
ТЕОРИЯ И СОЦИАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ ГЕОГРАФИИ

УДК 911.52

ХОРОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМАТИКА СОВРЕМЕННОГО ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЯ

© 2023 г. А. В. Хорошев*

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия

**e-mail: avkh1970@yandex.ru*

Поступила в редакцию 12.03.2023 г.

После доработки 08.08.2023 г.

Принята к публикации 22.09.2023 г.

Описание пространственной структуры ландшафта обычно сводится к перечислению видов морфологических единиц и их площадных соотношений. Однако, исходя из системного понимания ландшафта, пространственная структура может считаться описанной только тогда, когда будут подробно объяснены латеральные отношения между пространственными элементами. Обоснована необходимость перехода ландшафтоведения от простого объяснения пространственных различий и соотношений к функционально-хорологическому анализу, что позволит занять специфическую нишу среди наук о природных системах. По материалам ландшафтных конференций 2006, 2017, 2018 гг. установлены приоритетные темы исследований пространственной организации и дана оценка с точки зрения их соответствия требованиям системного подхода. Предложена классификация хорологических аспектов ландшафтного исследования, которые могут обеспечить полноценное системное содержание и практическое значение для целей территориального планирования. Функции геокомплекса во вмещающей геосистеме могут различаться в зависимости от его размеров, конфигурации и пространственного контекста. Предложено различать 28 функций геокомплексов или их групп, образующих четыре группы: функции в потоке (отношения геокомплекса с входящими и исходящими абиотическими и биотическими потоками); функции конфигурации (отношения геокомплекса с соседними геокомплексами или окружающей матрицей); функции доминантности (роль геокомплекса во вмещающей геосистеме, зависящая от его встречаемости); функции эмерджентности (вклад группы геокомплексов в формирование эмерджентных свойств вмещающей геосистемы). Выявление социально-значимых эффектов взаиморасположения природных комплексов и подбор оптимальных позиций, соседств угодий — привилегированный вклад ландшафтоведения в пространственное планирование землепользования и экологической инфраструктуры.

Ключевые слова: геосистема, пространственная структура, эмерджентность, функция, поток, конфигурация, взаиморасположение, соседство

DOI: 10.31857/S2587556623080083, **EDN:** XWZUYK

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Ландшафтоведение формировалось как наука о природных комплексах, в центре внимания которой всегда находились связи между природными объектами. С 1960-х годов развивалось представление о системном содержании ландшафтоведения. Обращаясь к сущности хорологической концепции А. Геттнера (1930), увидим: “ни одно явление на земной поверхности не должно мыслиться само по себе, оно становится понятным только путем установления его положения относительно других частей земли” (с. 119). Геттнер говорит о “пространственных связях рядом находящихся предметов, т.е. о географических комплексах и системах” (там же, с. 119). Другое отношение, описывающее “единство картины ландшафта” —

это причинная связь между соединенными на одном месте земли различными царствами природы и их различными явлениями” (там же, с. 119). Очевидно, что, говоря языком современного ландшафтоведения, речь идет о межкомплексных и межкомпонентных связях. У А. Геттнера прослеживается мысль о том, что латеральные отношения формируют более крупные пространственные единства: “с одной стороны, факты, принадлежащие к различным царствам природы и категориям, но приуроченные к одному месту, снова сочетаются в одну общую картину, с другой стороны, подбираются отношения между различными местами земной поверхности, основанные на их однородности или взаимных влияниях, и таким образом отдельные местности объединя-

ются в более или менее значительные пространства” (там же, с. 199).

Моносистемная и полисистемная модели ландшафта (Преображенский, 1986) отразили две ипостаси ландшафтного исследования: радиальные связи между геокомпонентами и латеральные связи между природными комплексами. Реальное же внимание ландшафтоведов распределено неравномерно: перевес либо в сторону моносистемной модели, либо в сторону упрощенного понимания полисистемной.

С изучением межкомпонентных связей дело обстоит неплохо. Установлены закономерные сочетания свойств для разных географических условий, разработана методология ландшафтной индикации, получены сведения о сопряженной динамике состояний компонентов по многолетним рядам наблюдений, строятся статистические модели связей. В то же время эти сюжеты “своими законными” считают и экология, биогеоценология, биогеохимия, геоботаника, почвоведение. Иначе говоря, межкомпонентные связи нельзя считать “привилегированным” предметом ландшафтоведения, и приходится искать иную его специфическую нишу среди родственных наук.

Анализ пространственной структуры ландшафта после работ Л.Г. Раменского и Н.А. Солнцева стал “обязательной программой”. Однако до сих пор описание пространственной структуры в большинстве случаев представлено перечислением видов морфологических единиц и их площадных соотношений, выраженных в процентах. Фактически структура системы сводится только к набору элементов, объединяемых принадлежностью к территории, обладающей генетической — не единственно возможной, по В.А. Бокову (1990), — целостностью. Если же вспомнить декларацию о системном содержании ландшафта и обратиться к интерпретациям понятия “структура” (Садовский, 1974; Уемов, 1973; Юдин, 1978), то обнаружится очевидное противоречие с подобной “традицией” ландшафтоведения. Структура системы — это не набор элементов и даже не их соотношения, а “способ связи элементов”, “совокупность устойчивых связей между элементами”. Следовательно, пространственная структура может считаться описанной только тогда, когда будут объяснены латеральные отношения между пространственными элементами: как состояние одной зависит от состояния другой, какие физические и биологические процессы их связывают, как изменение процессов может отразиться на соотношениях и функциях элементов, как изменение состояния элементов может повлиять на ход латеральных процессов и т.д. Но и этого еще недостаточно, чтобы ландшафт считался описанным как система. Несмотря на многообразие трактовок понятия “система”, в них легко про-

сматриваются еще три требования, исключительно важных для исследования пространственной структуры: а) целостность (каждый элемент выполняет определенные функции); б) организованность как показатель отличия свойств и проявлений системы от свойств и проявлений простой суммы ее частей (эмерджентность); в) зависимость от свойств “надсистемы” (Ласточкин, 2011; Малиновский, 1980; Christopherson, 2014; Naveh, 2001).

