

Полиструктурность ландшафтов и факторы ее формирования

В. А. Боков , Р. В. Горбунов, Т. Ю. Горбунова

*Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН, Российская Федерация
(299011, г. Севастополь, просп. Нахимова, 2)*

Аннотация. Целью статьи стало совершенствование моделей ландшафтной дифференциации с точки зрения полиструктурности ландшафтов.

Материалы и методы. В результате обобщения опубликованных материалов по полиструктурности ландшафтов проведена классификация ландшафтных территориальных структур, рассмотрены формы их взаимодействия, показано как проявляются в ландшафтных структурах процессы самоорганизации.

Результаты и обсуждение. Полиструктурность ландшафтов есть территориальная комбинация ландшафтных структур различных типов. На каждой территории имеют место пересечения ландшафтных территориальных структур. Некоторые из них взаимодействуют, другие независимы из-за различных пространственно-временных масштабов. Ландшафтная территориальная структура есть такая конфигурация элементов ландшафта, которая определяют тот или иной набор функций ландшафтов: пространственно-временную дифференциацию процессов производства ландшафтной продукции (производство биопродукции, воспроизводство воды и воздуха, обмен производимой продукции с другими ландшафтами), способствует формированию устойчивости, трансформации потоков вещества и энергии, производство не только классических ресурсов (вода, древесина, энергетическое и химическое сырье и др.), но обеспечивает также экологические, культурные и социальные функции. Специфику этого набора функций мы определяем в сравнении с теми функциями, которые характерны для фоновых территориальных структур. Фоновой ландшафтной структурой является ландшафтная зональность. Все пространственные отклонения характеристик рассматриваемого ландшафта от фоновой зональной структуры следует рассматривать как следствие локальных структур. Такая процедура сравнения является основной аналитической процедурой для выявления структур локального уровня. Она позволила выявить более двадцати структур, различающихся по процессам формирования, связанным с геоциркуляционными, биоциркуляционными и геостационарными механизмами. Кроме того, структуры различаются по соотношению процессов саморазвития и процессов, связанных с внешними факторами. Знание механизмов формирования структур открывает пути регуляции ландшафтных процессов.

Выводы. Такая процедура сравнения является основной аналитической процедурой для выявления структур локального уровня. Она позволила выявить более двадцати структур, различающихся по процессам формирования, связанным с геоциркуляционными, биоциркуляционными и геостационарными механизмами. Кроме того, структуры различаются по соотношению процессов саморазвития и процессов, связанных с внешними факторами. Знание механизмов формирования структур открывает пути регуляции ландшафтных процессов.

Ключевые слова: ландшафтные территориальные структуры, полиструктурность, парциальность ландшафтов, геоциркуляционные, биоциркуляционные и геостационарные механизмы, интегральная ландшафтная зональность, дифференциация и интеграция ландшафтов.

Источник финансирования: Исследование выполнено в рамках гос. задания ФИЦ ИнБЮМ №1023032300094-7.

Для цитирования: Боков В. А., Горбунов Р. В., Горбунова Т. Ю. Полиструктурность ландшафтов и факторы ее формирования // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология*, 2024, № 1, с. 4-19. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/1/4-19>

ВВЕДЕНИЕ

Вопрос о полиструктурности ландшафтов довольно популярен в географической литературе. Активно эту тему стали обсуждать примерно 50 лет назад после публикации работы К. Г. Рамана [43]. Но идею в общем виде высказал еще в 1938 году харьковский геоботаник и ландшафтовед Ю. П. Бяллович. В дальнейшем различные аспекты этой темы рассматривались в публикациях Ф. Н. Милькова: им введены и описаны понятия «ланд-

шафтная ярусность на равнинах» [25], «парагенетические ландшафтные комплексы» [26], «склоновая микрозональность ландшафтов» [27], «долинноречные ландшафтные системы» [30], «парадинамические ландшафтные комплексы и системы» [28, 29, 31, 32]. Многие аспекты полиструктурности ландшафтов рассматривались в работах Г. Е. Гришанкова [10], В. Н. Солнцева [49], А. В. Бережного [2], Г. И. Швевса, П. И. Шищенко, М. Д. Гродзинского, Г. П. Ковезы [57], А. Ю. Ретеюм [45]



разработал представление о нуклеарных системах и геосистемах с однонаправленным потоком вещества и энергии. М.Д. Гродзинский [11] предложил выделять биоцентрически-сетевой тип ландшафтной структуры. Позже он также предложил еще один тип пространственных конфигураций – эфемерный [12]. Речь идет о структурах, которые возникают на короткий период времени. Но термин «эфемерный» настраивает на что-то мимолетное и призрачное, что оставляет небольшой след. Такие явления вряд ли заслуживают внимания. Но вот ситуации в ландшафтной сфере, связанные с краткосрочными, но производящими большой экологический, экономический и социальный ущерб (это чаще всего связано с природными стихийными бедствиями), требуют особого внимания и поэтому могут быть включены в список особых территориальных структур. Для их обозначения логично использовать термин «экстремальные».

Ф.Н. Мильков [33] также описал так называемые свободные поля в ландшафтной сфере. Речь идет об участках, на которых вследствие природных или антропогенных причин произошло нарушение сложившегося равновесия, образовались структуры с незакрепленными ландшафтными взаимосвязями: свежие вулканогенные поля, эрозионные и денудационные поля, участки разработки открытых карьеров, места прохождения лавин, свежие карстовые провалы и оползни и т.д. Такие участки можно рассматривать в качестве ландшафтных структур и можно дать им название «нестабильные» или «нарушенные». Вследствие непрерывных процессов саморегуляции, идущих в ландшафтной сфере, на этих участках после возникновения такой ситуации быстро начинаются процессы восстановления ландшафтных структур типа восстановительных сукцессий, формирования новой коры выветривания, почвообразовательные процессы и т.д. Таким образом, речь может идти о специфических ландшафтных структурах, которые дополняют экстремальные ландшафтные структуры, хотя и в гораздо меньшей выраженности. Экстремальные структуры возникают значительно реже, длятся они в среднем недолго, но мощность процессов и ущерб от них более значительные.

Социально-экономические объекты тоже стали рассматриваться в качестве составных частей ландшафтов. Тем самым стали говорить об антропогенных и культурных ландшафтах. Соответственно можно говорить об антропогенных и культурных ландшафтных территориальных структурах. Вопрос о разграничении понятий антропогенных и культурных ландшафтов служит предметом широких дискуссий. Если сказать кратко, то в культурных ландшафтах должен осуществляться принцип сотворчества с природой для оптимизации потребностей социума при сохранении эффективного функционирования геосистем на всех пространственно-временных уровнях.

Анализ полиструктурности ландшафтов дал В.А. Николаев [38]. Согласно этому автору, все генетические разновидности геосистем – классические

ландшафтные, катенарные, бассейновые, нуклеарные – образуют многоликое, но единое ландшафтное пространство, полиструктурное и полигенетическое. Ландшафты разной структуры и природы накладываются друг на друга, сосуществуют друг с другом, взаимодействуют друг с другом.

В предыдущей публикации один из авторов данной статьи [4] показал, что анализ полиструктурности ландшафтов стал одной из форм преодоления фундаментального объективизма, господствовавшего в отечественной географии в XX веке, согласно которому объекты научного изучения предзаданы нам природой и задача ученых лишь в выявлении этих естественных объектов. Такая методологическая установка сковывала научное мышление, ограничивала ученых в поисках эффективных вариантов моделей описания действительности. Преодолению этих ограничений в мышлении способствовал и переход к такому направлению в научной методологии как неклассическая наука [52], согласно которой субъект познания должен входить в «тело» знания в качестве его необходимого компонента.

Неизбежно возникает вопрос: какое место занимает тема полиструктурности в ландшафтоведении, с какими ключевыми вопросами она связана? В упомянутой статье автора данной статьи были показаны предпосылки широкого использования парциального изучения ландшафтов с исключением тех или иных ландшафтных блоков, что связано, в первую очередь, с перегрузкой ландшафтной сферы объектами разного физического устройства, уровня организации и сложности. Такое упрощение моделей является естественной реакцией на необыкновенно большую сложность геосистем и ландшафтов, в частности. Этот вопрос очень важен, прежде всего, в связи со следующими обстоятельствами. География и ее важная составная часть – ландшафтоведение, изучают необыкновенно сложный и разнородный объект – ландшафтную сферу, включающий тела и явления разного физического состояния, разной организации, химического состава, пространственных и временных масштабов. Хотя в ее анализ входят преимущественно тела и явления мезоскопического размера, в сферу ее интересов вошли также некоторые явления невидимого микросубстрата (по выражению В.Н. Солнцева), а именно: мир ландшафтной геохимии (Б.Б. Польнов, М.А. Глазовская, А.И. Перельман). Возникает задача разумного и естественного ограничения сферы интересов ландшафтоведов. Процессы ограничения естественным образом шли путем все более широкого распространения парциального рассмотрения ландшафтов, когда рассматривались усеченные модели ландшафтов с исключением из анализа большинства царств органического мира, геохимии ландшафтов и некоторых других компонентов [51].

Дальнейший анализ вопроса позволил выявить еще одну важную сторону изучения ландшафтов, которая характерна для темы полиструктурности. В 70-80-е гг. прошлого века в географии были сформулированы представления об однородных и коннекционных

(или узловых) районах [46]. Первые легли в основу ландшафтного районирования, вторые стали популярны прежде всего в экономической географии. Принцип однородности комплекса компонентов акцентирует внимание на важном свойстве единиц физико-географического районирования, позволяющем отличать их от единиц частного районирования. Это свойство лежит в основе выделения, классификации и практического использования геокомплексов. Но уход ландшафтоведов от рассмотрения контрастных территорий имел тот недостаток, что уводил в сторону от рассмотрения наиболее информационно богатых частей ландшафтной сферы. Пример этому нередко демонстрируется при изучении ландшафтных границ: сравнительно узкие участки больших контрастов, разделяющих однородные районы, нередко начинают рассматривать «границными геосистемами» и редуцируют до линий. Тем самым наиболее богатые в информационном плане зоны ландшафтов заменяются линиями, выполняющими ограниченные разделительные функции.

Недостатки увлечения принципом однородности в физической географии были хорошо показаны в исследованиях Ф. Н. Милькова [26, 28, 32], который продемонстрировал те преимущества, которые дает изучение контрастных коннекционных районов. Его примеру последовали другие исследователи [19, 20, 44, 45, 49, 56 и др.]. Как выяснилось, ландшафтные территориальные структуры как раз соответствуют в большинстве случаев контрастным коннекционным районам. Таким образом, тема полиструктурности ландшафтов развивалась в значительной степени именно с акцентом на изучение коннекционных районов, тогда как традиционное ландшафтоведение в значительной степени опиралось на принцип однородности.

