



УДК 910:528.9:004

Организация геосистем и ее картографирование

Т. И. Коновалова (konovalova@irigs.irk.ru)

Аннотация. Рассмотрены основные механизмы организации геосистем, особенно их проявления на различных иерархических уровнях. Предложена методика их картографирования.

Ключевые слова: механизмы организации, иерархический уровень, картографирование.

Введение

Решение проблем оценки и прогноза изменений окружающей среды регионов, повышения качества научно-информационной базы для целей управления региональным развитием является основой современных географических исследований. Они базируются на изучении геосистем, состоящих из большого числа изменчивых элементов и их взаимосвязей. Это определяет необходимость развития системной методологии географических исследований, т. е. изучения и конструирования природных объектов как систем.

При таком подходе геосистемы рассматриваются как особый класс управляющих систем, которые формируются и развиваются в пространстве и времени как единое, взаимообусловленное целое, где связи между ними, а также природными компонентами осуществляются через их общую принадлежность вышестоящей геосистеме. Это продукт синтеза времени и пространства, олицетворяемый в неповторимом целостном облике взаимосвязанных элементов, которые реагируют на воздействие внешних факторов, в том числе и деятельность человека, в зависимости от своей организации. Важность современного познания организации геосистем, закономерностей их формирования, изменений под влиянием природных и антропогенных факторов подчеркивается необходимостью создания государственной, а в будущем международной ландшафтной службы, без которой невозможен своевременный прогноз неблагоприятных явлений [6].

Основная задача исследований заключается в формировании представлений об организации геосистем как структуры развивающихся в пространстве и во времени геосистемных связей, типологии и классификации механизмов организации, воспроизводящих пространственно-временной континуум природной среды территории.

Методология исследований организации геосистем базируется на синтезе знаний о природе, а не просто детальном анализе отдельных компо-

нентов и процессов. Происходит смещение исследовательских акцентов с изучения динамического равновесия природных комплексов, обратимости их изменений, статики взаимосвязей на противоположные.

В системе общенаучных знаний решение этой задачи связано с реализацией современного синергетического подхода, в области физической географии – с дальнейшим развитием теории геосистем. Исследования и картографирование организации геосистем регионов Сибири базируется на информационном синтезе данных и знаний о территории, основанном на результатах стационарных, наземных и аэровизуальных маршрутных исследований, картографической информации, дешифрировании космических снимков.

История вопроса

Развитие естествознания во второй половине XX в. показало необходимость многопланового подхода к изучению сложных географических объектов, направлению их преобразования, поскольку применение обобщенных знаний об их элементах не могут дать правильного решения.

В связи со сложностью исследования геосистем возникла потребность применить универсальные законы, которые были определены в рамках современных синергетических исследований. В них главное внимание уделяется принципам построения организации систем, обстоятельствам ее возникновения, развития и усложнения. В конце XX в. результаты, полученные в рамках синергетики, были использованы практически во всех научных дисциплинах. Это привело к тому, что любая естественная система стала рассматриваться с позиций теории организации, понятие которой, в свою очередь, получило различное толкование.

Первоначально системные географические исследования группировались вокруг создания теории геосистем, информации, либо решения отдельных проблем, таких как познание устойчивости, памяти, прямых и обратных взаимосвязей, пространства и времени, фракталов и др. Они показали, что геосистемы организованы намного сложнее, чем представлялось ранее. Примером этому являются взаимодействие различных форм движения материи, при котором формируется особое качество целостности; наличие памяти о предыдущих состояниях; механизмы развития в гармонии с системой более высокого иерархического уровня. Географическая система имеет глубокое информационное содержание, которое находится вне частных моделей. Изучение организации геосистем на современном уровне исследований – это не просто раскрытие частных свойств и территориального целого, а понимание того, каким образом части сливаются в целое и развиваются как целое через проявление связей и изменений.

Считалось, что процесс организации обуславливает образование качественно новых структур в макроскопическом масштабе [17], а закономерности возникновения порядка из хаоса устанавливаются с помощью методов термодинамики неравновесных процессов. Главное направление пре-

образований всех геосистем задает изменение географической оболочки в целом, которое, в свою очередь, определяют космические факторы. Геосистема стремится к стабильности и развитию, т. е. к непрерывному совершенствованию, усложнению своей организации.