Цель данного сообщения — обосновать необходимость перехода ландшафтоведения от простого объяснения пространственных различий и соотношений к функционально-хорологическому анализу, который позволит занять специфическую нишу среди наук о природных системах. Мы даем обзор практики анализа пространственных отношений с точки зрения соответствия концепции геосистемы. Затем предлагается классификация востребованных хорологических аспектов ландшафтного исследования, которые могут обеспечить полноценное системное содержание и практическую значимость.

МАТЕРИАЛЫ

Для критического обзора современных подходов к реализации идеи пространственной организации ландшафта использованы материалы трех Ландшафтных конференций (Ландшафтоведение ..., 2006; Ландшафтоведение ..., 2017; Современное ..., 2018): 2006 г. в Москве, в 2017 г. в Тюмени и в 2018 г. в Воронеже (всего 971 текст) и монографии 2000–2020-х годов. Используются теоретические разработки англоязычной ландшафтной экологии (Хански, 2010; Antrop and van Eetvelde, 2017; Dramstad et al., 1996; Forman and Godron, 1986; Saura et al., 2011; Turner and Gardner, 2015; With, 2019), неоправданно мало известные или редко применяемые в среде ландшафтоведов. На основе указанной литературы по ландшафтоведению и ландшафтной экологии и собственного опыта автор представляет предложения по содержанию функционально-хорологического анализа ландшафта. Большинство описываемых ниже функций так или иначе свойственны природным ландшафтам, но часто обостряются в природно-антропогенных ландшафтах, включающих, по определению, антропогенные модификации с их специфической конфигурацией и взаиморасположением.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Узкие места системного анализа в ландшафтоведении

Существующие подходы к реализации идеи пространственной организации ландшафта достаточно многообразны. Наиболее часто (Ландшафтоведение ..., 2006; Ландшафтоведение ...,

2017; Современное ..., 2018) ставятся следующие вопросы о пространственной организации природных и природно-антропогенных ландшафтов:

1) чем отличаются территории друг от друга (Лубенец, Черных, 2018; Павлейчик, Падалко, 2018; Хромых, 2017);

2) какие существуют однородные (в том числе по условиям землепользования) районы (Заиканова, 2018; Занозин и др., 2018; Коновалова, Назимова, 2018; Макаров, 2018);

3) что является типичным и редким для ландшафта (Артемова, Алексеева, 2018; Гурьевских, 2018; Данилов и др., 2018; Чибилев, 2006);

4) какое наследие в современной структуре оставили процессы прошлых эпох (Быковская, Горбунов, 2017; Вампилова, 2018; Ганзей, 2017; Лазарева, 2017; Ларин и др., 2017; Потахин, 2017);

5) каковы результаты переноса твердого и растворенного вещества (Линник и др., 2017; Семенов, Семенова, 2006; Сивохиц, 2018; Хайруллина, 2018; Хорошавин и др., 2017);

6) как зависят функции пространственных единиц от их геометрических свойств и взаиморасположения (Квасникова, Каширо, 2017; Матвеева, Пеленкова, 2017);

7) как оптимизировать расположение угодий относительно друг друга (Винокуров и др., 2006; Михно, Бевз, 2006);

8) как адаптировать угодья к естественной пространственной структуре (Козлов, 2018; Матасов, 2017; Низовцев, 2017; Трапезникова, 2017);

9) какие пропорции пространственных элементов обеспечивают оптимальные эмерджентные свойства (Михно, 2017; Парахневич, 2018; Хорошев, 2017);

10) как обеспечить пространственную компенсацию утраченных ценностей (Борисова, 2017; Кочуров, Ивашкина, 2018).

На современном этапе ландшафтоведение концентрирует внимание на взаимосоответствиях между свойствами компонентов как основании для распознавания однородных пространственных единиц: “при таком-то рельефе и породах характерны такие-то фитоценозы и почвы, что создает возможность для такого-то землепользования”. “Зацикленность” ландшафтоведения на совершенствовании способов проведения границ, продиктованных морфолитогенной основой, стало противоречить современному пониманию ландшафта как полиструктурного образования. Такой приоритет до некоторой степени тормозит его развитие. Получается, что основная “привилегия” — идентификация пространственных единиц (обычно — генетико-морфологических), их иерархия, пригодность для землепользования и потребность в охране. Это, разумеется, полезная информация для территориального

планирования, но уже недостаточная для обоснования общественной значимости ландшафтоведения.

Латеральные связи в рамках ландшафтоведения пока, к сожалению, не стали приоритетной темой, в отличие от геохимии ландшафтов и геоморфологии. Ландшафтная экология к 1980-м годам из экологии выделилась именно для того, чтобы разработать инструменты оценки значимости пространственных отношений между местобитаниями для жизнеспособности популяций животных; впоследствии такие инструменты стали применяться для анализа отношений между пространственной структурой и широким набором латеральных биотических и абиотических процессов (Antrop and van Eetvelde, 2017; Forman and Godron, 1986; Turner and Gardner, 2015; With, 2019). С точки зрения практической значимости ландшафтоведения именно знание о латеральных связях часто представляет наибольший интерес, поскольку позволяет оценить *дальнодействующие эффекты* природных и антропогенных явлений — то, что драматически недооценивается при территориальном планировании (Хорошев, 2023). Ландшафт, по общему для всех трактовок определению, — “гетерогенная часть пространства, границы, внутренняя конфигурация, образ и значение которого определяются отношениями между составляющими его местами” (Гродзинский, 2014). Следовательно, полноценное системное содержание может быть достигнуто только преодолением нынешней “недолатеральности” и, следовательно, “недосистемности” ландшафтоведения. Подобный недостаток был отмечен как присущий современной физической географии в целом (Голубчик и др., 2005, с. 211). Латеральные связи — это не только гравитационное перемещение вещества в катенах и бассейнах, но и перераспределение энергии, воздушных масс, аэрозолей, растений, животных, которое может вызывать существенные изменения пространственной структуры. В связи с этим конструктивен обозначившийся интерес ландшафтоведов к эффектам *неодинаправленных латеральных потоков* негравитационного происхождения (перевеиваемого снега и почвенных частиц, семян, продуктов жизнедеятельности животных и т.д.), которые могут вызывать динамику состояний и границ природных комплексов (Иванов, Авессаломова, 2012; Федотов С.В., Федотов В.И., 2015). Особенно недооценен вклад зоогенного фактора как в компонентную, так и в пространственную структуру ландшафта и его динамику. Его значимость демонстрируют яркие результаты исследования всех компонентов и латеральных взаимосвязей орнитогенных геосистем (Иванов, 2013).