Изучение полиструктурности ландшафтов открывает значительные перспективы в познании ландшафтной дифференциации и интеграции. В физической географии анализ факторов физико-географической и ландшафтной дифференциации весьма детально рассматривались в работах: Ф. Н. Милькова [34], А. А. Крауклиса [22], А. Г. Исаченко [16], В. Н. Солнцева [49], А. Ю. Ретеюма [45], Э. Г. Коломыца [19], М. Д. Гродзинского [12], А. Н. Ласточкина [23], А. В. Хорошева [56] и других исследователей.

Рассмотрение полиструктурности с целью совершенствования моделей ландшафтной дифференциации и интеграции стало основной задачей данной статьи. Оно производилось в ходе обобщения накопленных материалов о полиструктурности ландшафтов, проведения классификации ландшафтных территориальных структур и анализа форм научного объяснения в физической географии с особым вниманием к совершенствованию моделей ландшафтной дифференциации и интеграции. Также произведена типизация ландшафтных структур, рассмотрены формы их взаимодействия, показано как проявляются в ландшафтных структурах процессы самоорганизации.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Структура и полиструктурность ландшафтов.

Изложение данного вопроса начнем с рассмотрения понятий «ландшафтная территориальная структура» и «полиструктурность ландшафтов». В наиболее широком смысле под структурой обычно понимается способ внутренней организации и внешних связей элементов объекта [55]. Как уже было подчеркнуто выше, ландшафтная сфера и ландшафтные комплексы характеризуются очень большой сложностью, что делает необходимым строить необыкновенно сложные модели ландшафтных структур. Возникает необходимость использовать модели с некоторым уровнем упрощения, что, кстати, и делается в ходе изучения вышеупомянутых парциальных ландшафтов. Учитывая это обстоятельство, предлагается в нашем случае (при изучении полиструктурности ландшафтов) в первом приближении ограничиться сравнением анализируемых ландшафтных территориальных структур с зональными территориальными структурами, которые в совокупности занимают всю территорию материков и являются, таким образом, фоновыми структурами. Зональные структуры характеризуются катенообразными сменами зон по широте или по другим направлениям. Наиболее ярко выраженной сменной является изменение увлажнения.

Но какой основной признак характерен для всех упомянутых ландшафтных территориальных структур? Что дает возможность утверждать, что каждая описанная структура может быть отнесена к особой структуре, то есть имеются основания для ее выделения? Очевидно, каждая территориальная структура имеет особые конфигурации элементов ландшафта, которые определяют основные функции ландшафтов: пространственно-временную дифференциацию процессов производства ландшафтной продукции (производство биопродукции, воспроизводство воды и воздуха, обмен производимой продукции с другими ландшафтами), способствует формированию устойчивости, трансформации потоков вещества и энергии. При этом ландшафты производят не только классические ресурсы (вода, древесина, энергетическое и химическое сырье), но и осуществляют также экологические, культурные и социальные функции.

Под конфигурациями элементов ландшафта понимаются части горных пород, рельефа, коры выветривания, поверхностных и подземных вод, воздуха, почвенно-растительного покрова и животного мира, которые располагаются в определенном порядке в ландшафте, который влияет на эффективность задержания, поглощения, трансформации, переработки, производства, усвоения и выделения за пределы своих границ различных видов вещества и энергии, выполнения ресурсных, экологических, социальных и культурных функций.

Важно ответить на вопрос, в каких ситуациях (при каких обстоятельствах, на каких территориях) формируются эти структуры? Что могло вызвать возникновение новой ландшафтной структуры или как долго функцио-

нирует уже сложившаяся структура? Новая ситуация может возникнуть в ходе саморазвития из-за зачатков, которые существовали на данном месте, или же возникновение новой структуры связано с внешним воздействием.

Структура ландшафта выражается в том, что элементы субстанций по-разному расположены по латерали и вертикали, по-разному чередуются в пространстве и во времени. Это размещение приводит к определенным трансформациям внешних потоков вещества и энергии, к изменению балансов вещества и энергии и т.д.

Какие аспекты этих взаимодействий могут быть познаны при анализе ландшафтной территориальной структуры? В общем смысле рассматриваются вопросы, связанные с дифференциацией ландшафтной сферы, которая на всем протяжении своей истории (современный тип ландшафтной сферы со сложившейся структурой и материков и океанов, химизм атмосферы и океанов, биогеохимические круговороты) развивалась в сторону усложнения и дифференциации, возникновения новых типов ландшафтов.

Ответить на поставленные вопросы не просто. Но поэтапное их решение возможно. Для этого следует опираться на сравнение рассматриваемых территориальных структур с зональными структурами, занимающими всю поверхность суши. Зональные структуры выступают фоном для всех остальных. Поэтому степень отклонения структур по тем или иным признакам от зональной структуры может быть показателем их своеобразия. Ниже этот вопрос будет рассмотрен особо.

Полиструктурность ландшафтов – это одновременное присутствие в ландшафте множества структур, находящихся между собой в разнообразных отношениях пересечения, взаимодействия по типу суперпозиции, взаимного усиления, конкуренции, безразличия.

Как можно определить, что из себя представляют ландшафтные территориальные структуры на основе сказанного? Как вообще они выделяются на фоне пространства ландшафтной сферы? Какие характерные черты имеют ландшафтные территориальные структуры? Есть ли в ландшафтной сфере участки пространства, на которых отсутствуют ландшафтные территориальные структуры? Способны ли мы оконтурить ландшафтную территориальную структуру, провести ее границы? В каких соотношениях находятся ландшафтные территориальные структуры с традиционно выделяемыми генетико-морфологическими типами ландшафтов?

Следует различать модели нульмерных структур, в которых все пространство заменяется одной точкой. Таковы известные структуры саморазвития ледников А. Д. Арманда [1], модель автоколебаний ледников, атмосферы и океана В. Я. Сергина и С. Я. Сергина [48], модель биотического насоса В. Г. Горшкова и А. М. Макарьевой [8] и др. В отличие от них в территориальных структурах пространство расчленяется на отдельные участки, между которыми рассматриваются взаимодействия. То есть пространство становится фактором, определяющим многие черты функционирования и развития

системы. Главной особенностью ландшафтных территориальных структур становится рассмотрение факторов и причин пространственных различий. В этом случае мы должны показывать как происходит дифференциация первоначально однородного пространства, замена симметричного пространства диссимметричным.

Итак, **ландшафтная территориальная структура** – это совокупность конфигураций элементов ландшафта с определенным рисунком и типом взаимодействия, сформированными в результате совокупного влияния внешних факторов и саморазвития системы. Каждая территориальная структура, формируясь под влиянием этих факторов, сама воздействует на них, трансформирует их в определенном направлении. В результате, идет процесс взаимного преобразования и развития, то есть происходит эволюция взаимодействующих систем.

Характеристика основных типов ландшафтных территориальных структур. Какие ландшафтные территориальные структуры рассматриваются в этой статье? Из публикаций последних шестидесяти лет были взяты все случаи упоминания о ландшафтных территориальных структурах. Наиболее обстоятельное рассмотрение вопросов полиструктурности (в том числе анализ формирования понятия) дано в упомянутых выше работах Ф. Н. Милькова [34], В. Н. Солнцева [49], А. Ю. Ретеюма [45], М. Д. Гродзинского [12], А. Н. Ласточкина [23], а также А. А. Крауклиса [22], Э. Г. Коломца [19], А. В. Хорошева [56], А. Н. Иванова и др. [14], В. Б. Михно и др. [35]. Кроме встреченных в литературе видов структур в список были добавлены следующие: природно-хозяйственные, культурные ландшафты (ноосферные), экстремальные и нестабильные (или нарушенные). Экстремальные структуры связаны с сильными паводками, в том числе селевыми, наводнениями, заморозками, засухами, природными пожарами, размножением вредителей леса, прогрессирующим распространением природно-очаговых инфекций и другими стихийными бедствиями. Нередко одно событие из этого разряда вызывает ущерб, превышающий сумму ущербов от всех предыдущих случаев. Такие события американский ученый Насим Талеб [53] называет «черными лебедями».

Включение в список природно-хозяйственных и культурных ландшафтных (ноосферных) структур логично, поскольку в географии все в большей степени начинать господствовать представление о том, что человек и хозяйство должны рассматриваться в качестве компонентов ландшафта, а не только как внешние факторы. Однако, структур ландшафтно-антропогенного и культурно-ландшафтного характера так много, что в этой статье мы не сможем сколько-нибудь детально их описать. Это будет задача последующих публикаций. Но эпизодически мы будем обращаться к этим двум типам для сравнения, поскольку они значительно расширяют представления о ландшафтных структурах и процессах.

В результате был составлен полный список ландшафтных территориальных структур (на данный момент

их 25): гидрографическая сеть, бассейновые, стоковые, векторные, парадинамические, барьерные, биоцентрически-сетевые, геоэктонные, сукцессионные, литогенные (петрогенные), геоструктурные, морфологические, нестабильные, экстремальные, геотопологические, нуклеарные, интегральная зональность, высотная поясность, гидроморфная поясность, ярусность на равнинах, склоновые катены, парагенетические, ячеисто-экспозиционные, природно-хозяйственные, культурные ландшафты (ноосферные). Нужно отметить, что объемы понятий некоторых из названных структур пересекаются, что требует более тщательной классификационной работы. Это задача будущего, а сейчас речь будет идти о предварительном разбиении структур на группы.

Произведем простейшие классификации ландшафтных структур по двум основаниям деления: 1) по механизмам и факторам, которые формируют структуры; 2) по степени проявления в структурах процессов самоорганизации. Кроме того, бегло будет рассмотрено деление структур по территориальным масштабам и по ландшафтным характеристикам, которые преобразуются структурами.

Классификация по механизмам возникновения представлена на рисунке 1. Основу для этой классификации составили три типа механизмов В.Н. Солнцева [50]: геодинамические, биоциркуляционные, геостационарные. Это деление удачно отображает разные способности и механизмы возникновения структур. Геодинамические механизмы связаны с потоками воды и воздуха, а также переносимыми ими химическими элементами, минеральными веществами, теплом и холодом, семенами и пылью растений. Кроме того, к этому типу следует отнести радиационные потоки (инсоляция, излучение, отражение и др.). К группе геодинамических структур относятся прежде всего гидрографическая сеть, а также связанные с ней своего рода парциальные структуры: бассейновые, стоковые и векторные. Векторные ландшафтные структуры известны под разными наименованиями: геохимических ландшафтов [6, 41], биогеосистем [5], каскадных систем [58], катен [59]. Также геодинамическое происхождение имеют парадинамические структуры.

