного эпигеомера могут входить фации, относящиеся не только к разным группам (группа коренных, серийных фаций), классам (класс литоморфных, гидроморфных фаций), но и к разным геомам. Вторая — модель эпигеомеров, объединяющая по структурно-динамическим принципам геомеры одного типа без привязки к конкретной геохоре. Например, конкретный эпигеом объединяет только фации (их динамические состояния) данного геомы, при этом фации других геомов в него не входят. Первая модель описывает макроеохору как структурно-динамическое и пространственно-функциональное целое, а вторая отражает не только структурно-динамические отношения между геомерами, но и их типологическую, классификационно-иерархическую (таксономическую) соподчиненность.

Предложенная нами иерархическая модель эпигеомеров с обозначенными в ней эпифазиями, их группами и классами, а также эпигеомом — это лишь наше видение, не претендующее на «истину в конечной инстанции». Неоднозначность трактовки термина «эпифазия» и сложности соотнесения ее с эпигеомерами более высокого порядка подталкивает к более широкому использованию термина «эпигеомер» как универсального, отражающего структурно-динамические и типологические отношения между геосистемами на разных иерархических уровнях.

Работа выполнена за счет средств государственного задания Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН (AAAA-A21-121012190056-4).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Фролов А.А.** Изменчивость ландшафтов в свете учения о геосистемах // География и природ. ресурсы. — 2024. — Т. 45, № 2. — С. 127–136. — DOI: 10.15372/GIPR20240213
2. **Сочава В.Б.** К теории классификации геосистем с наземной жизнью // Докл. Ин-та географии Сибири и Дальн. Востока. — 1972. — Вып. 34. — С. 3–14.
3. **Сочава В.Б.** Геотопология как раздел учения о геосистемах. Топологические аспекты учения о геосистемах. — Новосибирск: Наука, 1974. — С. 3–86.
4. **Сочава В.Б.** Введение в учение о геосистемах. — Новосибирск: Наука, 1978. — 318 с.
5. **Крауклис А.А.** Факторально-динамические ряды таежных геосистем и принципы их построения // Докл. Ин-та географии Сибири и Дальн. Востока. — 1969. — Вып. 22. — С. 15–25.
6. **Крауклис А.А.** Натурная модель. Природные режимы и топогеосистемы приангарской тайги. — Новосибирск: Наука, 1975. — С. 28–49.
7. **Крауклис А.А.** Проблемы экспериментального ландшафтоведения. — Новосибирск: Наука, 1979. — 233 с.
8. **Высоцкий Г.Н.** Избранные сочинения. — М.: Изд-во АН СССР, 1962. — Т. 2. — 399 с.
9. **Рященко С.В., Выркин В.Б., Атутова Ж.В., Выркина Л.А., Зайцева Т.А., Кошелев В.Ю., Тужикова Т.Н.** Геоэкологическое и рекреационное обоснование создания природного парка «Витязь». — Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2006. — 51 с.
10. **Крауклис А.А.** Опыт стационарного исследования ландшафтной структуры (на примере Нижнего Приангарья) // Докл. Ин-та географии Сибири и Дальн. Востока. — 1967. — Вып. 16. — С. 32–41.
11. **Фролов А.А., Черкашин А.К.** Микрозональная геоморфологическая дифференциация ландшафтов и степень серийности топогеосистем // География и природ. ресурсы. — 2019. — № 1. — С. 168–177.
12. **Bradshaw M.** Process, time and the physical landscape: geomorphology today // Geography. — 1982. — Vol. 67. — P. 15–28.
13. **Бессолицына Е.П., Владимиров И.Н., Истомина Е.А., Калеп Л.Л., Кейко Т.В., Коновалова Т.И., Кузьменко Е.И., Кузьмин В.А., Латышева А.В., Леонтьев Д.Ф., Мясникова С.И., Пономарев Г.В., Солодянкина С.В., Трофимова И.Е., Черкашин А.К.** Ландшафтно-интерпретационное картографирование. — Новосибирск: Наука, 2005. — 424 с.
14. **Фролов А.А.** Геоинформационное картографирование изменчивости ландшафтов (на примере Южного Прибайкалья) // География и природ. ресурсы. — 2015. — № 1. — С. 156–166.
15. **Ландшафты юга Восточной Сибири:** Карта м-ба 1:1 500 000 / Ред. О.П. Космакова, В.С. Михеев. — М.: ГУГК, 1977. — 4 л.

Поступила в редакцию 27.10.2023

После доработки 22.04.2024

Принята к публикации 11.07.2024