В географии разработано несколько моделей организации географического пространства. Это теория геоморфологических циклов В. Девиса и связанная с ней модель пенепленизации рельефа; теория сукцессий; зонирование территории И. Г. Тюнена; теория центральных мест А. Кристаллера и поляризованной биосферы Б. Б. Родомана, саморазвития транспортных сетей П. Хаггета – С. А. Тархова [1]. Сложившиеся представления дополняются новыми концепциями: в геоморфологии – самоорганизации рельефа [15], фрактальных показателей геометрии рельефа [18]; региональной биоклиматической системы [8] и др. По-прежнему первостепенная важность отводится решению фундаментальной проблемы исследования пространственно-временной организации геосистем.

Механизмы организации геосистем

Синтез географических и синергетических знаний, данных многолетних экспедиционных изысканий послужил основой для разработки методологии исследований пространственно-временной организации геосистем. Она базируется на представлении об организации геосистем как сложном процессе формирования, сохранения и упорядоченного преобразования целостности за счет внутренних механизмов. Сложность процесса заключается в сочетании многих перемен, в том числе прогрессивных и регрессивных изменений, ритмических колебаний, обусловленных сложным переплетением внутренних и внешних стимулов.

Основными механизмами, определяющими пространственно-временную организацию геосистем, являются вещественно-энергетический обмен, внутренние взаимосвязи, связь со средой, развитие (направленность и необратимость), резонанс процессов, устойчивость.

Обмен веществом и энергией между космосом и географической оболочкой, а также ее компонентами является важным механизмом организации, определяя ее самостоятельность как структурно-функционального и естественноисторического образования [7]. Многократное «преломление» входящих извне импульсов внутрисистемными взаимосвязями создает различные по времени проявления, разветвленные цепи разнообразных последствий, изменения границ геосистем. Внутреннее содержание геосистемы, ее внешняя среда, функциональная обособленность изменяются в зависимости от иерархического уровня. Так, географическая оболочка – геосистема самого высокого уровня – имеет со своим земным и космическим окружением в основном энергетические связи (поступление солнечной радиации и энергии различных силовых полей). Для геосистем регионального уровня организации усиливается взаимодействие с окружающими геосистемами. Геосистемы низших таксонов топологического уровня в наи-

большей степени пронизаны транзитными и обменными потоками. Благодаря значительному воздействию со стороны внешнего окружения, они являются самыми динамичными и изменчивыми типами.

Так, к примеру, в тайге Средней Сибири возрастание суммы активных температур (за период с устойчивой среднесуточной температурой воздуха выше 10°) с севера на юг измеряется величинами порядка $70\text{--}90^{\circ}$ на 100 км. В то же время в пределах одного склона в местности с умеренно расчлененным рельефом этот градиент достигает 50° на 100 м [10]. В целом по региону с юга на север и с запада на восток убывание среднемесячной температуры января составляет $0,8 \cdot 10^{-3}$, июля – $0,4 \cdot 10^{-3}$ град. на 100 км. Зональное и секторное уменьшение длительности безморозного периода в том же направлении составляет $1,8 \cdot 10^{-3}$ и $2,9 \cdot 10^{-3}$ дней на 100 км. В пределах локальных типов геосистем эти контрасты существенно возрастают. Средняя месячная температура воздуха в январе повышается от подножия склона к его вершине на $0,9^{\circ}$, в июле – $0,3^{\circ}$ на 100 м расстояния по горизонтали. Градиенты на 100 м высоты составляют соответственно 6,2 и $3,6^{\circ}$. Возрастание продолжительности безморозного периода здесь составляет 9,3 дня в расчете на 100 м расстояния и 103,3 дня – на 100 м высоты.

Как следствие – усиливаются взаимосвязи и перераспределение вещества и энергии между геосистемами локального иерархического уровня, в результате чего они зависят от смежных с ними геосистем намного сильнее, чем сопредельные региональные единицы влияют друг на друга. Это предопределяет характерные для каждого иерархического уровня особенности организации геосистем.

Для геомеров и геохор условия соподчинения задаются физико-географическими характеристиками, присущими узловым геосистемам – высшим таксонам планетарного, регионального и топологического уровня размерности (свита типов ландшафтов/геомер – физико-географический пояс/геохора, классы геомов – физико-географическая область, геомы – ландшафт). Значения их «управляющих параметров» являются основными при определении тенденций преобразования подчиненных геосистем, амплитуды их изменений и вероятности перехода в соседний таксономический тип.