Биоциркуляционные потоки относятся к категории механизмов, связанных с процессами экотонизации, сукцессионных смен, формирования биоценозов, круговоротов органического вещества.

Еще один вид формирования ландшафтных структур связан с геостационарными механизмами: возникновением особого характера ландшафтных комплексов за счет литологии и петрографии горных пород, слагающих территорию, форм рельефа, геоструктур. Таковы, например, литогенные (петрогенные) структуры, охарактеризованные В.Б. Михно, О.П. Быковской и А.С. Горбуновым [35] на территории Центрального Черноземья. Ими выделены карбонатный и силикатный типы литоландшафтогенеза.

Обращает на себя внимание слабая представлен-

ность в описаниях таких геостационарных структур как морфологические, связанные с рельефом. Ведь не секрет, что на основе форм рельефа выделяются очень многие ландшафтные комплексы. Объясняется это тем, что многие варианты ландшафтных структур относятся к структурам смешанного происхождения: это геотопологические, нуклеарные, ячеистые экспозиционные, катеновые, барьерные. Фактически все они в той или иной степени могут быть отнесены и к морфологическим. Последующие более детальные классификации, будем надеяться, позволят учесть это многообразное пресечение разных факторов и механизмов.

Итак, многие структуры имеют смешанное происхождение: нуклеарные, интегральная зональность, высотная поясность, склоновая микрозональность, парагенетические, геотопологические, ячеистые экспозиционные, экстремальные, нестабильные. Некоторые структуры имеют не просто смешанное происхождение, а сложное происхождение, поскольку в их формировании принимают также механизмы, связанные с социальными и техногенными процессами, в том числе с сигнально-информационными процессами. Таковы природно-хозяйственные и культурные ландшафты – комбинация антропогенных и природных механизмов разного характера.

Склоновая микрозональность формируется в значительной мере благодаря геодинамическим механизмам – прежде всего перераспределением влаги на склоне при ее стекании сверху-вниз, но также и вследствие биоциркуляционных механизмов. Кроме того, на склонах формируются парагенетические структуры, связанные, например, с сопряженным образованием коррелятивных систем: эрозионные врезы – конусы выноса.

Интегральная мировая зональность и высотная зональность формируются в результате комбинации геодинамических и биоциркуляционных факторов. При этом проявляется суперпозиция полей тепла и влаги.

Парадинамические структуры возникают в результате катенообразной трансформации латеральных потоков (воздушных масс и др.). Например, возникающие в результате барьерной трансформации потоков при их проекции на склоны (воздушные массы, поднимаясь вверх, охлаждаются, оставляют часть влаги). Линейные потоковые, возникающие в результате трансформации латеральных потоков (воздушных масс и др.). Сукцессии следует рассматривать как хоро-хронологические эргодические последовательности, возникающие в результате, прежде всего, биоциркуляционных механизмов.

Катены – хронологические последовательности, предопределенные геоморфологическими, стоково-гидрологическими, микроклиматическими трендами и взаимообменом биотой. Среди них можно различать нуклеарные катены – закономерная последовательность расположения природных комплексов (элементарных ландшафтов, фаций, биоценозов) вокруг тел и другого типа объектов разного типа и происхождения) и склоновые катены – хронологические последовательности, у которых ведущие механизмы диффе-

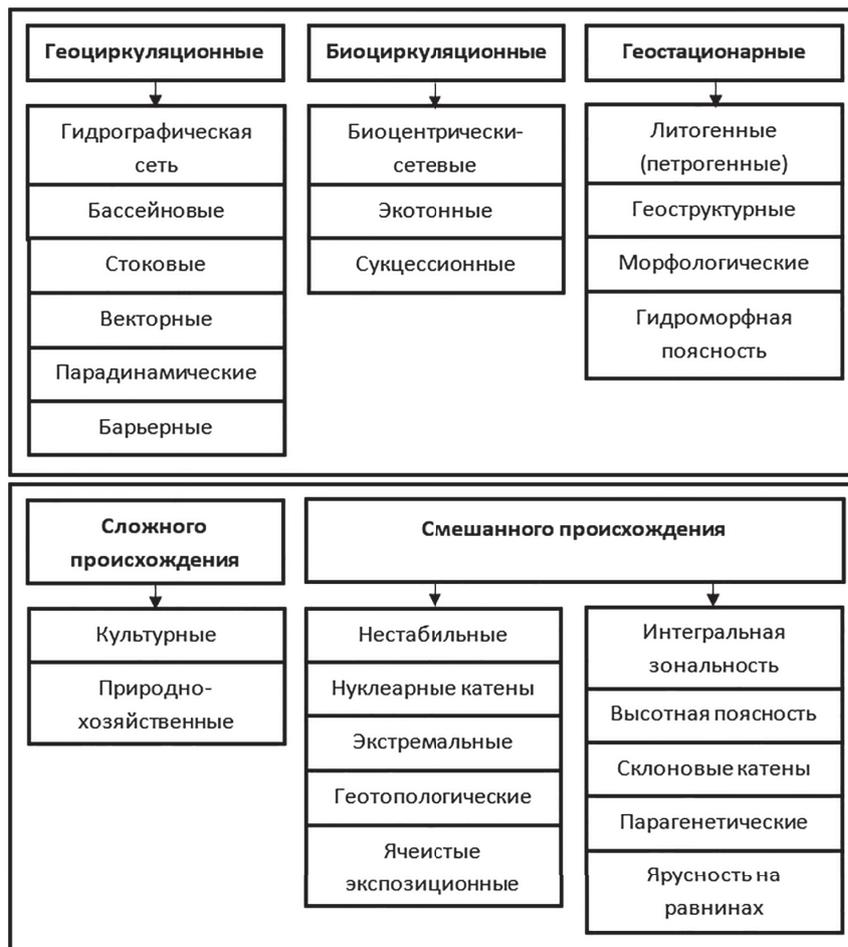


Рис. 1. Типизация структур по механизмам возникновения
 [Fig. 1. Typification of structures according to the mechanisms of origin]

ренциации связаны преимущественно со склоновым перераспределением влаги.

Знание ландшафтных структур облегчает возможность описать процессы взаимодействия и прогнозировать экстремальные процессы. Экстремальные процессы возникают при концентрации больших потоков вещества и энергии в какой-то момент времени в одном месте. Примером может служить экстремальное наводнение, связанное с рядом благоприятных сочетаний ситуаций осенью (рост величины влажности почвы до уровня полной влагоемкости и заполнение водохранилищ), зимой (выпадение большого количества снега на водосборе) и весной (быстрое таяние снега благодаря большому количеству адвективного тепла и выпадению дождевых осадков). Они возникают на небольшой период и обычно плохо совпадают с контурами ландшафтов и других рисунков. Эти кратковременные ситуации нередко вызывают опасные и даже катастрофические ситуации и приносят большой ущерб. Как известно, частота таких ситуаций в последние десятилетия возросла, что объясняется ростом производства, количества технических сооружений, населения, изменением климата, что приводит к диспропорциям в устройстве технических сооружений и природных ландшафтов,

ухудшению экологической ситуации. Возросла повторяемость редких ситуаций, ущерб от которых превышает сумму ущерба от всех предыдущих. Это так называемые «черные лебеди» Талеба [53].

Еще один пример экстремальных процессов – формирование селевых паводков, требующих такого совпадения явлений в пространстве и времени: роста повторяемости ливневых осадков, уменьшение в пределах водосбора облесенности, накопление рыхлой коры выветривания. Вероятность прохождения селевых паводков возрастает в водосборах с большим уклоном падения реки, концентрической формой водосбора, значительным превышением водосборного бассейна над базисом эрозии и значительной величиной уклонов поверхности. И для половодий, и для селевых потоков и паводков, имеет значение большая площадь водосборного бассейна реки, накопление на водосборной площади и в руслах водотоков достаточного количества рыхлых продуктов выветривания, продолжительные обильные дожди после засушливого периода или бурное снеготаяние; реже – прорыв вод из естественных или искусственных водоемов (моренных озер, водохранилищ и др.).

Векторные системы типа ландшафтных катен и речных бассейнов формируется под действием геоциркуля-

ционных полей. Системообразующую роль в них играют латеральные вещественно-энергетические связи: поверхностный и грунтовый сток, литодинамические потоки в виде склоновой денудации и других видов перемещения вещества. Биоциркуляционное геофизическое поле обуславливает существование изопотенциальных планетарных и региональных геосистем биоклиматического характера в виде географических поясов, ландшафтных зон и подзон.

Среди 25 типов структур 2 типа имеют такие характерные свойства как кратковременность их существования. Это нестабильные и экстремальные структуры. Они также выражены в пространстве, но главные их свойства связаны с кратковременностью их существования и одновременно с сильно выраженной пространственной и временной плотностью выделяемой энергии.

Безусловно, по мере изучения природно-хозяйственных и культурных ландшафтов выявится много других вариантов проявления ландшафтных территориальных структур.

Структурой, занимающей наибольшие площади, является ландшафтная зональность. Это наиболее крупная глобальная структура, если не считать саму ландшафтную сферу. Как уже было показано в предыдущей публикации одного из авторов данной статьи [4], термин «широтная зональность» неудачен. Используя этот термин, мы скатываемся к редуционизму, когда для объяснения явления обращаемся к одному из простых внешних факторов – поступлению солнечной радиации на внешнюю границу атмосферы. Редуционизмом следует считать и широко распространенные представления о роли соотношения тепла и влаги в формировании территориальной структуры ландшафтных зон. Водно-тепловой режим настолько же зависит от зон, насколько и они от него, поскольку зональность формируется в результате саморазвития в рамках сцепления взаимодействующих геосфер и геокомпонентов (земной коры, океана, атмосферы, ледникового покрова, материков с почвенным покровом, микроорганизмами, растительным и животным миром) [3]. Позднее в качестве элементов взаимодействия к ним добавился человек с техносферой, что придало системе новые качества. Компоненты системы являются одновременно и причинами и следствиями их собственной организации: они соединены по принципу циклической причинности. Предлагаются называть эту саморазвивающуюся систему **интегральной ландшафтной зональностью**. Интегральной потому, что в ее распределении по материкам земного шара принимают участие, кроме солнечной радиации, поступающей на верхнюю границу атмосферы, также облачный покров атмосферы, разнообразные процессы атмосферной циркуляции, тепло- и влагооборота между атмосферой и подстилающей поверхностью, в том числе океаническая циркуляция, почвенно-растительный покров, ледниковый покров Земли. В результате, многие отрезки ландшафтных зон отклоняются

от первоначального широтного распределения потока солнечных лучей: лишь 44 % границ ландшафтных зон проходят параллельно широтным кругам или отклоняются от них не более чем на 22,5°.