Попытка отразить латеральные взаимодействия содержится в картографировании позиционно-динамических и парагенетических ландшафтных

структур (Гродзинский, 2014), в которых системобразующее значение имеют плоскостные потоки вещества, и геодинамических структур (Солнцев, 1997). Хотя легенды карт позиционно-динамических структур выглядят громоздко, они отражают суть системного подхода с использованием примерно такой словесной модели: “урочище А испытывает сильное воздействие [называется тип воздействия] со стороны урочища Б, оказывает слабое воздействие на урочище В и сильное воздействие на урочище Г”. Здесь содержится больше информации, чем в ландшафтно-геохимическом картографировании, так как учитывается латеральная изменчивость скорости гравитационного потока вещества (делением на “ярусы” и “полосы” в зависимости от расчлененности, перегибов склонов и состава пород), отражаются конкретные траектории потоков и выделяются пространственные единицы с единым центром рассеяния вещества (позиционно-динамические районы) (Гродзинский, 2014). Эмерджентные свойства потока, достигающего границ позиционно-динамического района, формируются всей совокупностью “ярусов” и “полос”. Этот опыт наглядно реализует четыре обязательных составляющих “системной квадриги” (Ласточкин, 2011): элементы, связи, эмерджентное свойство и принадлежность к надсистеме.

Огромный и почти нереализованный потенциал ландшафтоведения видится в исследовании позиционных эффектов. Их значение было обосновано в 1980-х годах (Боков, 1990; Позаченюк, 1987), а в общем плане — еще А. Геттнером (1930), однако большого развития эта тема, к сожалению, пока не получила. В.А. Боковым (1990) было сформулировано правило пространственно-временной некоммутативности: перестановка в пространстве геосистем или запрещена, или приводит к большим изменениям их свойств. При значительной контрастности геосистемы и свойств среды позиция имеет более существенное значение в формировании его свойств, чем при слабой степени контрастности (Боков, 1990). Возвращаясь к проблеме неполноценности формально процентного описания ландшафтной структуры, необходимо отметить, что разное взаиморасположение пространственных элементов при одинаковых пропорциях может создавать принципиально отличные эмерджентные эффекты.

Хорологические задачи ландшафтного исследования

Опираясь на перечень вышеизложенных узких мест геосистемных исследований, автор предлагает программу *функционально-хорологического, или контекстного, анализа геосистем*. Идея заключается в том, что функции пространственного элемента в геосистеме могут различаться в зависимости от его латеральных отношений со

смежными или удаленными элементами (Хорошев, 2023). Поскольку в качестве пространственного элемента природно-антропогенного ландшафта могут выступать как генетико-морфологические единицы (в основном урочища), так и их антропогенные модификации (угодья) и “пятна” — местообитания, ниже мы для общего краткого обозначения используем термин “геокомплекс”. Наша программа включает трактовки функций пространственных элементов, разработанные в ландшафтной экологии (Dramstad et al., 1996; Saura et al., 2011). Разумеется, речь идет о функциях в гетерогенных геосистемах, т.е. в генетико-морфологической структуре — уровня выше фации. Другие типы ландшафтных структур — бассейновая, позиционно-динамическая, парагенетическая, биоцентрично-сетевая (Гродзинский, 2014) — гетерогенны по определению. Мы предлагаем различать четыре группы функций геокомплексов или их комбинаций (рис. 1):

I) функции в потоке — отношения с входящими и исходящими абиотическими и биотическими потоками;

II) функции конфигурации — напряженность отношений с соседними геокомплексами или окружающей матрицей;

III) функции доминантности — роль во вмещающей геосистеме, зависящая от его встречаемости;

IV) функции эмерджентности — вклад группы геокомплексов в формирование эмерджентного свойства вмещающей геосистемы.

Строго говоря, функции 2–4 можно также представить через понятие функций в потоке, однако методические приемы существенно различаются при исследовании линейных, площадных объектов и их комбинаций. Предлагаемый список открытый, в будущем возможно его дополнение. На рис. 1 показано пересечение некоторых функций. Это означает, что один и тот же геокомплекс может выполнять родственные функции или одна функция в определенном пространственном контексте выступает как частный случай другой; однако в методических и особенно планировочных целях, требуется их различение.

I. *Функции в потоке*. Предмет анализа — изменение качества, скорости, направления потока при прохождении его через геокомплекс, а также изменение компонентной и пространственной структуры геокомплекса в результате воздействия потока. Ранее А.Ю. Ретеюм (1988) предложил различать эффекты, обусловленные формой тел в условиях движения: прилегания, нисхождения, восхождения, сосредоточения, рассредоточения, блокирования, ускорения, замедления, включения, слияния, излияния, пропуска. Развивая эту классификацию с учетом концепции полиструктурности (Гродзинский, 2014; Солнцев, 1997;



Рис. 1. Схема функционально-хорологического анализа.

Швебс и др., 1986) мы предлагаем в программу функционально-хорологического анализа включать исследование следующих функций геокомплекса во вмещающей геосистеме (в скобках приводятся дополнительные варианты терминов, в том числе соответствия с терминологией А.Ю. Ретеюма (1988)).

1.1. *Источник вещества* с разделением: а) однонаправленный вынос, б) разнонаправленный вынос (рассеяние, рассредоточение). Для абиотических гравитационных потоков такую функцию выполняют, в первую очередь, геохимически автономные урочища и фации (вершинная поверхность холма, хребта). Для абиотических негравитационных потоков (перенос аэрозолей, импультверизация солей) источником часто служат территории с несплошным (в том числе нарушенным) почвенно-растительным покровом, акватории, а направления определяются розой ветров. Для биотических потоков применима концепция “источников-стоков” (Хански, 2010), которая описывает возникновение и направление миграционных потоков в зависимости от градиента численности популяций в сопряженных местообитаниях. Источником расселения животных (особенно при

наличии коридоров) и растений может быть пятно-рефугиум на фоне смежных нарушенных территорий, причем эта функция будет зависеть от конфигурации (см. ниже).