Любые изменения в функционировании узловых геосистем оказывают воздействие на подчиненные, задавая им траекторию нового преобразования. Например, в настоящее время в пределах юга Средней Сибири при показателях радиационного индекса сухости порядка 1,0 отмечается функционирование темнохвойно-таежных геосистем, приуроченных к области проявления сезонной и многолетней мерзлоты. Оптимальное их развитие в регионе [14] происходило в конце позднего плейстоцена, а начиная с раннего голоцена на их месте началось формирование светлохвойно-таежных типов геосистем. Их существование обусловлено консервированием мерзлотой осенних осадков предшествующего периода, которая обеспечивает водоснабжение растений в сухой период за счет постепенного оттаивания. Это помогает геосистемам сохранять на определенное время свою «незави-

симось» относительно региональных ландшафтных условий. В этой связи уместно напомнить высказывание А. Н. Криштофовича [13, с. 120], который отмечал: «Темная тайга с ее толстым моховым покровом держит мерзлоту на малой глубине, этим способствуя заболачиванию плато и вообще большей сырости. Опускание мерзлоты способствует развитию оподзоливающих процессов и осушению местности, и в результате завладения страной бором мы находим тут уже совершенно иные физические условия».

Антропогенная деятельность обычно ускоряет естественный ход процессов организации, преобразуя наиболее быстро геосистемы с низкими показателями вещественно-энергетического обмена, крайними проявлениями согласованности элементов и т. д. В результате значительная антропогенная трансформация геосистем во многом определяется проявлением механизмов их организации. Наиболее наглядны резкие трансформации в геосистемах с жестким и дискретным типом взаимосвязей (рис. 1).

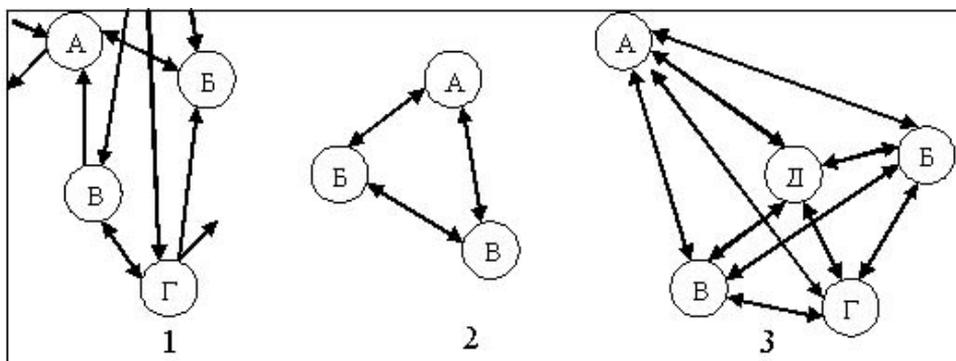


Рис. 1. Взаимосвязи частей геосистем

Типы взаимосвязей:

1 – дискретный, в котором элементы и подсистемы слабо взаимосвязаны между собой – экотоны и «молодые» системы; 2 – жесткие – серийные факторальные и реликтовые геосистемы; 3 – гармоничная согласованность разнообразных подсистем (коренные и мнимокоренные типы).

А–Д – условные символы элементов системы. Стрелки – направления связей

Примером геосистем с жесткими типами взаимосвязей в пределах южной части Средней Сибири могут служить группы фаций галофитных лугов высоких пойм и террас на луговых засоленных почвах притоков Ангары; высокотравных пихтарников плоских низких водоразделов Енисейского кряжа, а также ерниковых и темнохвойно-таежных кедровостланниковых геосистем Лено-Ангарского плато.

Геосистемы, как открытые динамические системы, органически связаны со своим окружением и включены в структуру организации среды. Любое внешнее воздействие на геосистему трансформируется ее взаимосвязанными составляющими, становясь затем ее внутренней средой. Однако не всякое изменение внешней среды может привести к модификации геосистемы. В естественных условиях влияние среды определяет особен-

ности функционирования геосистемы. Это потоки тепла, влаги и минеральных веществ. В свою очередь, воздействия, которые переводят систему из одного состояния в другое, У. Р. Эшби [22] предлагал называть возмущениями. Если сигнал не выходит за пределы «степени свободы», то видимой реакции на него обычно не происходит. Напомним, что под «степенью свободы» понимается отсутствие жесткой взаимосвязи между компонентами геосистемы, что позволяет ее отдельным составляющим изменяться в определенных пределах, не нарушая общей системной организации [19].

Сохранение и изменение организации геосистем зависит от согласованности протекания в них процессов, количественные вариации которых совершаются в определенном интервале максимальных и минимальных значений – степеней свободы, определяемых физико-географическими условиями узловых геосистем. Экстремумы возникают в то время, когда разные ритмы совпадают по фазе и усиливают друг друга (рис. 2).