Исходя из этого, следует отказаться от термина «широтная зональность». К тому же такой важный показатель ландшафтных зон, как увлажнение, не коррелирует с широтой.

Территориальная структура ландшафтной зональности хорошо представлена в виде широко известной модели «зональность на идеальном материке». Ландшафтные зоны имеют ширину по широте от 200 до 1000 км и длину до первых тысяч километров. Подзоны имеют ширину примерно в 2-3 раза меньшую.

Зональный тип структуры представлен в двух вариантах: отдельно горизонтальная или латеральная зональность, неточно называемая широтной, и высотная поясность или зональность. В горных районах, начиная с высоты в несколько сот метров, горизонтальная зональность переходит в высотную поясность. Как известно, каждые 100 м высоты вызывает понижение температуры примерно в 0,6 °С. Кроме того, с высотой возрастает и количество атмосферных осадков – в разных горных системах от 50 до 70 мм на каждые 100 м. Изменение теплового режима и увлажнения в горах происходит значительно быстрее по сравнению с их изменением на равнинах – примерно в 100 раз. Поэтому в горных районах рисунок зональности значительно более дифференцированный.

В литературе, начиная с работ В.В. Докучаева и Г.Н. Высоцкого и по сегодняшний день, распределение ландшафтных зон связывают с распределением тепла и влаги, которые как бы являются причинами зональности. В этом случае используют тип объяснения, когда считается, что тепло и влага приходят извне на соответствующую территорию и, таким образом, определяют формирование соответствующей зоны. Но это взаимное влияние идет непрерывно и, тем самым, логичнее избрать другой тип объяснения – на основе пространственного совпадения явлений: они совмещены в пространстве и постоянно влияют друг на друга. То есть ландшафтные зоны и соотношение тепла и влаги формируется в результате саморазвития в рамках сцепления.

Горизонтальную (или латеральную) и высотную зональность следует рассматривать вместе как общую интегральную зональность (схема А.М. Рябчикова [47]). Еще А. Гумбольдт и В.В. Докучаев обращали внимание на зависимость набора высотных поясов от положения гор в системе широтных зон. Но затем появились работы, в которых утверждалось, что высотные пояса «представляют собой закономерности совершенно иной категории, нежели широтная зональность» [15] и их «нельзя считать копиями соответствующих ландшафтных зон» [13]. К ним физико-географы пришли, сформулировав идею о том, что «последовательность смены высотных поясов отнюдь не является копией широтно-зонального ряда, как это представлялось во времена В.В. Докучаева» [16], что она, по

сути дела, есть особое и наиболее яркое проявление азональности [24]. А.Г. Исаченко в связи с этим отмечает [16], что природа температурных изменений в широтном и в высотном направлениях имеет неодинаковый характер, то есть причины высотной поясности – изменение климата от подножия к вершине – совершенно иные, чем причины широтной зональности. По широте изменение температур связаны, прежде всего, с изменением угла падения солнечных лучей на принятую за горизонтальную земную поверхность, а по вертикали – с увеличением длинноволнового излучения с ростом высоты, отчего возникает падение температуры с высотой примерно на 0,6 °C на 100 м. Но как подчеркивает А.Н. Ласточкин [23], более важными факторами зональности являются сумма активных температур (выше 10°) и увлажнение. В связи с этим А.М. Рябчиков [47] называет важным тот факт, что полярная (на равнинах) и верхняя (в горах) граница леса соответствует равным или близким суммам активных температур за период вегетации (600-900°). На наш взгляд рассуждения А.М. Рябчикова и А.Н. Ласточкина логичны, что дает основание рассматривать единое проявление зональности на суше, возникающее и на равнинах, и в горах, хотя и вследствие разных первоначальных причин, но в результате сходных конечных условий – тепло- и влагообеспеченности. В итоге, мы приходим к выводу, что горизонтальный (латеральный) и высотный варианты зональности образуют единую систему, возникающую в результате взаимодействия всех геосфер при радиационном обмене, тепло- и влагообмене, в ходе атмосферной и океанической циркуляции и биогеохимических круговоротов.

Таким образом, пространственная структура мировой зональности соответствует главным чертам циркуляции атмосферы. Так трем главным полюсам зональности – полюсу холода (два полярных района), жаркий влажный полюс (экваториальная зона вечнозеленых лесов) и жаркий сухой полюс (пустынные тропические зоны) – соответствуют характерные циркуляционные регионы: полярные области высокого давления, зона конвергенции пассатов и конвективного подъема воздуха, пояс высокого давления и опускания воздуха в тропических широтах. Три полюса мировой зональности особенно хорошо видны на моделях фазового зонального пространства Л. Холдриджа [60] и А.А. Григорьева и М.И. Будыко [9].

Взаимодействия ландшафтных структур. Как связаны между собой ландшафтные структуры, пересекаются ли они в пространстве? Как учитывать их совместное действие? Возможны ли суперпозиционные процедуры при сложении действия разных структур? Частично на этот вопрос был дан в предыдущем тексте. Но недостаточно, и ниже рассмотрим его дополнительно.

Воды, климат, животный мир, типоморфные химические элементы и химические соединения эволюционно более мобильные, обладающие относительно малыми характерными временами, подчиняются гео-

омпонентам с длительными характерными временами. Подчинение одних компонентов другим приводит к их согласованному поведению. При этом рельеф и слагающие его горные породы служат той матрицей или канвой, на которой создается узор ландшафта [38]. Тем самым, по мнению В.А. Николаева, реализуется принцип Н.А. Солнцева о ведущей роли литогенной основы в формировании ландшафта. Однако есть и другая сторона дела: мобильные компоненты как будто подчиняются более консервативным, и это действительно, с одной стороны, так. Но, с другой стороны, мобильные геоконпоненты постоянно воздействуют на более консервативные геоконпоненты и при этом не только подчиняются им, но и преобразуют их в определенном направлении. Так в книге «Геохимия ландшафта» А.И. Перельман [42] пишет о том, что почвенный покров со временем все больше изолируется от горных пород, на которых он сформирован, корой выветривания, которая со временем становится более мощной и эволюционирующей в направлении, соответствующем зональным условиям. Поэтому необходимо уточнять смысл выводов о ведущих и ведомых компонентах, учитывая при этом разнообразные аспекты их отношений во времени.

Высотная зональность или поясность формируется, как уже говорилось выше, в связи с падением температуры и ростом атмосферных осадков с высотой. Но формирование высотной зональности зависит также от барьерного роста атмосферных осадков на наветренных склонах и уменьшения осадков на подветренных склонах. То есть такой тип ландшафтных территориальных структур как высотная зональность пересекается с другим типом – барьерным. Кроме того, на них накладываются нуклеарный тип, полный механизм которого в данной ситуации в деталях не изучен. Все три названные территориальные структуры имеют сходные пространственные и временные масштабы, что приводит к возможности их суперпозиционного сложения.

Еще один тип ландшафтной структуры, проявляющейся на больших пространствах материков (примерно 56% площади суши), связан с гидросетью. В зонах развития флювиальных процессов формируются **речные бассейновые системы**. В этих зонах действует специфическое соподчинение через порядок водотоков: бассейновый тип иерархии с обратными связями. В основе этого типа ландшафтной структуры находятся механизмы формирования аттракторов типа «дерева», где воздействие передается не только от элементарных водотоков к водотокам более высоких порядков, но и обратные воздействия за счет пятящейся эрозии. В такой системе имеет место самоорганизация рельефа как результат спонтанного стремления к равновесию [39]. Благодаря совокупности этих процессов формируется гидросеть с системой соподчиненных притоков разных порядков, продольный профиль равновесия и еще несколько законов (Р.Е. Хортон, А.Н. Стрейлер, Н.А. Ржаницын, В.П. Философов и др.). Взаимодействие гидросети с почвенно-расти-

тельным покровом и микроклиматом формирует парадинамические и парагенетические ландшафтные системы [32].

Каждая речная бассейновая система разбивается на две подсистемы морфоизографой: выше по профилю доминируют выпуклые в профиле и плане склоны, ниже морфоизографы – доминируют вогнутые в профиле и в плане склоны.

Зональные структуры имеют весьма слабые пространственные градиенты: ландшафтные зоны сменяют друг друга, если рассматривать их смену в поперечном направлении, в среднем через первые сотни километров. Речные водосборы локального порядка сменяют друг друга через первые километры. Таким образом, пространственные градиенты этих двух структур (если говорить о водосборах 1 порядка) различаются в сотни и даже тысячи раз, то есть эти две структуры довольно независимы друг от друга.

Аналогичным образом, можно сравнить зональные структуры со склоновой микроразнообразием. Последняя проявляется на склонах холмов, небольших гряд, оврагов, речных долин первых порядков. Микроразнообразие в этом случае сменяют друг друга через десятки-сотни метров, то есть в тысячу раз чаще, чем ландшафтные зоны. Большинство других ландшафтных структур также имеют значительно более выраженные пространственные градиенты по сравнению с ландшафтными зонами.

Нуклеарные и барьерные структуры. Универсальной для материкового ландшафтного пространства (возможно также для поверхностно-океанического и донно-океанического) является нуклеарная зональность, проявляющаяся на всех пространственных уровнях. В работе А. Ю. Ретеюма [45] описаны разнообразные процессы, вызывающие пространственную стратификацию ландшафтов вокруг объектов в ландшафтной сфере. Они связаны с преобразованием атмосферной и океанической циркуляции, миграциями растений и животных, русловым и склоновым стоком и т.д. Ландшафт представляет собой наложение многочисленных ядер и ареалов влияния тех или иных сил [56]. На планетарном и глобальном уровнях нуклеарные эффекты проявляют себя в виде циркумконтинентальной и циркумокеанической зональности. Нуклеарная зональность и полосчатость проявляет себя также на всех более низких пространственных уровнях: вокруг горных стран, геологических тел, отдельных гряд, ледников, городов, водоемов разных рангов, на склонах небольших холмов и т.д. Механизмы влияния хорионов на окружение связаны очень часто с трансформацией воздушных масс, потоков воды по поверхности. Нуклеарность проявляется на самых разных пространственных уровнях. Таким образом, эта территориальная структура в той или иной степени деформирует зональные структуры.