1.2. *Транзитный коридор вещества*. Имеются в виду геокомплексы полосной конфигурации, сильно отличающиеся от окрестности по компонентной структуре, поэтому концентрирующие абиотические и биотические потоки и часто отличающиеся повышенной их скоростью. Наиболее распространенный случай — парагенетические потоковые геосистемы (лавинно-селевые геосистемы и т.п.). Важный частный случай — биокоридор в биоцентрично-сетевой (матричной) концепции ландшафта (Гродзинский, 2014; Forman and Godron, 1986), который рассматривается как полупригодное местообитание на фоне враждебной среды, используемый для быстрого перемещения животных между пригодными местообитаниями. Коридоры выступают как важнейшие проводники латеральных связей между удаленными друг от друга геокомплексами. В зависимости от желательности таких связей планировочные решения могут быть направлены как на поддержание состояния транзитных геокомплек-

сов (элемент экологического каркаса), так и на разрыв их сплошности (например, противоловинные сооружения).

1.3. Аккумулятор вещества (замедление). Превышение привноса над выносом вещества может приводить к искажению равновесных отношений между геокомпонентами. Факторами ослабления миграции могут быть вогнутый перегиб склона, смена геохимической обстановки на пути миграции, механическое препятствие, зверовой солонец (для животных) и др. Частым результатом аккумуляции становятся нестабильность внутренней пространственной структуры геокомплекса (например – селевого конуса) и его экспансия.

1.4. Барьер (блокирование) – частный случай аккумуляции, соответствующий возможности длительного накопления в неподвижных формах или прерывания потока. Накапливается вещество, изначально не свойственное геокомплексу, что вызывает развитие цепной реакции между геокомпонентами, т.е. потерю устойчивости. Геокомплексы могут осуществлять барьерные функции по отношению не только к вещественным, но и энергетическим воздействиям (например, лесное урочище как шумозащитный экран).

1.5. Узел – место пересечения транзитных элементов, в том числе биокоридоров. В результате может происходить аккумуляция вещества, формирование условий для разнонаправленного рассеяния, накопление сингенетических образований (частный случай барьера). Локальный разрыв узлов пересечения коридоров миграций животных в сильнонарушенных ландшафтах (места слияния рек, пересечения лесополос и др.) может приводить к региональному эффекту изменения видового состава животного компонента и жизнеспособности популяций.

1.6. Тупик (включение, собирание) – это место разрыва коридора. Особенно большое значение выделение такой функции имеет при анализе потоков животных и людей. В большинстве планировочных задач тупик трактуется как негативное явление. С другой стороны, тупик может создаваться намеренно для прекращения нежелательного потока или накопления вещества. Так, в горах Сибири практикуется загон маралов в природные тупики или их искусственное создание для удобства срезки рогов.

1.7. Место конвергенции с выносом (слияние). Типичный случай – слияние потоков противолечащих катен, но с возможностью выноса избытка вещества или его всего объема с водотоком. Плоскостные потоки дают начало транзитному геокомплексу. В биоцентрично-сетевых структурах конвергенция с выносом характерна для сходящихся пучков миграционных путей с формированием единого потока (например, в местах брода через реку).

1.8. Ускоритель. Своеобразный “барьер наоборот”, когда при достижении определенного места поток использует резкое сокращение “сопротивляемости среды”. Простейший пример – выпуклый перегиб склона по отношению к нисходящему потоку воды. В таких случаях нередко происходит усложнение пространственной структуры за счет развития эрозионных форм.

1.9. Канализированное сужение (пропускание). За счет сокращения пропускной способности коридора имеет место либо ускорение потока (“аэродинамическая труба” в горном каньоне), либо частичная аккумуляция с затрудненным выносом и, соответственно, накоплением вещества (пойма выше входа реки в каньон).

1.10. Фильтр. Происходит дифференциация в связи с разной проводимостью среды по отношению к разным веществам. Такую функцию могут выполнять лесные геокомплексы в нижней части склона, которые вовлекают в биомассу биофильные элементы, смываемые с полей (возникает биогеохимический барьер), но пропускают на пойму подвижные элементы с низкой биофильностью.

1.11. Трансформатор направления переноса. В отличие от барьеров и фильтров, здесь не происходит существенного изменения свойств потока и свойств ядра геокомплекса. Изменениям может подвергаться краевая часть. Например, селевой конус отклоняет течение горной реки к противоположному борту; при этом частично размывается его дистальный сектор. Для миграционных потоков животных такую роль может выполнять техногенный объект, открытый безлесный участок в лесной зоне и др.

II. Функции конфигурации и ориентации. Одним из важнейших теоретических достижений ландшафтной экологии (Antrop and van Eetvelde, 2017; Forman and Godron, 1986; Turner and Gardner, 2015; With, 2019), дополненных по отношению к достижениям ландшафтоведения, мы считаем обоснование *зависимости функций пространственного элемента от его геометрических свойств и соседств* с использованием понятий “пятно” (patch), “матрица”, “коридор”. В русскоязычном ландшафтоведении морфометрический анализ ландшафтных единиц и пространственной структуры после первых опытов (Ивашкина, Николаев, 1969) не получал большого развития вплоть до появления компьютеров и геоинформационных технологий. К рубежу веков – прежде всего, усилиями А.С. Викторова (2006) и его сотрудников – был сделан качественный скачок в понимании связей между морфологией геокомплексов, структурой вмещающей геосистемы в целом и ландшафтоформирующими процессами с прогнозом эволюции структуры ландшафта.

Предлагается различать следующие функции, которые раскрывают разные аспекты взаимодействия геокомплекса со смежным пространством (см. рис. 1).

II.1. Стимулирование обмена с матрицей. Эта функция зависит от формы границы геокомплекса. При извилистой форме (рост отношения периметр/площадь) увеличивается длина и ширина экотона, где компонентная структура совмещает свойства смежных геокомплексов.

II.2. Доминантный ядровый эффект. Возникает при максимально компактной конфигурации с минимальным отношением периметр/площадь. При этом минимизируется взаимодействие со смежными геокомплексами, оптимизируются условия для ядровых видов. В центральном секторе геокомплекса может наиболее ярко проявляться фактор обособления (например, особенность морфотогенной основы). Могут создаваться предпосылки для положительных обратных связей между геокомпонентами, постепенно делающих почвенно-растительный покров менее зависимым от геологического строения, и саморазвития.