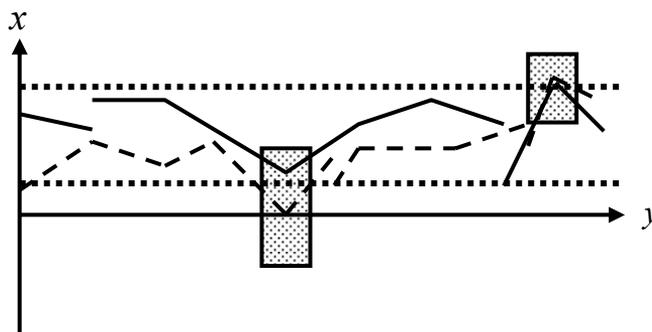


Рис. 2. Иллюстрация возможностей качественных изменений системы
 степени свободы; — процесс; — экстремальные отклонения от нормы

К примеру, для юга Средней Сибири, расположенного во внутриконтинентальном секторе внутропического пояса, основные динамические проявления обусловлены распределением тепла и влаги. Наиболее опасно совпадение периодов усиления процессов аридизации с однонаправленным эффектом антропогенного воздействия.

Согласно материалам А. Н. Криштофовича [11; 12] и М. П. Томина [20; 21], на Манзурской возвышенности и Березовом хребте, входящих в систему хребтов Ангаро-Ленского междуречья, ель, кедр и в меньшей степени – пихта занимали господствующее положение как в депрессиях, так и на водораздельных поверхностях. В то же время А. Н. Криштофовичем отмечалось постепенное вытеснение темнохвойной тайги сосновыми, лиственничными и мелколиственными лесами, происходящее главным образом в результате лесных пожаров. Для более северных районов Средне-Сибирского плоскогорья это же явление зафиксировано С. С. Ганешиним [5], Г. А. Боровиковым [2; 3] и А. Я. Райкиным [16]. Позже Я. Я. Васильев

[4] указывал, что для всего пространства между Енисеем, Нижней Тунгусской, Байкальским хребтом и лесостепной полосой характерно развитие темнохвойной тайги на водоразделах. По его мнению, все водоразделы были покрыты кедрово-пихтовой тайгой с той или иной примесью ели и лиственницы, но в настоящее время большая часть этих пространств занята разной давности гарями.

Маршрутные и дистанционные исследования, проведенные автором в этих районах, показали, что для большинства местоположений, примыкающих к Ангаре, Илим, Лене, характерны антропогенно-нарушенные типы геосистем, которые не восстанавливаются до исходного состояния даже после устранения внешнего воздействия. Это акцентирует внимание на том, что даже незначительное влияние на геосистему может вызвать значительную трансформацию ее структуры и последующее изменение среды.

Процесс развития является одним из ведущих механизмов организации геосистем, обуславливая направленность и необратимость их трансформации. Основным условием его проявления является накопление вещества и энергии в геосистеме. Видоизменения, накапливаясь в геосистеме, со временем инициируют ее эволюционные преобразования. Вместе с тем на протяжении некоторого времени в геосистеме происходит поддержание достигнутого уровня организации за счет устойчивости.

Устойчивость геосистем – качественная категория, инвариантная современному состоянию природной среды региона, которая проявляется в системной совокупности свойств, отражающих их внутреннюю целостность и отношения с внешней средой.

В соответствии с факторами организации геосистем выделяются критерии для оценки их устойчивости:

- своеобразии – принадлежности геосистем к тем или иным региональным подразделениям, отражающая типичность/нетипичность их распространения в пределах изучаемой территории, условия их функционирования;
- разнообразии – вариантности и сложности составляющих геосистему подсистем и их взаимосвязей, позволяющие судить об их устойчивости;
- характере внутренних взаимосвязей – жестких, дискретных, гармоничных;
- видоизменениях – отклонениях от коренной (фоновой) нормы, отражающие степень устойчивости и направленность процессов преобразования геосистем. Это определенные структурные и функциональные изменения, отраженные через факторально-динамические ряды (гидро-, крио-, литоморфные и проч.) и упорядоченные через различные динамические состояния: коренные, наиболее устойчивые; серийные – устойчивые; а также экстраобластные, серийные факторальные и устойчиво – длительно-производные состояния, отражающие проявления преобразующей динамики и исторические взаимодействия различных геосистем, закрепляемых в природе влиянием резко контрастирующих с фоновыми природными условиями факторов трансформации природной среды;

– положение в определенных частях ареала – определяющее условие существования геосистем;

– возраст геосистем – их реликтовость или молодость. Эти геосистемы слабо устойчивы к любым внешним воздействиям в силу слабой адаптации к условиям среды.