Какова структура нуклеарных систем? В основе структуры находятся особенности объектов, вокруг которых формируются хорионы. Можно выделить такие группы объектов: 1) горные поднятия разных ран-

гов вплоть до холмов локального уровня; 2) водоемы разного ранга; 3) геологические тела, находящиеся как у земной поверхности, так и на разной глубине; 4) ледники разного ранга; 5) города и другие населенные пункты и т.д. Воздействие названных объектов на окружение совершается механизмами, связанными с воздушными массами, поверхностным стоком, живыми организмами, деятельностью человека, в том числе хозяйственной деятельностью.

Барьерные структуры можно считать вариантом нуклеарных, поскольку преобразование ландшафтного пространства совершается в пределах нуклеарного объекта, но можно рассматривать как специфическую разновидность, учитывая, что барьерное влияние объекта имеет резко выраженный асимметричный характер.

Классические ландшафтные карты ориентированы прежде всего на некие средние ситуации, но плохо раскрывают кратковременные ситуации, в том числе состояния ландшафтов. Рассмотрим это на примере таких ситуаций как наводнения, селевые паводки и засухи.

Наводнения захватывают преимущественно днища длин, но в каждом случае по-разному. То есть в любом случае контуры территорий, занятых наводнениями, совпадают не столько с контурами традиционных ландшафтов, сколько с контурами днищ долин рек, особенно в нижних частях течения. Факторами весеннего половодья являются: запас воды в снежном покрове к моменту начала таяния и характер его распределения по поверхности водосбора; дождевые осадки (жидкие), выпадающие в период половодья; условия погоды, влияющие на интенсивность снеготаяния; влажность и глубина промерзания почвогрунтов, определяющие характер инфильтрации воды при впитывании талых и дождевых вод и др. Таким образом, тот или иной ландшафтный контур в долине реки зависит не только от урочища или местности, в которые он входит, но и от всего водосбора, причем в разной степени от каждой его части. Поскольку контуры водосборов и ландшафтов генетико-морфологического типа, как правило, не совпадают, то соподчиненность и иерархия ландшафтов не соответствуют традиционному ландшафтному делению. Если же еще учесть и соподчиненность, связанную с движением воздушных масс, то связи и взаимодействия контуров наводнений и генетико-морфологических ландшафтов совпадают еще хуже.

Если структуры функционируют в разном режиме времени, то есть они имеют разные характерные времена, и они имеют очень различные пространственные градиенты, то они не взаимодействуют и не могут складываться по принципу суперпозиции.

Факторы развития ландшафтных территориальных структур. Какие факторы определяют возникновение и развитие ландшафтных территориальных структур? Что является причиной их возникновения? В физической географии доминируют виды объяснения явлений, опирающиеся на внешние факторы: входящие в ландшафт потоки вещества и энергии, геологическое строение, климат, космические воздействия и т.д. На-

пример, формирование мировой зональности нередко объясняют условиями теплообеспеченности и увлажнения, то есть климатическими условиями [9]. При этом часто не учитываются процессы, происходящие в самом ландшафте, то есть процессы самоорганизации. **Самоорганизация** – процесс формирования, сохранения и преобразования системы, роста ее сложности и устойчивости при наличии определенной структуры и координации между составляющими её компонентами или подсистемами. В XX в. концепция самоорганизации развивалась параллельно с кибернетикой. Позднее самоорганизующиеся системы стали изучаться в рамках синергетики. Идеи синергетики в общих чертах высказывали еще Платон и Аристотель. Платон говорил о неких первообразцах и совершенных формах в мире идей, уподобиться которым стремятся вещи видимого, всегда несовершенного мира. Аристотель высказывал представление об энтелехии, о некой внутренней энергии, заложенной в материи, вынуждающей её к обретению определенной формы» [18]. Он же говорил о телеологическом объяснении, при котором будущее управляет настоящим. В этом же русле находится теория автопоэтических систем, разработанная Ф. Варелой и У. Матураной [17]. Автопоэтическими системами являются все сложные космические, планетные и биосферные системы. Автопоэтическая система производит саму себя, из самой себя. В теории Ф. Варелы и У. Матураны нет прямых причин и следствий, и развитие природы идет в рамках сцепления взаимодействующих явлений.

В расширительном толковании понятие «самоорганизация» распространяется на системы разного типа организации, в том числе биологические, экологические, социальные и т.д. (Князева, Курдюмов, 2003; Князева, 2009). Не только живые системы эволюционируют, как это было показано в теории Дарвина. Эволюционно изменяются все сложные системы, в том числе абиогенные, биокосные [18].

Геосистемы также находятся в этом ряду. В географии самоорганизация понимается как сложный процесс формирования, сохранения и упорядоченного преобразования целостности за счет внутренних факторов [1, 39].

Согласно теории самоорганизации систем, порядок во взаимосвязанной системе элементов может возникать вокруг так называемых аттракторов, которые помогают создавать и удерживать стабильные тенденции в системе. Можно предполагать, что для каждой сложной системы существует свой аттрактор, к которому она стремится. Аттрактор определяется как будущее состояние, к которому стремится система. Упомянем лишь несколько примеров развития геосистем, стремящихся к своему финалу: развитие речной сети, развитие склонов, сукцессии фитоценозов, саморазвитие ледников, автоколебания системы океан-атмосфера-ледники.

В географии в последней четверти XX в. написано много работ, развивающих идеи самоорганизации. Упомянем несколько работ монографического характера на

эту тему [1, 39, 40, 48 и др.]. В Материалах XXVII пленума Геоморфологической комиссии РАН «Самоорганизация и динамика геоморфосистем» дается большое количество работ, раскрывающих процессы самоорганизации не только в геоморфологических процессах, но и в явлениях и процессах более широкого географического плана. Природно-хозяйственные системы являются саморазвивающимися структурами (на основе аттракторов): человек участвует неосознанно как консумент высокого уровня, ориентируясь в основном на ближайшую перспективу. Таковыми являются: зонирование вокруг центрального города Тюнена, центральные места Кристаллера, саморазвития транспортных сетей П. Хаггета – С. А. Тархова, поляризованной биосферы Б. Б. Родомана, каскадная теория организации водногеохимических потоков в ландшафтах Б. Б. Польшова, теория геохимических аренов М. А. Глазковской, формирование структуры гидрологической сети.

На рисунке 2 дана типизация структур с точки зрения проявления в них процессов самоорганизации. Самоорганизация (с движением к аттрактору) проявляется в бассейновых, векторных, геотопологических, зональных, биоцентрически-сетевых, сукцессионных, геозотонных, склоновых микроразнональных (любой склон локального масштаба формирует инверсию высотной поясности: это маленькая саморазвивающаяся система), высотных зональных, экстремальных, природно-хозяйственных, культурно-ландшафтных (ноосферных) структурах. Наиболее очевидно проявление законов самоорганизации у структур, в основе которых находится речная сеть и гидросеть: речной водосбор, например, рассмотрен как самоорганизующаяся система [54]. Это не только водотоки разных порядков, но и все элементы бассейновой структуры – водосборы разных порядков, а также элементы геотопологического характера. Эти вопросы неоднократно рассматривались в гидрологических исследованиях, там же рассматриваются модели аттракторов. Фактически финальные модели гидросети были подтверждены много десятков лет назад в экспериментах в гидрологических лотках. Также эти механизмы проявляются в стоковых, геотопологических моделях, которые базируются на геоморфолого-гидрологических процессах.

В других ландшафтных структурах доминируют внешние воздействия: нуклеарные, барьерные, литогенные, геоструктурные, морфологические (за исключением микрорельефа, который создается ландшафтными процессами). Есть также структуры, которые являются преимущественно внутренними, но с определенной долей внешних факторов или наоборот. Например, склоновая микроразнональность в основных своих чертах формируется благодаря ландшафтным процессам, но в ее чертах проявляется также действие форм рельефа, созданных преимущественно геоструктурными факторами. Мировая интегральная зональность есть продукт функционирования ландшафтной сферы в целом, но перестройка расположения на земном шаре материков

и океанов может вызвать планетарные сдвиги в размещении ландшафтных зон, как это случилось, например,

в миоцене 25 миллионов лет назад после отделения Антарктиды от Южной Америки и Австралии [37].



Рис. 2. Ландшафтные территориальные структуры с точки зрения проявления в них процессов самоорганизации [Fig. 2. Landscape territorial structures in terms of representing the processes of their self-organization]

Нередко структура возникает благодаря внешним факторам, но, в составе ландшафта, она приобретает его свойства и становится уже его органической частью. Например, ячеистая экспозиционная структура возникает благодаря следующим факторам: 1) сами ячейки возникают в процессе эрозионной деятельности в ландшафте (это работа ландшафта), но в большой зависимости от геологических факторов; 2) из-за различной ориентации ячеек на них попадает разное количество солнечной радиации, потоков воды и воздуха. Дальше разворачивается совокупность процессов, приводящая к образованию разных почв и растительных сообществ. Хотя потоки воды и воздуха, а также солнечной энергии, в ландшафт идут извне, но они трансформируются в связи с уже существующими определенными ландшафтными структурами, благодаря чему возникают новые черты ландшафтной структуры, которые уже могут считаться собственно ландшафтными.

Особым образом проявляются процессы саморазвития в таких структурах как природно-хозяйственные и культурные ландшафты. В первых, из них человек участвует неосознанно как консумент высокого уровня. Еще в середине 19 в. И. Тюнен описал формирование вокруг городов зон хозяйствования разного типа и интенсивности. Уже в 20 в. В. Кристаллер и А. Леш сформулировали представление о саморазвитии пространственных структур населенных пунктов, а П. Хагетт и С.А. Тархов – саморазвития транспортных сетей.

Совершенно особое место занимает саморазвитие техносферы и техноценозов, которое интересовало даже таких известных философов как Н. А. Бердяев, К. Ясперс, М. Хайдеггер. Б.И. Кудрин [21] и В.И. Гнатюк [7] сфор-

мулировали представление о техноценозах – аналогах биоценозов. Как и биоценозы, техноценозы обладают определенной структурой, динамическими режимами, циклическим чередованием. Техносфера превратилась в сложную систему, приобрела свойства саморазвития и вышла из прямого, непосредственного подчинения человеку. Закономерности ее развития приобрели характер объективных закономерностей [21]. Техносфера приобрела свойства саморазвивающейся системы, зачастую неподвластной человеку. К середине XX века техника превратилась в саморегулирующиеся технические системы, где человек выступает лишь в роли одного из элементов системы управления. Как подчеркивает В.И. Гнатюк [7], находясь в подобной ситуации, желает ли человек что-либо, сам по себе, или не желает, но в качестве целей он вынужден выбирать только те, которые соответствуют вектору эволюции технической системы, и стремится только к тому, что объективно предписано его функциональными обязанностями. Техника как будто полностью управляется человеком, но это скорее видимость, поскольку он управляет ею так, что это становится вредным для самого себя. То есть техника подчиняет себе человека. Так что человек уже не в состоянии не только контролировать эти процессы, но даже просто осознавать и оценивать последствия всего происходящего. Даже населенные пункты и транспортные системы развиваются в режиме, который не может полностью управляться человеком [36].