II.3. Доминантный краевой эффект по сравнению с ядровым. Характерен для геокомплексов с большим количеством “полуостровов” и “заливов”, в результате чего велика площадь с небольшим расстоянием до границы. В биотическом компоненте преимущество получают виды, нуждающиеся в обоих смежных геокомплексах, но основная их стация (размножения, переживания) расположена в “пятне”, а дополнительная (например, стация кормления) — в окружающей матрице. Методом дискриминантного анализа можно рассчитать вероятность соответствия совокупности свойств геокомпонентов типичным характеристикам ядровой части и окружающей матрицы или соседнего геокомплекса (Хорошев, 2016).

II.4. Стимулирование поперечных потоков. Функция возникает на извилистой границе пространственной единицы с окружающей матрицей или смежной единицей. Например, снег, сдуваемый с полей, относительно равномерно распределяется в широкой полосе среди “полуостровов” и “заливов”, что влияет на длительность снеготаяния и, соответственно, весеннего оглеения почв, прогрева почвы, время старта вегетации. Для краевых видов животных увеличиваются возможности безопасного выхода в матрицу (например, для кормления) и быстрого возвращения в пятно (например, при угрозе нападения хищника на открытые пространства).

II.5. Стимулирование продольных приграничных потоков. Функция возникает в направлении вдоль ровной границы. Развивая предыдущий пример, можно говорить о формировании сплошной полосы мощного снегонакопления на границе лесного и безлесного геокомплексов. Снеготаяние про-

исходит одновременно и, в случае уклона в направлении границы, может стимулировать продольный поток воды и эрозию.

II.6. Проводник продольных потоков. Геокомплекс с большим превышением длины над шириной, окруженный геокомплексами с резко отличными свойствами, часто используется как коридор для потока во внутреннем секторе пространственной единицы. Это может быть миграционный коридор животных, лавинный лоток на горном склоне, коридор для воздушного потока между хребтами и т.п.

II.7. Барьер для поперечных потоков возникает, когда геокомплекс имеет вытянутую форму и ориентирован поперек направления некоторого потока. Например, лесное урочище в нижней вогнутой части склона перехватывает поверхностный сток, формирующийся весной в верхней выпуклой луговой или полевой части склона, и переводит его в подземный.

III. Функции доминантности. Роль геокомплекса в контексте вмещающей геосистемы может определяться степенью его распространенности. В ландшафтоведении понятия доминантного, субдоминантного и редкого урочища использовались только для характеристики площадных соотношений. В настоящее время актуальна возможность функциональной, природоохранной, планировочной трактовки этих понятий, которые следуют из латеральных отношений между пространственными единицами (Хорошев, 2023).

III.1. Доминантный элемент. В качестве такого могут рассматриваться не только урочища внутри ландшафта или фации внутри урочища, но и их антропогенные модификации (уголья), которые взаимодействуют между собой посредством латеральных потоков. Доминантный элемент естественного происхождения обладает наибольшими ресурсами для влияния на остальные элементы: как “поставщик” твердого вещества, воды, химических веществ, тепла, семян и т.д. Так, доминирующие в некоторых провинциях Западной Сибири болотные урочища определяют уровень грунтовых вод и смягчают температурные колебания в соседних лесных и луговых, а не наоборот.

III.2. Характерное пространство процесса. Функция предоставления необходимого пространства для развития того или иного процесса наиболее ярко проявляется в доминантных геокомплексах с малой изрезанностью границ либо при больших линейных размерах в каком-либо одном направлении. Например, в пределах крупных полевых угодий в степной зоне возникает необходимая скорость ветра для дефляции и метелевого переноса, что меняет режим функционирования и структуру смежных угодий или урочищ.

III.3. Редкий элемент. Редкие урочища могут определять функционирование смежных или

весьма удаленных территорий, быть центрами хо-рионов (водосборное понижение, карстовые воронки и др.), например, обладать функциями I.1, I.5, I.11. Наличие редкого элемента может также указывать на начальную стадию развития нового для ландшафта процесса, который способен сократить площадь смежных урочищ (например, растущий овраг), либо, наоборот указывать на реликтовый характер и тенденцию к исчезновению (размываемый останец террасы внутри пойменной местности).

III.4. Уникальный элемент. Уникальность природного комплекса во многих случаях требует охранного или щадящего режима землепользования, что на практике обычно означает необходимость мероприятий на смежных территориях, в том числе направленных на ослабление или, наоборот, стимулирование латеральных связей. Например, уникальный массив гигантских песчаных дюн Куршской косы нуждается в постоянной подпитке песком со стороны балтийского пляжа, для чего требуется поддержка безлесных коридоров в направлении от пляжей к дюнам.

III.5. Рефугиум (убежище). Геосистема может выполнять функции рефугиума для животных или растений на фоне нарушенных территорий. Редкость или уникальность рефугиума (функции III.3, III.4) в таком случае стимулирует сходящиеся потоки животных, которые находят привычное местообитание (с поправкой на возможное усиление краевых эффектов). Такую функцию имеют “островки” степей на фоне полевых угодий, останец террасы во время половодья (вспомним некрасовскую историю про деда Мазая) и т.п.

III.6. Хранилище генофонда. Эта функция – инверсия предыдущей (III.5). Рефугиум зональных видов становится источником исходящих потоков семян, поросли, животных в направлении восстанавливающихся нарушенных территорий, где такой ресурс отсутствует (функция I.1).

IV. Функции эмерджентности. Механизмы возникновения эмерджентных эффектов – это вопрос наиболее актуальный и абсолютно приоритетный для будущего развития ландшафтоведения, так как обязателен для системного исследования. Разработки ведутся в основном на теоретическом уровне, а экспериментальные исследования – для самого низкого ранга геосистем (Петлин, 2020). В отличие от групп функций I–III, функция эмерджентности распознается не в индивидуальных геоконтекстах, а в их комбинациях, иногда с определенным рисунком (текстурой).

IV.1. Критический компонент необходимой пропорции. Известно, что некоторые свойства геосистем возникают только при определенном площадном соотношении элементов – годовой режим стока, жизнеспособность метапопуляций животных, ветровой режим, распространение на-

рушений и др. В зависимости от того, насколько близка геосистема к критической пропорции, один или несколько элементов могут выполнять функции критических. Например, исчезновение единственного крупного геоконтекста определенного типа может снизить долю пригодных со-ответствующих местообитаний группы видов животных до неприемлемой обеспеченности кормами и убежищами.