Проявления всех механизмов организации геосистем приводит к ее дифференциации на три основных типа и подтипы: I – саморазвитие: 1 – совершенствование взаимосвязей; 2 – сохранение и восстановление геосистемы без изменения ее свойств и цели; II – поддержание самоорганизации: 3 – замена старых подсистем на новые; 4 – изменение внутренних взаимосвязей; III – самозарождение: 5 – генерация двух геосистем; 6 – разрушение и формирование новых взаимосвязей.

Картографирование организации геосистем

Карты, построенные на основе учета механизмов организации геосистем, дают возможность многовариантного решения прогнозных задач.

Прежние картографические модели геосистем регионов традиционно базировались на отображении иерархичности, гомогенности и динамичности. Как правило, карты строились посредством применения процедуры, которая базируется на перечислении всех известных элементов, после чего выявлялись их общие признаки. Фактически этот способ базировался на интуитивной стадии группировки и поиска особенностей элементов, характерных для того или иного объекта. Его применение целесообразно в том случае, когда предварительно выявлено соответствие между желательными и действительно существующими признаками объектов, применительно к определенной ситуации.

Основные принципы, применяемые при современном картографировании организации геосистем, отображают ее механизмы, обеспечивая логичность процедуры за счет соотнесения подчиненных геосистем к узловым. Это исключает возможность причисления одного и того же элемента к различным классификационным категориям и в то же время обеспечивает учет вариабельности свойств каждого из них, в результате чего ни один из них не остается вне классификации. В связи с этим на региональном уровне картографирования организации геосистем отражаются узловые геосистемы как инвариантный аспект, который предполагает наличие множества переменных состояний геосистем. Принадлежность тех или иных классификационных категорий к одной узловой системе указывает на единство их развития или возникшие внутрисистемные противоречия.

Вещественно-энергетические потоки определяют особенности организации геосистем всех иерархических уровней, поэтому общие критерии теплообеспеченности и увлажнения положены в основу выделения классов и подклассов геомов соответственно, которые определяют особенности подсистем.

На топологическом уровне (геом – фация) с учетом его специфики этого уровня есть смысл, с одной стороны, отображать общий физико-географический фон геоба, определяемый воздействием планетарно-

региональных факторов, с другой – зависимость свойств геосистем этого уровня от локального окружения и связи, объединяющие разные временные и динамические состояния каждой группы фаций в единое целое. Все это позволит отразить тенденции изменчивости геосистемы, ее целостность и направления возможных преобразований. Так, в качестве исходного уровня сравнения преобразования топогеосистем задаются детальные характеристики геома, в которых перечислены фоновые и локальные признаки. Например, подтаежные светлохвойные высоких песчаных увалов озерно-речной аккумуляции на средне- и верхнечетвертичных отложениях. Далее группы фаций систематизируются в зависимости от факторов, влияющих на отклонения от фоновой нормы. Главнейшие направления «локализации» изменений фоновой нормы названы факторально-динамическими рядами [9]. К примеру, литоморфный ряд – сокращение мощности почвы и усиленное вовлечение в геосистему первичного минерального субстрата; гидроморфный – превращение сухопутных фаций в коллекторы влаги в системе естественного дренажа; криоморфный – снижение количества тепла, появление горизонта длительно действующей мерзлоты; стагнозный – углубление застаивания вещества, подтягивание к геосистеме грунтовых вод, замещение почвы отмершей органикой; псаммофитный – нарастание физико-химической пассивности, механической рыхлости, биолого-экологической опустошенности почвы. Однако комбинации этих признаков выступают лишь как тенденция, поскольку отмечаются модификации их проявления.

Предположительный порядок смены одного состояния другим показан в легенде карты через взаимосвязанный набор групп фаций, например в порядке возрастания гидроморфности местоположений от осоково-хвощевых травяных болот до ивняков злаково-разнотравных. Изменение характера увлажнения в ту или иную сторону приведет к тому, что группы фаций примут облик соседнего таксономического типа. Крайние в этом ряду геосистемы обладают способностью модификации структуры в направлении соответствия смежных с ними одноранговых таксономических категорий. В этом анализе проявляется косвенная возможность оценки влияния согласованности процессов на изменение типа или подтипа процесса организации геосистем региона вплоть до разрушения геосистемы и формирования новых взаимосвязей.