В конце XX века развитие биосферы, социосферы, инфосферы и техносферы вышло на новый уровень – стали создаваться управляемо-саморазвивающиеся (ноосферные) культурные ландшафты, в которых человек участник и субъект отношений. То есть это более слож-

ные формы структуры по сравнению с саморазвивающимися. Структуры ноосферных культурных ландшафтов формируются при взаимодействии саморазвивающихся процессов, характерных для природно-хозяйственных ландшафтов, и процессов управления со стороны социума. Таковы поляризованный ландшафт Б. Б. Родомана, экополисы, экосити и др. В них самоорганизация, характерная для всех природно-хозяйственных систем, дополняется управлением со стороны социума.

Самоорганизация имеет место также в биоцентрически-сетевых структурах и природно-хозяйственных системах.

То, что техносфера и ее составляющие – техноценозы, обладают свойствами саморазвития, свидетельствуют и закономерности распределения населенных пунктов. Такие закономерности были установлены в работах В. Кристаллера, А. Леша и других географов. Теория центральных мест В. Кристаллера стремится объяснить количество, размер и местоположение населённых в городской системе. Согласно данной теории, между пунктами существует определённая иерархия, с ростом уровня которой определённый поднимающийся «выше» населённый пункт оказывает всё больше услуг пунктам, стоящим «ниже». Эта система имеет форму смежных шестиугольных ячеек. Центры некоторых ячеек являются узлами шестиугольной решётки более высокого порядка, центры её ячеек – узлами решётки ещё более высокого порядка и так далее – вплоть до высшего уровня с единственным центром.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение полиструктурности ландшафтов открывает значительные перспективы в познании ландшафтной дифференциации и интеграции. В данной статье авторами предпринята попытка выявления процессов формирования полиструктурности ландшафтов в зависимости от механизмов и факторов, а также по степени проявления в ландшафтных структурах процессов самоорганизации.

Ландшафтная территориальная структура, которая рассмотрена как основная единица классификации, понимается нами как совокупность конфигураций элементов ландшафта с определённым рисунком и типом взаимодействия, сформированными в результате совокупного влияния внешних факторов и саморазвития системы. Каждая территориальная структура, формируясь под влиянием этих факторов, сама воздействует на них, трансформирует их в определенном направлении. В результате, идет процесс взаимного преобразования и развития, то есть происходит эволюция взаимодействующих систем.

В результате обобщения накопленных материалов о полиструктурности ландшафтов было выделено 24 ландшафтных территориальных структуры, которые были сгруппированы в зависимости от факторов и механизмов формирования на геоциркулярные, биоциркулярные и геостационарные, и в зависимости от происхождения – смешанного или сложного. Нужно отметить, что объемы понятий некоторых из выделенных структур пересекаются, что требует более тщательной

классификационной работы. В дальнейшем предложенная классификация будет расширена и дополнена.

Важно отметить, что ландшафтные структуры не статичны, они подвижны в своем развитии. Была проведена типизация структур с зависимости от проявления процессов самоорганизации или воздействия внешних факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арманд А. Д. *Самоорганизация и саморегулирование географических систем*. Москва: Наука, 1988. 288 с.
2. Бережной А. В. *Склоновая микроразнообразие ландшафтов Среднерусской лесостепи*. Воронеж: Издательство Воронежского университета, 1983. 140 с.
3. Боков В. А., Смирнов В. О. О смыслах оценки увлажнения ландшафтов // *Вестник Московского университета. Серия: География*, 2019, № 1, с. 83-92.
4. Боков В. А. Формы проявления полиструктурности ландшафтов // *Материалы XIV Международной ландшафтной конференции «Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии VII Мильковские чтения»*, 2023, с. 15-17.
5. Бяллович Ю. П. Системы биогеоценозов // *Проблемы биогеоценологии*, 1973, с. 37-47.
6. Глазовская М. А. *Геохимические основы типологии и методики исследований природных ландшафтов*. Москва: Издательство Московского университета, 1964. 230 с.
7. Гнатюк В. И. *Философские основания техноценологического подхода*. Калининград: Издательство КИЦ «Техноценоз», 2014. 284 с.
8. Горшков В. Г., Макарьева А. М. *Биотический насос атмосферной влаги, его связь с глобальной атмосферной циркуляцией и значение для круговорота воды на суше*. Гатчина: ПИЯФ, 2006. 49 с.
9. Григорьев А. А., Будыко М. И. О периодическом законе географической зональности // *Доклад АН СССР*, 1956, т. 110, № 1, с. 129-132.
10. Гришанков Г. Е. Парагенетическая система природных зон (на примере Крыма) // *Вопросы географии*, 1977, вып. 104, с. 128-139.
11. Гродзинский М. Д. *Основы ландшафтной экологии*. Київ: Либідь, 1993. 234 с.
12. Гродзинский М. Д. *Познания ландшафту: місце і простір*. Том 1. Київ: ВПЦ Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2005. 432 с.
13. Забелин И. М. *Теория физической географии*. Москва: Географгиз, 1959. 304 с.
14. Иванов А. Н., Моисеев А. И., Хисматуллин Т. И., Шныпарков А. Л. Полиструктурная организация вулканического ландшафта острова Матуа (Центральные Курилы) // *Вестник Московского университета. Серия 5. География*, 2021, № 4, с. 140-151.
15. Исаченко А. Г. *Основные вопросы физической географии*. Ленинград: Издательство ЛГУ, 1953. 392 с.
16. Исаченко А. Г. *Ландшафтоведение и физико-географическое районирование*. Москва: Высшая школа, 1991. 366 с.
17. Казанский А. Б. Биосфера, как автопоэтическая система: Биосферный бутстрап, биосферный иммунитет и человеческое общество // *Экогеософский альманах*, 2003, № 3, с. 5-50.
18. Князева Е. Н., Курдюмов С. П. Особенности неравномерных процессов в открытых диссипативных средах // *Проблемы геофизики XXI века*, 2003, с. 37-65.
19. Коломыйц Э. Г. *Ландшафтные исследования в переходных зонах. Методологический аспект*. Москва: Наука, 1987. 115 с.
20. Коломыйц Э. Г. *Полиморфизм ландшафтно-зональных систем*. Пушкино: ОНТИ ПИЦ РАН, 1998. 311 с.

21. Кудрин Б. И. *Ценологические исследования*. Вып. 25. *Техногенная самоорганизация*. Москва: Центр системных исследований, 2004. 248 с.
22. Крауклис А. А. *Проблемы экспериментального ландшафтоведения*. Новосибирск: Наука, 1979. 232 с.
23. Ласточкин А. Н. *Общая теория геосистем*. Санкт-Петербург: Лемма, 2011. 980 с.
24. Лихоман М. А. *Интразональность и интрасекторность ландшафтов*. Саратов, 1981. 45 с.
25. Мильков Ф. Н. О явлении вертикальной дифференциации ландшафтов на Русской равнине // *Вопросы географии*, 1947, сб. 3, с. 87-102.
26. Мильков Ф. Н. Парагенетические ландшафтные комплексы // *Научные записки Воронежского отдела географического общества СССР*, 1966, с. 3-7.
27. Мильков Ф. Н. Склоновая микрозональность ландшафтов // *Научные записки Воронежского отдела Географического общества СССР*, 1974, вып. 1, с. 3-9.
28. Мильков Ф. Н. Принцип контрастности в физической географии // *Известия АН СССР. Серия географическая*, 1977а, № 6, с. 93-101.
29. Мильков Ф. Н. Генезис и генетические ряды ландшафтных комплексов // *Землеведение. Сборник Московского общества испытателей природы. Новая серия*. 1977б, т. 12, с. 5-11.
30. Мильков Ф. Н. Долинноречные ландшафтные системы // *Известия Всесоюзного географического общества*, 1978, т. 110, № 4, с. 289-296.
31. Мильков Ф. Н. Парадинамические мега и макросистемы на территории СССР // *Вестник Московского университета. Серия 5. География*, 1980, № 2, с. 9-16.
32. Мильков Ф. Н. Бассейн реки как парадинамическая ландшафтная система и вопросы природопользования // *География и природные ресурсы*, 1981а, № 4, с. 11-18.
33. Мильков Ф. Н. Свободные поля и проблемы динамики в физической географии // *Вестник Московского университета. Серия 5. География*, 1981б, № 6, с. 41-46.
34. Мильков Ф. Н. *Физическая география: современное состояние, закономерности, проблемы*. Воронеж: Издательство Воронежского университета, 1981в. 400 с.
35. Михно В. Б., Быковская О. П., Горбунов А. С. Региональные особенности литоландшафтогенеза Центрального Черноземья // *Региональные геосистемы*, 2020, т. 44, № 1, с. 29-40.
36. *Модели в географии. Сборник статей* / под ред. Р. Дж. Чорли и П. Хаггета. Москва: Прогресс, 1971. 380 с.
37. Монин А. С., Шишков Ю. А. *История климата*. Ленинград: Гидрометеиздат, 1979. 406 с.
38. Николаев В. А. К теории ландшафтного полигенеза // *Вестник Московского университета. Серия 5. География*, 2006, № 6, с. 3-8.
39. Поздняков А. В. *Динамическое равновесие в рельефообразовании*. Москва: Наука, 1988. 207 с.
40. Поздняков А. В., Черванев И. Г. *Самоорганизация в развитии форм рельефа*. Москва: Наука, 1990. 202 с.
41. Полюнов Б. Б. *Избранные труды*. Москва: Издательство Академии наук СССР, 1956. 751 с.
42. Перельман А. И. *Геохимия ландшафта*. Москва: Географгиз, 1961. 392 с.
43. Раман К. Г. *Пространственная полиструктурность топологических комплексов и опыт ее выявления в условиях Латвийской ССР*. Рига, 1972. 48 с.
44. Ретеюм А. Ю. О факторах и формах пространства оболочка Земли // *Вопросы географии*, 1977, № 1-4, с. 84-95.
45. Ретеюм А. Ю. *Земные миры*. Москва: Мысль, 1988. 268 с.
46. Родоман Б. Б. *География, районирование, картоиды: сборник трудов*. Смоленск: Ойкумена, 2007. 368 с.
47. Рябчиков А. М. *Структура и динамика геосферы. Ее естественное развитие и изменение человеком*. Москва: Мысль, 1972. 224 с.
48. Сергин В. Я., Сергин С. Я. *Системный анализ проблемы больших колебаний климата и оледенения Земли*. Ленинград: Гидрометеиздат, 1978. 279 с.
49. Солнцев В. Н. *Системная организация ландшафтов*. Москва: Мысль, 1981. 239 с.
50. Солнцев В. Н. Структура, функционирование, эволюция природных и антропогенных ландшафтов // *Тезисы ландшафтной конференции «Структурное ландшафтоведение: основы концепции»*, 1997, с. 11-14.
51. Сочава В. Б. *Введение в учение о геосистемах*. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1978. 319 с.
52. Степин В. С., Горохов В. Г., Розов М. А. *Философия науки и техники: Учебное пособие*. Москва: Гардарика, 1999. 400 с.
53. Талев Н. Н. *Чёрный лебедь. Под знаком непредсказуемости* / под ред. М. Тюнькиной. Москва: Колибри, 2009. 528 с.
54. Трифонова Т. А. Речной водосборный бассейн как самоорганизующаяся природная геосистема // *Известия РАН. Серия географическая*, 2008, № 1, с. 28-36.
55. *Философская энциклопедия. Том 5* / под ред. Ф. В. Константинова. Москва: Советская энциклопедия, 1970. 740 с.
56. Хорошев А. В. *Полимасштабная организация географического ландшафта*. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 416 с.
57. Швецс Г. И., Шищенко П. И., Гродзинский М. Д., Ковеза Г. П. Типы ландшафтных территориальных структур // *Физическая география и геоморфология*, 1986, вып. 33, с. 110-114.
58. Chorley R. J., Kennedy B. A. *Physical Geography. A Systems Approach*. London, Prentice-Hall, 1971. 370 p.
59. Gerrard A. J. *Soils and landforms: an integration of geomorphology and pedology*. London: George Allen & Unwin, 1981. 219 p.
60. Holdridge L. R. Determination of world plant formations from simple climatic data // *Science*, 1947, 105, 367-0368.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию: 14.07.2023
Принята к публикации: 01.03.2024