IV.2. Критический компонент необходимого разнообразия. Геоконтекст может оказаться незамеченной частью некоторого набора разнотипных элементов, вместе обеспечивающих эмерджентное свойство. Особенно важным может быть такая функция для животного компонента, так как большинство видов нуждается в разнотипных стадиях. Например, критически значимым может оказаться урочище лесной лощины внутри агроландшафта как единственно возможное дневное убежище кабанов.

IV.3. Элемент дополнительной системы. Понятие дополнительной системы было предложено в географии А.Д. Армандом (1988) для систем, где части не могут существовать друг без друга и взаимно обуславливают существование друг друга. Функция проявляется в парадинамических системах (Мильков, 1977), сопряженных двусторонним потоком вещества, например – в орнитогенных геосистемах побережий островов (Иванов, Авессаломова, 2012). Поток биогенов, переносимый птицами (с кормом) с шельфа на островной ландшафт частично возвращается в акваторию с водными потоками в виде экскрементов. Исчезновение тем или иным способом любого из взаимодействующих комплексов разрушает дополнительную систему (остров без птиц и шельф без рыбы) и ее эмерджентное свойство.

IV.4. Регулятор процесса. Для формирования эмерджентного свойства бывает необходима не только группа геоконтекстов в определенной пропорции (например, оптимальная лесистость ландшафта или бассейна), но и специфическое их взаиморасположение, согласно правилу пространственно-временной некоммутативности. Так, одна и та же доля лесных геоконтекстов в агроландшафте может поддерживать или не поддерживать жизнеспособную популяцию (как эмерджентное свойство) в зависимости от того, расположены ли они компактно с небольшими разрывами на пространстве между водоразделом и поймой, вытянуты ли в линию или разделены широкими безлесными разрывами. Такими же обстоятельствами может регулироваться скорость ветра, тепловой режим, возможность развития эрозии. Количественное описание функции регулятора остается одной из самых сложных задач, которая еще ждет своего решения. Вероятно, на первых этапах целесообразно сравнение статистических моделей “простран-

ственный фактор — эмерджентное свойство” для секторов ландшафта с разными площадными соотношениями, текстурой и взаиморасположением геокомплексов с целью определения критических значений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Функции геокомплекса во вмещающей геосистеме могут различаться в зависимости от его размеров, конфигурации и латеральных отношений со смежными или удаленными элементами, то есть в зависимости от пространственного контекста.

Выявление социально-значимых эффектов взаиморасположения природных комплексов и подбор оптимальных позиций, соседств угодий — привилегированный вклад ландшафтоведения в пространственную организацию землепользования и экологической инфраструктуры. Изучение эффектов латеральных связей геокомплексов и результирующих эмерджентных эффектов должно стать ядром ландшафтных исследований XXI в.

Предложенная классификация востребованных хорологических аспектов ландшафтного исследования обеспечивает полноценное системное содержание и практический выход для целей территориального планирования.

Исследование функций в потоках, конфигурации, доминантности и эмерджентности мы рассматриваем как наиболее актуальные задачи хорологического исследования в ландшафтоведении на ближайшие десятилетия, которые будут определять специфичный вклад этой науки в инженерно-экологические изыскания, оценки воздействия на окружающую среду, территориальное планирование и экологическую экспертизу.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования выполнены в рамках Государственного задания географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова № 121051300176-1.

FUNDING

The research was financially supported within the framework of the State Assignment of the Faculty of Geography of Moscow State University no. 121051300176-1.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Арманд А.Д. Самоорганизация и саморегулирование географических систем. М.: Наука, 1988. 264 с.
Артемова С.Н. Ландшафтное разнообразие Пензенской области как условие устойчивого развития // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: матер. XIII Международ. ландшафт. конф. Воронеж: Истоки, 2018. Т. 1. С. 292–293.

Боков В.А. Пространственно-временные основы геосистемных взаимодействий. Дисс. д-ра геогр. наук. М., 1990. 406 с.

Борисова И.Г. Геосистемы Зейско-Буреинской равнины по характеру, интенсивности антропогенной нагрузки и оптимизации природопользования // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: матер. XII Международ. ландшафт. конф. Тюмень–Тобольск: Тюменский гос. ун-т, 2017. Т. 2. С. 313–318.

Быковская О.П., Горбунов А.С. Региональные особенности ледового литоландшафтогенеза Центрального Черноземья // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: матер. XII Международ. ландшафт. конф. Тюмень–Тобольск: Тюменский гос. ун-т, 2017. Т. 2. С. 318–323.

Вампилова Л.Б. Современная ландшафтная дифференциация региона по степени антропогенной трансформации как результат ретроспективного анализа изменения природных комплексов // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: матер. XIII Международ. ландшафт. конф. Воронеж: Истоки, 2018. Т. 1. С. 98–101.

Викторов А.С. Основные проблемы математической морфологии ландшафта. М.: Наука, 2006. 252 с.

Винокуров Ю.И., Ротанова И.Н., Андреева И.В. Ландшафтное планирование части Чарышского района Алтайского края в целях туристско-рекреационного развития территории // Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика: матер. XI Международ. ландшафт. конф. М.: Географический факультет МГУ, 2006. С. 641–643.

Ганзей К.С. Проявление механизмов устойчивости островных геосистем северо-западной части Тихого океана // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: матер. XII Международ. ландшафт. конф. Тюмень–Тобольск: Тюменский гос. ун-т, 2017. Т. 2. С. 331–336.

Геттнер А. География, ее история, сущность и методы. Л.–М.: Госиздат, 1930. 416 с.

Голубчик М.М., Евдокимов С.П., Максимов Г.Н., Носов А.М. История и методология географической науки. М.: ВЛАДОС, 2005. 463 с.

Гродзинский М.Д. Ландшафтная экология. К.: Знання, 2014. 550 с.

Гурьевских О.Ю. Количественные методы анализа географической репрезентативности региональных систем ООПТ // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: матер. XIII Международ. ландшафт. конф. Воронеж: Истоки, 2018. Т. 2. С. 37–39.

Данилов Ю.Г., Федоров А.Н., Варламов С.П. Уникальные ландшафты Якутии // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: матер. XIII Международ. ландшафт. конф. Воронеж: Истоки, 2018. Т. 1. С. 335–340.