В концептуальную модель карт заложены новые представления о динамических особенностях геосистем, в частности, введены такие динамические категории, как мнимокоренные экстраобластные малоустойчивые; серийные факторальные наименее устойчивые. При этом динамические категории групп фаций, индексы которых даны в легенде, позволяют выявить характер взаимосвязей элементов геосистемы. Так, если в составе геомов преобладает незначительное число составляющих подразделений, а их динамические категории характеризуются индексами серийных факторальных, либо мнимокоренных экстраобластных, то это означает наличие жестких и дискретных внутрисистемных взаимосвязей, сложившихся про-

тиворечий с развитием узловой системы и возможных быстрых преобразований этих геосистем.

Становление или изменение геосистем в процессе временных преобразований отображаются на карте через ряд последовательных стадий – рядов трансформации. Мнимокоренные экстраобластные, серийные факторальные и устойчиводлительнопроизводные категории воспроизводят проявления преобразующей динамики и исторические взаимодействия различных геосистем.

Наиболее сложный характер причинная детерминация приобретает в антропогенных условиях, при которых сложившиеся взаимосвязи могут изменяться как сравнительно быстро, так и постепенно, в процессе освобождения или качественного преобразования вещества и энергии под воздействием человека. Характер этих изменений (изъятие влаги на орошение, «острова тепла» в промышленных центрах и т. д.) показывают направление трансформации геосистем.

В связи с этим отображение механизмов организации геосистем дает возможность оценить их целостность, прогнозировать направления трансформации геосистем.

Для создания синтезированной карты организации геосистем регионов необходимо систематизировать данные, отраженные в современной карте геосистем (рис. 3).

Для выявления первого этапа организации необходимо обратить внимание на значительное число составляющих геосистему подразделений (групп фаций), гармоничную согласованность их взаимосвязей, соответствие «управляющим параметрам» узловой геосистемы, характеристики степеней свободы. Второй этап характеризует прежде всего наличие у подсистем таких динамических категорий, как мнимокоренные экстраобластные и устойчиводлительнопроизводные. Отдельные элементы могут не соответствовать фоновым показателям узловой геосистемы, а в факторально-динамических рядах их изменений превалируют определенные направления, например усиление гидроморфности и стагнозного состояния. Третий этап организации выявляется при оценке разнородности элементов, входящих в состав узловой геосистемы. Эти элементы относятся, к примеру, к псаммофитному и гидроморфному рядам.

Например, в рамках Центрально-Азиатского внутриконтинентального класса геомов, представленного в дельте Селенги, наметились существенные противоречия, обусловленные современными тектоническими движениями земной коры. В пределах этого класса развиваются наряду с подгорно-долинными псаммофитными сухостепными также и гидроморфные дельтовые и долинные болотные группы фаций. Они характеризуются наличием жестких взаимосвязей (доминирование серийных факторальных категорий), что свидетельствует о сложившихся тенденциях трансформации этих систем.