Landscapes Polystructurality and its Formation Factors

V.A. Bokov , R.V. Gorbunov, T.Yu. Gorbunova

A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Russian Federation
(2, Nakhimov Ave., Sevastopol, 299011)

Abstract. The purpose of the article was to improve the models of landscape differentiation in terms of landscape polystructurality.

Materials and methods. As a result of summarizing the accumulated materials of the polystructural nature of landscapes, a classification of landscape territorial structures was carried out, the forms of their interaction were considered, and it was shown how self-organization processes manifest themselves in landscape structures.

Results and discussion. Landscape polystructurality is a territorial combination of landscape structures of various types. In each territory there are intersections of landscape territorial structures. Some of them interact, others are independent due to different space-time scales. The landscape territorial structure is such a configuration of landscape elements that determine one or another set of landscape functions: spatiotemporal differentiation of landscape production processes (bioproduction, water and air reproduction, exchange of manufactured products with other landscapes), contributes to the formation of stability, transformation of substance flows and energy, the production of not only classical resources (water, wood, energy and chemical raw materials, etc.), but also provides environmental, cultural and social functions. We determine the specifics of this set of functions in comparison with those functions that are characteristic of background territorial structures. The largest landscape structure is landscape zoning. All spatial deviations of the characteristics of the landscape under consideration from the background zonal structure should be considered as a consequence of local structures. This comparison procedure is the main analytical procedure for identifying local level structures. It made it possible to identify more than twenty structures that differ in the formation processes associated with geocirculation, biocirculation and geostationary mechanisms. In addition, structures differ in the ratio of self-development processes and processes associated with external factors. Knowledge of the mechanisms of formation of structures opens up ways to regulate landscape processes.

Conclusions. This comparison procedure is the main analytical procedure for identifying local-level structures. It made it possible to identify more than twenty structures that differ in formation processes associated with geocirculation, biocirculation and geostationary mechanisms. In addition, structures differ in the ratio of self-development processes and processes associated with external factors. Knowledge of the mechanisms of structure formation opens up ways to regulate landscape processes.

Key words: landscape territorial structures, landscapes polystructure, landscape partiality, geocirculation, biocirculation and geostationary mechanisms, integral landscape zoning, differentiation and integration of landscapes, hierarchies and connections in the landscape sphere, landscape integrity, integral landscape zonality.

For citation: Bokov V.A., Gorbunov R.V., Gorbunova T.Yu. Polystructurality of Landscapes and its Formation Factors. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografija. Geoecologia*, 2024, no. 1, pp. 4-19 (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/1/4-19>

REFERENCES

1. Armand A.D. *Samoorganizacija i samoregulirovanie geograficheskikh sistem* [Self-organization and self-regulation of geographical systems]. Moscow: Nauka, 1988. 288 p. (In Russ.)
2. Berezhnoj A.V. *Sklonovaja mikrozonalnost' landshaftov Srednerusskoj lesostepi* [Slope microzonation of landscapes of the Central Russian forest-steppe]. Voronezh: Izdatel'stvo Voronezhskogo universiteta, 1983. 140 p. (In Russ.)
3. Bokov V.A., Smirnov V.O. O smyslah ocenki uvlazhnenija landshaftov [On the meaning of assessing landscape moisture]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija: Geografija*, 2019, no. 1, pp. 83-92. (In Russ.)
4. Bokov V.A. Formy projavlenija polistruktturnosti landshaftov [Forms of manifestation of polystructural landscapes]. *Materialy XIV Mezhdunarodnoj landshaftnoj konferencii «Teoriticheskie i prikladnye problemy landshaftnoj geografii VII Mil'kovskie chtenija»*, 2023, pp. 15-17. (In Russ.)
5. Bjallochich Ju.P. Sistemy biogeocenofov [Systems of biogeocenoses]. *Problemy biogeocenoologii*, 1973, pp. 37-47. (In Russ.)
6. Glazovskaja M.A. *Geohimicheskie osnovy tipologii i metodiki issledovanij prirodnyh landshaftov* [Geochemical foundations of typology and methods for studying natural landscapes]. Moscow: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, 1964. 230 p. (In Russ.)
7. Gnatjuk V.I. *Filosofskie osnovanija tehnocenologicheskogo podhoda* [Philosophical foundations of the technocenological approach]. Kaliningrad: Izdatel'stvo KIC «Tehnoceno», 2014. 284 p. (In Russ.)
8. Gorshkov V.G., Makar'eva A.M. *Bioticheskij nasos atmosfernoj vlagi, ego svjaz' s global'noj atmosfernoj cirkulacijej i znachenie dlja krugovorota vody na sushi* [Biotic pump of atmospheric moisture, its connection with global atmospheric circulation and its significance for the water cycle on Earth].

© Bokov V.A., Gorbunov R.V., Gorbunova T.Yu., 2024

 Aleksandr V. Bokov, e-mail: vbokov@mail.ru



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

mospheric moisture, its connection with global atmospheric circulation and significance for the water cycle on land]. Gatchina: PIJaF, 2006. 49 p. (In Russ.)

9. Grigor'ev A.A., Budyko M.I. O periodicheskom zakone geograficheskoj zonal'nosti [On the periodic law of geographical zoning]. *Doklad AN SSSR*, 1956, vol. 110, no. 1, pp. 129-132. (In Russ.)

10. Grishankov G.E. Parageneticheskaja sistema prirodnyh zon (na primere Kryma) [Paragenetic system of natural zones (using the example of Crimea)]. *Voprosy geografii*, 1977, vyp. 104, pp. 128-139. (In Russ.)

11. Grodzin'skij M.D. *Osnovi landshaftnoi ekologii* [Fundamentals of landscape ecology]. Kiiv: Libid', 1993. 234 p. (In Russ.)

12. Grodzin'skij M.D. *Piznannja landshaftu: misce i prostir. Tom I* [Design of the landscape: space and space. Volume 1]. Kiiv: VPC Kiivs'kij nacional'nij universitet imeni Tarasa Shevchenko, 2021, no. 4, pp. 140-151. (In Russ.)

13. Zabelin I.M. *Teorija fizicheskoj geografii* [Theory of physical geography]. Moscow: Geografiz, 1959. 304 p. (In Russ.)

14. Ivanov A.N., Moiseev A.I., Hismatullin T.I., Shnypar'kov A.L. Polistrukturnaja organizacija vulkanicheskogo landshafta ostrova Matua (Central'nye Kurily) [Polystructural organization of the volcanic landscape of Matua Island (Central Kuriles)]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 5. Geografija*, 2021, no. 4, pp. 140-151. (In Russ.)

15. Isachenko A.G. *Osnovnye voprosy fizicheskoj geografii* [Basic issues of physical geography]. Leningrad: Izdatel'stvo LGU, 1953. 392 p. (In Russ.)

16. Isachenko A.G. *Landshaftovedenie i fiziko-geograficheskoe rajonirovanie* [Landscape science and physical-geographical zoning]. Moscow: Vysshaja shkola, 1991. 366 p. (In Russ.)

17. Kazanskij A.B. Biosfera, kak avtopojeticheskaja sistema: Biosfernyj butstrap, biosfernyj immunitet i chelovecheskoe obshhestvo [Biosphere as an autopoietic system: Biosphere bootstrap, biosphere immunity and human society]. *Jekogeosofskij al'manah*, 2003, no. 3, pp. 5-50. (In Russ.)

18. Knjazeva E.N., Kurdjumov S.P. Osobennosti neravnovesnyh processov v otkrytyh dissipativnyh sredah [Features of nonequilibrium processes in open dissipative media]. *Problemy geofiziki XXI veka*, 2003, pp. 37-65. (In Russ.)

19. Kolomyc Je.G. *Landshaftnye issledovanija v perehodnyh zonah. Metodologicheskij aspekt* [Landscape research in transition zones. Methodological aspect]. Moscow: Nauka, 1987. 115 p. (In Russ.)

20. Kolomyc Je.G. *Polimorfizm landshaftno-zonal'nyh system* [Polymorphism of landscape-zonal systems]. Pushhino: ONTI PIC RAN, 1998. 311 p. (In Russ.)

21. Kudrin B.I. *Cenologicheskie issledovanija. Vyp. 25. Tehnogenij samoorganizacija* [Cenological research. Vol. 25. Technogenic self-organization]. Moscow: Centr sistemnyh issledovanij, 2004. 248 p. (In Russ.)