- Заиканова И.Н.* Опыт создания единой иерархии равнинных и горных ландшафтов для целей территориального планирования на основе сравнительного анализа // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: матер. XIII Международ. ландшафт. конф. Воронеж: Истоки, 2018. Т. 1. С. 108–110.
- Занозин В.В. (мл.), Бармин А.Н., Занозин В.В.* Исследование морфологической структуры ландшафта дельты Волги с использованием ГИС-технологий и ДЗЗ // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: матер. XIII Международ. ландшафт. конф. Воронеж: Истоки, 2018. Т. 1. С. 199–200.
- Иванов А.Н.* Орнитогенные геосистемы островов Северной Пацифики. М.: Научный мир, 2013. 227 с.
- Иванов А.Н., Авессаломова И.А.* Орнитогенные экосистемы — геохимические феномены биосферы // Биосфера. 2012. Т. 4. № 4. С. 435–446.
- Ивашкина Л.И., Николаев В.А.* К анализу ландшафтной структуры физико-географических регионов // Вестн. Моск. ун-та. Серия 5. География. 1969. № 4. С. 49–59.
- Квасникова З.Н., Каширо М.А.* Оценка ландшафтно-экологического риска юго-востока Томской области // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: матер. XII Международ. ландшафт. конф. Тюмень—Тобольск: Тюменский гос. ун-т, 2017. Т. 2. С. 145–149.
- Козлов Д.Н.* Ближайшие задачи развития ландшафтного картографирования и агроэкологической группировки земель Центрального-Черноземья для целей интенсификации и экологизации земледелия // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: матер. XIII Международ. ландшафт. конф. Воронеж: Истоки, 2018. Т. 2. С. 169–170.
- Коновалова Т.И., Назимова Д.И.* К развитию концепции картографирования лесного покрова горных территорий на ландшафтно-экологической основе // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: матер. XIII Международ. ландшафт. конф. Воронеж: Истоки, 2018. Т. 1. С. 202–204.
- Кочуров Б.И., Ивашкина И.В.* Урбоэкодиагностика и планирование городских ландшафтов: от традиционной застройки до инновационных эколого-градостроительных комплексов // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: матер. XIII Международ. ландшафт. конф. Воронеж: Истоки, 2018. Т. 2. С. 14–15.
- Крауклис А.А.* Проблемы экспериментального ландшафтоведения. Новосибирск: Наука, 1979. 232 с.
- Лазарева Н.Н.* Значение изученности структуры и динамики ландшафтов юго-восточной Балтики для оптимизации природопользования // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: матер. XII Международ. ландшафт. конф. Тюмень—Тобольск: Тюменский гос. ун-т, 2017. Т. 2. С. 359–363.
- Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика: матер. XI Международ. ландшафт. конф. М.: Географический факультет МГУ, 2006. 788 с.*
- Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: матер. XII Международ. ландшафт. конф. Тюмень: Изд-во ТГУ, 2017. Т. 1. 368 с. Т. 2. 518 с.*
- Ларин С.И., Лаухин С.А., Алексеева В.А.* Перигляциальные реликты в ландшафтах Ишимской равнины (юго-запад Западной Сибири) // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: матер. XII Международ. ландшафт. конф. Тюмень—Тобольск: Тюменский гос. ун-т, 2017. Т. 2. С. 364–369.
- Ласточкин А.Н.* Общая теория геосистем. СПб.: Лемма, 2011. 980 с.
- Линник В.Г., Савельев А.А., Соколов А.В.* Геоинформационное моделирование гетерогенной структуры паттернов Cs-137 в ландшафтах Брянской области // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: матер. XII Международ. ландшафт. конф. Тюмень—Тобольск: Тюменский гос. ун-т, 2017. Т. 1. С. 84–88.
- Лубенец Л.Ф., Черных Д.В.* Ландшафтная дифференциация снегонакопления в бассейне р. Майма (низкогорья Русского Алтая) // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: матер. XIII Международ. ландшафт. конф. Воронеж: Истоки, 2018. Т. 1. С. 215–217.
- Макаров В.З.* Полиструктурный анализ ландшафта: некоторые прикладные результаты (на примере Саратовского Предволжья) // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: матер. XIII Международ. ландшафт. конф., посвященной столетию со дня рождения Ф.Н. Милькова. Воронеж: Истоки, 2018. Т. 1. С. 36–37.
- Малиновский А.А.* Основные понятия и определения теории систем (в связи с приложением теории систем в биологии) // Системные исследования. 1979. М.: Наука, 1980. С. 78–90.
- Матасов В.М., Прищепов А.В., Голубинский А.А., Глухов А.И.* Факторы изменения землепользования в Мещере за последние 250 лет // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: матер. XII Международ. ландшафт. конф. Тюмень—Тобольск: Тюменский гос. ун-т, 2017. Т. 2. С. 225–230.
- Матвеева А.А., Пеленкова М.Г.* Оценка уровня озелененности городской территории устойчивого развития // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: матер. XII Международ. ландшафт. конф. Тюмень—Тобольск: Тюменский гос. ун-т, 2017. Т. 2. С. 158–163.