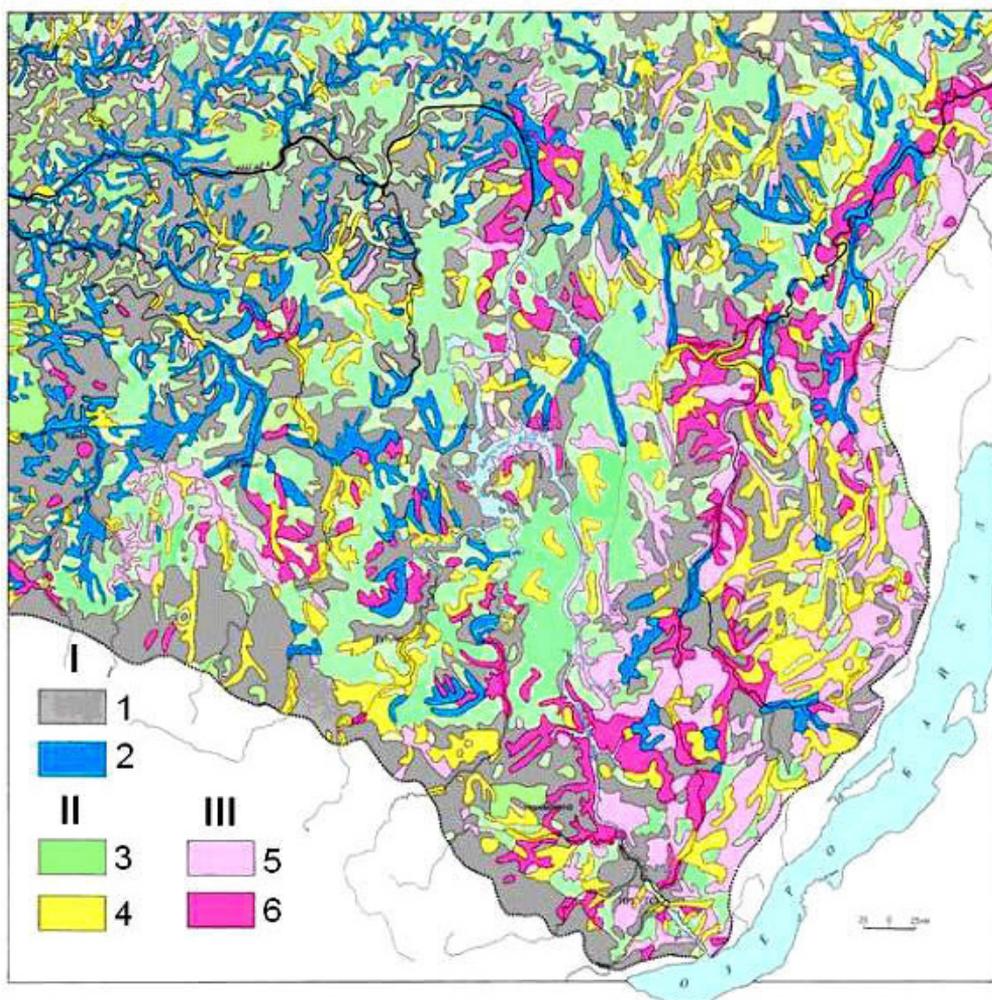


Рис. 3. Организация геосистем юга Средней Сибири

I–III – этапы процесса организации; 1–6 – подэтапы процесса организации;

I – развитие: 1 – совершенствование взаимосвязей; 2 – сохранение и восстановление геосистемы без изменения ее свойств и цели; II – поддержание организации: 3 – замена старых подсистем на новые; 4 – изменение внутренних взаимосвязей; III – зарождение: 5 – генерация двух геосистем; 6 – разрушение и формирование новых взаимосвязей

Заключение

Исследование организации геосистем является современным средством познания, соответствующим усложнившимся научным задачам географии в свете новых представлений, возникших в естествознании. Оно знаменует смещение исследовательских акцентов с представления о том, что особенности геосистемы можно изучать на основе познания свойств составляющих ее элементов к целостному ее восприятию. При таком под-

ходе происходят целенаправленный поиск, сбор и интерпретация данных, обеспечивающие всестороннюю характеристику территории. В результате этого весь механизм многопланового изучения географических объектов синтезируется на единой основе, учитывающей универсальные механизмы организации разнообразных геосистем.

Новые задачи повышают требования к информации и вызывают необходимость создания карт организации геосистем регионов, которые являются итогом многогранного научного процесса и отражают механизмы и этапы процесса организации. Анализ таких карт дает возможность прогнозирования динамики геосистем.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 12–05–00819–а)