22. Krauklis A.A. *Problemy jeksperimental'nogo landshaftovedenija* [Problems of experimental landscape science]. Novosibirsk: Nauka, 1979. 232 p. (In Russ.)

23. Lastochkin A.N. *Obshhaja teorija geosystem* [General theory of geosystems]. Saint Petersburg: Lemma, 2011. 980 p. (In Russ.)

24. Lihoman M.A. *Intrazonal'nost' i intrasektornost' landshaftov* [Intrazonality and intrasectorality of landscapes]. Saratov, 1981. 45 p. (In Russ.)

25. Mil'kov F.N. O javlenii vertikal'noj differenciacii landshaftov na Russkoj ravnine [On the phenomenon of vertical differentiation of landscapes on the Russian Plain]. *Voprosy geografii*, 1947, sb. 3, pp. 87-102. (In Russ.)

26. Mil'kov F.N. Parageneticheskie landshaftnye komplekсы [Paragenetic landscape complexes]. *Nauchnye zapiski*

Voronezhskogo otdela geograficheskogo obshhestva SSSR, 1966, pp. 3-7. (In Russ.)

27. Mil'kov F.N. Sklonovaja mikrozonal'nost' landshaftov [Slope microzonation of landscapes]. *Nauchnye zapiski Voronezhskogo otdela Geograficheskogo obshhestva SSSR*, 1974, v. 1, pp. 3-9. (In Russ.)

28. Mil'kov F.N. Princip kontrastnosti v fizicheskoj geografii [The principle of contrast in physical geography]. *Izvestija AN SSSR. Serija geograficheskaja*, 1977a, no. 6, pp. 93-101. (In Russ.)

29. Mil'kov F.N. Genezis i geneticheskie rjady landshaftnyh kompleksov [Genesis and genetic series of landscape complexes]. *Zemlevedenie. Sbornik Moskovskogo obshhestva ispytatelej prirody. Novaja serija*. 1977b, vol. 12, pp. 5-11. (In Russ.)

30. Mil'kov F.N. Dolinnorechnye landshaftnye sistemy [Valley river landscape systems]. *Izvestija Vseojuznogo geograficheskogo obshhestva*, 1978, vol. 110, no. 4, pp. 289-296. (In Russ.)

31. Mil'kov F.N. Paradinamicheskie mega i makrosistemy na territorii SSSR [Paradynamic mega and macrosystems on the territory of the USSR]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 5. Geografija*, 1980, no. 2, pp. 9-16. (In Russ.)

32. Mil'kov F.N. Bassejn reki kak paradinamicheskaja landshaftnaja sistema i voprosy prirodopol'zovanija [River basin as a paradigmatic landscape system and environmental management issues]. *Geografija i prirodnye resursy*, 1981a, no. 4, pp. 11-18. (In Russ.)

33. Mil'kov F.N. Svobodnye polja i problemy dinamiki v fizicheskoj geografii [Free fields and problems of dynamics in physical geography]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 5. Geografija*, 1981b, no. 6, pp. 41-46. (In Russ.)

34. Mil'kov F.N. *Fizicheskaja geografija: sovremennoe sostojanie, zakonomernosti, problem* [Physical geography: current state, patterns, problems]. Voronezh: Izdatel'stvo Voronezhskogo universiteta, 1981v. 400 p. (In Russ.)

35. Mihno V.B., Bykovskaja O.P., Gorbunov A.S. Regional'nye osobennosti litolandschaftogeneza Central'nogo Chernozem'ja [Regional features of litholandscape genesis of the Central Black Earth Region]. *Regional'nye geosistemy*, 2020, vol. 44, no. 1, pp. 29-40. (In Russ.)

36. *Modeli v geografii. Sbornik statej* [Models in geography. Digest of articles] / pod red. R. Dzh. Chorli i P. Haggeta. Moscow: Progress, 1971. 380 p. (In Russ.)

37. Monin A.S., Shishkov Ju.A. *Istorija klimata* [Climate history]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1979. 406 p. (In Russ.)

38. Nikolaev V.A. K teorii landshaftnogo poligeneza [Towards the theory of landscape polygenesis]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 5. Geografija*, 2006, no. 6, pp. 3-8. (In Russ.)

39. Pozdnjakov A.V. *Dinamicheskoe ravnovesie v rel'efo-obrazovanii* [Dynamic equilibrium in relief formation]. Moscow: Nauka, 1988. 207 p. (In Russ.)

40. Pozdnjakov A.V., Chervanov I.G. *Samoorganizacija v razvitii form rel'efa* [Self-organization in the development of relief forms]. Moscow: Nauka, 1990. 202 p. (In Russ.)

41. Polynov B.B. *Izbrannye Trudy* [Selected works]. Moscow: Izdatel'stvo Akademii nauk SSSR, 1956. 751 p. (In Russ.)

42. Perel'man A.I. *Geohimija landshafta* [Landscape geochemistry]. Moscow: Geografiz, 1961. 392 p. (In Russ.)

43. Raman K.G. *Prostranstvennaja polistrukturnost' topologicheskikh kompleksov i opyt ee vyjavlenija v uslovijah Latvijskoj SSR* [Spatial polystructure of topological complexes and experience of its identification in the conditions of the Latvian SSR]. Riga, 1972. 48 p. (In Russ.)

44. Retejum A. Ju. O faktorah i formah prostranstva obolochki Zemli [About the factors and forms of space of the Earth's shell]. *Voprosy geografii*, 1977, no. 1-4, pp. 84-95. (In Russ.)

45. Retejum A. Ju. *Zemnye miry* [Earthly worlds]. Moscow: Mysl', 1988. 268 p. (In Russ.)

46. Rodoman B.B. *Geografija, rajonirovanie, kartoidy: sbornik trudov* [Geography, zoning, cartoids: collection of works]. Smolensk: Ojkumena, 2007. 368 p. (In Russ.)
47. Rjabchikov A.M. *Struktura i dinamika geosfery. Ejo est-estvennoe razvitie i izmenenie chelovekom* [Structure and dynamics of the geosphere. Its natural development and changes by man]. Moscow: Mysl', 1972. 224 p. (In Russ.)
48. Sergin V.Ja., Sergin S.Ja. *Sistemnyj analiz problemy bol'shih kolebanij klimata i oledenenija Zemli* [System analysis of the problem of large climate fluctuations and glaciation of the Earth]. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1978. 279 p. (In Russ.)
49. Solncev V.N. *Sistemnaja organizacija landshaftov* [Systematic organization of landscapes]. Moscow: Mysl', 1981. 239 p. (In Russ.)
50. Solncev V.N. *Struktura, funkcionirovanie, jevoljucija prirodnyh i antropogennyh landshaftov* [Structure, functioning, evolution of natural and anthropogenic landscapes]. *Tezisy landshaftnoj konferencii «Strukturnoe landshaftovedenie: osnovy koncepcii»*, 1997, pp. 11-14. (In Russ.)
51. Sochava V.B. *Vvedenie v uchenie o geosistemah* [Introduction to the doctrine of geosystems]. Novosibirsk: Nauka. Sibirskoe otdelenie, 1978. 319 p. (In Russ.)
52. Stepin V.S., Gorohov V.G., Rozov M.A. *Filosofija nauki i tehniki: Uchebnoe posobie* [Philosophy of science and technology: Textbook]. Moscow: Gardariki, 1999. 400 p. (In Russ.)
53. Taleb N.N. *Chjornyj lebed'. Pod znakom nepredskazuemosti* [Black Swan. Under the sign of unpredictability] / pod red. M. Tjun'kinov. Moscow: Kolibri, 2009. 528 p. (In Russ.)
54. Trifonova T.A. *Rechnoj vodosbornyj bassejn kak samoorganizujushhajasja prirodnaja geosistema* [River drainage basin as a self-organizing natural geosystem]. *Izvestija RAN. Serija geograficheskaja*, 2008, no. 1, pp. 28-36. (In Russ.)
55. *Filosofskaja jenciklopedija. Tom 5* [Philosophical Encyclopedia. Volume 5] / pod red. F.V. Konstantinova. Moscow: Sovetskaja jenciklopedija, 1970. 740 p. (In Russ.)
56. Horoshev A.V. *Polimasshtabnaja organizacija geograficheskogo landshafta* [Multi-scale organization of the geographical landscape]. Moscow: Tovarishhestvo nauchnyh izdanij KMK, 2016. 416 p. (In Russ.)
57. Shvebs G.I., Shishhenko P.I., Grodzinskij M.D., Koveza G.P. *Tipy landshaftnyh territorial'nyh struktur* [Types of landscape territorial structures]. *Fizicheskaja geografija i geomorfologija*, 1986, v. 33, pp. 110-114. (In Russ.)
58. Chorley R.J., Kennedy B.A. *Physical Geography. A Systems Approach*. London, Prentice-Hall, 1971. 370 p.
59. Gerrard A.J. *Soils and landforms: an integration of geomorphology and pedology*. London: George Allen & Unwin, 1981. 219 p.
60. Holdridge L.R. *Determination of world plant formations from simple climatic data*. *Science*, 1947, 105, 367-0368.

Conflict of interest: The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 14.07.2023

Accepted: 01.03.2024

Боков Владимир Александрович

доктор географических наук, профессор, научный консультант научно-исследовательского центра геоматики Института биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН, г. Севастополь, Российская Федерация, e-mail: vbokov@mail.ru

Горбунов Роман Вячеславович

доктор географических наук, директор Института биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН, г. Севастополь, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-8222-3819, e-mail: karadag_station@mail.ru

Горбунова Татьяна Юрьевна

кандидат географических наук, научный сотрудник научно-исследовательского центра геоматики Института биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН, г. Севастополь, Российская Федерация, ORCID: 0000-0003-2155-6502, e-mail: gorbunovatyu@gmail.com

Aleksandr V. Bokov

Dr. Sci. (Geogr.), Prof., Scientific consultant of the Research Center of Geomatics, Institute of Biology of the Southern Seas named after A. O. Kovalevsky of the RAS, Sevastopol, Russian Federation, e-mail: vbokov@mail.ru

Roman V. Gorbunov

Dr. Sci. (Geogr.), Director of the Institute of Biology of the Southern Seas named after A. O. Kovalevsky of the RAS, Sevastopol, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-8222-3819, e-mail: karadag_station@mail.ru

Tatiana Yu. Gorbunova

Cand. Sci. (Geogr.), Researcher of the Research Center of Geomatics, Institute of Biology of the Southern Seas named after A. O. Kovalevsky of the RAS, Sevastopol, Russian Federation, ORCID: 0000-0003-2155-6502, e-mail: gorbunovatyu@gmail.com