Список литературы

1. Арманд А. Д. Самоорганизация и геосистемы / А. Д. Арманд // Самоорганизация и динамика геоморфосистем : материалы XXVII Пленума геоморфол. комиссии РАН. – Томск : Изд-во Ин-та оптики атмосферы СО РАН, 2003. – С. 24–30.
2. Боровиков Г. А. Растительность Западного Заангарья // Предварительный отчет о ботанических исследованиях в Сибири и Туркестане в 1910 году / Г. А. Боровиков. – СПб. : Изд. Пересел. упр., 1911. – С. 43–53.
3. Боровиков Г. А. Очерк растительности Восточного Заангарья / Г. А. Боровиков // Тр. почвенно-ботанических экспедиций по исследованию колонизационных районов Азиатской России. Ч. 2. Бот. исслед. 1909 года. – СПб., 1912. – 93 с.
4. Васильев Я. Я. Леса и лесовозобновление в районах Братска, Илимска и Усть-Кута/ Я. Я. Васильев // Тр. СОПС АН СССР. Сер. сиб. – Ч. 1, вып. 2. – Л., 1933. – 111 с.
5. Ганешин С. С. Растительность Ангаро-Илимского края Иркутской губернии / С. С. Ганешин // Тр. почвенно-ботанических экспедиций по исследованию колонизационных районов Азиатской России. Ч. 2. Бот. исслед. 1909 года. – СПб., 1912. – 154 с.
6. Геопространственные системы: структура, динамика, взаимосвязи // Тр. XII съезда Рус. геогр. о-ва. – Т. 2. – СПб., 2005. – 264 с.
7. Григорьев А. А. Закономерности строения и развития географической среды / А. А. Григорьев // Избр. теоретические работы. – М. : Наука, 1966. – 382 с.
8. Коломыц Э. Г. Региональная биоклиматическая система и ее прогнозное значение / Э. Г. Коломыц // Изв. АН. Сер. геогр. – 2002. – № 6. – С. 75–85.
9. Крауклис А. А. Факторально-динамические ряды таежных геосистем и принципы их построения/ А. А. Крауклис // Докл. Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока. – 1969. – Вып. 22. – С. 15–25.
10. Крауклис А. А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения / А. А. Крауклис. – Новосибирск : Наука, 1979. – 232 с.
11. Криштофович А. Н. Экспедиция по Тыреть-Жигаловскому тракту / А. Н. Криштофович // Предварительный отчет о ботанических исследованиях в Сибири и Туркестане в 1908 году. – СПб. : Изд. Пересел. упр., 1909. – С. 79–83.
12. Криштофович А. Н. Ботанико-географические исследования в области Березового хребта и Балаганской степи Иркутской губернии / А. Н. Криштофович // Тр. почвенно-ботанических экспедиций по исследованию колонизационных районов Азиатской России. Ч. 2. Бот. исслед. 1908 г. – Вып. 3. – СПб, 1910. – С. 3–153.

13. Криштофович А. Н. Очерк растительности Око-Ангарского края (Иркутской губернии) / А. Н. Криштофович // Тр. почвенно-ботанических экспедиций по исследованию колонизационных районов Азиатской России. Ч. 2. Бот. исслед. – 1910 г. – Вып. 3. – СПб., 1913. – С. 4–184.
14. Нейштадт М. И. К палеографии территории СССР в голоцене / М. И. Нейштадт // Изв. АН. Сер. геогр. – 1955. – № 5. – С. 32–38.
15. Поздняков А. В. Самоорганизация в развитии форм рельефа / А. В. Поздняков, И. Г. Черванев И. Г. – М. : Наука, 1990. – 205 с.
16. Райкин А. Я. Ангаро-Илимо-Ленский район Иркутской губернии / А. Я. Райкин // Предварительный отчет об организации и исполнении работ по исследованию почв Азиатской России в 1911 году. – СПб. : Изд-во Пересел. упр., 1912. – С. 79–85.
17. Ретеюм А. Ю. Земные миры / А. Ю. Ретеюм. – М. : Мысль, 1988. – 266 с.
18. Симонов Ю. Г., Фрактальность рельефа земной поверхности и географические проблемы ее изучения / Ю. Г. Симонов, Т. Ю. Симонова // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5, геогр. – 2002. – № 4. – С. 17–21.
19. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах / В. Б. Сочава. – Новосибирск : Наука, 1978. – 320 с.
20. Томин М. П. Экспедиция в Верхоленском и Балаганском уездах / М. П. Томин // Предварительный отчет о ботанических исследованиях в Сибири и Туркестане в 1908 году. – СПб. : Изд-во Пересел. упр., 1909. – С. 84–89.
21. Эшби У. Р. Введение в кибернетику / У. Р. Эшби. – М. : ИЛ, 1959. – 544 с.

Organization of geosystems and its mapping

T. I. Konovalova

Annotation. The article considers the basic mechanisms of the geosystems, especially their manifestations at different hierarchical levels. The technique of mapping is suggested.

Key words: mechanisms of organization, hierarchical level, mapping.

*Коновалова Татьяна Ивановна
доктор географических наук, профессор
Иркутский государственный университет
664003, г. Иркутск, ул. К. Маркса, 1
тел.: (3952)52–10–95
Институт географии им. В. Б. Сочавы
СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1
ведущий научный сотрудник
тел.: (3952)42–74–72*

*Konovalova Tatyana Ivanovna
Doctor of Geography, Professor
Irkutsk State University
1, K. Marx st., Irkutsk, 664003
tel.: (3952)52–10–95
Institute of Geography SB RAS
1, Ulan-Batorskaia st., Irkutsk, 664033
lead scientific specialist
tel. : (3952) 42–74–72*