- Милюков Ф.Н.* Принцип контрастности в ландшафтной географии // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1977. № 6. С. 93–101.
- Михно В.Б.* Ландшафтно-мелиоративное проектирование и вопросы оптимизации природной среды // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: матер. XII Международ. ландшафт. конф. Тюмень–Тобольск: Тюменский гос. ун-т, 2017. Т. 2. С. 76–79.
- Михно В.Б., Бевз В.Н.* Рациональная организация ландшафтов как фактор оптимизации экологической обстановки Центрального Черноземья // Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика: матер. XI Международ. ландшафт. конф. М.: Географический факультет МГУ, 2006. С. 262–263.
- Низовцев В.А.* Начальные этапы антропогенной эволюции ландшафтов России // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: матер. XII Международ. ландшафт. конф. Тюмень–Тобольск: Тюменский гос. ун-т, 2017. Т. 2. С. 200–203.
- Павлейчик В.М., Падалко Ю.А.* Особенности формирования снежного покрова на степных гаях в условиях малоснежной зимы 2017–2018 годов // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: матер. XIII Международ. ландшафт. конф. Воронеж: Истоки, 2018. Т. 1. С. 228–230.
- Парахневич Т.М.* Применение эколого-ландшафтного подхода к оценке устойчивости агроландшафтов // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: матер. XIII Международ. ландшафт. конф. Воронеж: Истоки, 2018. Т. 2. С. 182–184.
- Петлін В.М.* Організація та організованість природних територіальних систем. Луцьк: СНУ ім. Лесі Українки, 2020. 1036 с.
- Позаченюк Е.А.* Некоторые принципы изучения позиционных отношений геокомплексов // Пространство и время в географии. Казань, 1987. С. 31–33.
- Потахин С.Б.* Элементы культурного ландшафта российской Фенноскандии // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: матер. XII Международ. ландшафт. конф. Тюмень–Тобольск: Тюменский гос. ун-т, 2017. Т. 2. С. 287–289.
- Преображенский В.С.* Поиск в географии. М.: Просвещение, 1986. 224 с.
- Ретеюм А.Ю.* Земные миры. М.: Мысль, 1988. 266 с.
- Садовский В.Н.* Основания общей теории систем. М.: Наука, 1974. 279 с.
- Семенов Ю.М., Семенова Л.Н.* Роль потоков вещества в формировании ландшафтной структуры // Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика: матер. XI Международ. ландшафт. конф. М.: Географический факультет МГУ, 2006. С. 349–351.
- Сивохин Ж.Т.* К обоснованию подходов природно-хозяйственного районирования трансграничных речных бассейнов // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: матер. XIII Международ. ландшафт. конф. Воронеж: Истоки, 2018. Т. 1. С. 250–252.
- Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: матер. XIII Международ. ландшафт. конф. Воронеж: Истоки, 2018. Т. 1. 489 с. Т. 2. 426 с.
- Солнцев В.Н.* Структурное ландшафтоведение: основы концепции. Некоторые аргументы. М., 1997. 12 с.
- Трапезникова О.Н.* Историко-геоэкологическая концепция агроландшафта (на примере агроландшафтов лесной зоны Восточно-Европейской равнины) // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: матер. XII Международ. ландшафт. конф. Тюмень–Тобольск: Тюменский гос. ун-т, 2017. Т. 2. С. 204–209.
- Уемов А.И.* Методы построения и развития общей теории систем // Системные исследования. М.: Наука, 1973. С. 147–157.
- Федотов С.В., Федотов В.И.* Ландшафтно-высотные мезозоны и типы свободных полей // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Серия: география, геоэкология. 2015. № 2. С. 3–7.
- Хайрулина Е.А.* Трансформация ландшафтно-геохимической структуры в районе разработки калийного месторождения // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: матер. XIII Международ. ландшафт. конф. Воронеж: Истоки, 2018. Т. 2. С. 365–366.
- Хански И.* Ускользающий мир: экологические последствия утраты местообитаний. М.: КМК, 2010. 340 с.
- Хорошавин В.Ю., Калинин В.М., Лужецкая А.В.* Ландшафтно-гидрологический анализ территории с целью оценки качества поверхностных вод в условиях Средней тайги Западной Сибири // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: матер. XII Международ. ландшафт. конф. Тюмень–Тобольск: Тюменский гос. ун-т, 2017. Т. 2. С. 439–444.
- Хорошев А.В.* Полимасштабная организация географического ландшафта. М.: КМК, 2016. 416 с.
- Хорошев А.В.* Эмерджентные эффекты пространственной структуры ландшафта // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: матер. XII Международ. ландшафт. конф. Тюмень: Изд-во Тюменского гос. ун-та, 2017. Т. 1. С. 154–158.
- Хорошев А.В.* Ландшафтно-экологическое планирование. М.: КМК, 2023. 261 с.
- Хромых В.С.* Проблемы классификации пойменных ландшафтов // Современное ландшафтно-экологическое состояние и проблемы оптимизации природной среды регионов: матер. XIII Междуна-

- род. ландшафт. конф. Воронеж: Истоки, 2018. Т. 1. С. 151–153.
- Чибилев А.А. Ключевые ландшафтные территории: постановка проблемы и пути ее решения // Ландшафтоведение: теория, методы, региональные исследования, практика: матер. XI Международ. ландшафт. конф. М.: Географический факультет МГУ, 2006. С. 626–628.
- Швебс Г.И., Шищенко П.Г., Гродзинский М.Д., Ковеза Г.П. Типы ландшафтных территориальных структур // Физическая география и геоморфология. 1986. Вып. 33. С. 111–114.
- Юдин Э.Г. Системный подход и принцип деятельности. Методологические проблемы современной науки. М.: Наука, 1978. 391 с.
- Antrop M., van Eetvelde V. Landscape perspectives. The Holistic nature of landscape. Dordrecht: Springer, 2017. 436 p.
- Christopherson R.W. Geosystems: An introduction to physical geography. 9th ed. NY: Prentice Hall, 2014. 688 p.
- Dramstad W.E., Olson J.D., Forman R.T.T. Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning. Harvard: Island Press, 1996. 80 p.
- Forman R.T.T., Godron M. Landscape ecology. NY: John Wiley and Sons, 1986. 619 p.
- Naveh Z. Ten major premises for a holistic conception of multifunctional landscape // Landscape and Urban Planning. 2001. Vol. 57. P. 269–284.
- Saura S., Vogt P., Velázquez J., Hernando A., Tejera R. Key structural forest connectors can be identified by combining landscape spatial pattern and network analyses // Forest Ecology and Management. 2011. Vol. 262. P. 150–160.
- Turner M.G., Gardner R.H. Landscape ecology in theory and practice. Pattern and process. NY: Springer, 2015. 482 p.
- With K.A. Essentials of landscape ecology. Oxford: Oxford Univ. Press, 2019. 641 p.

Chorological Problems of Modern Landscape Studies

A. V. Khoroshev*

Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia

*e-mail: avkh1970@yandex.ru

The description of the spatial structure of a landscape usually comes down to listing the types of morphological units and their area ratios. However, based on a systemic understanding of the landscape, the spatial structure can be considered perfectly described only when the lateral relationships between spatial elements are explained in detail. We provide rationales for the necessity of the transition of landscape science from a simple explanation of spatial differences and relationships to a functional-chorological analysis, which will make it possible to occupy a specific niche among the sciences of natural systems. Based on the materials from the landscape conferences of 2006, 2017, and 2018, priority research topics in spatial organization were established. Their assessment was given in terms of their compliance with the requirements of a systemic approach. We propose a classification of chorological aspects in landscape research. The classification is expected to provide full-fledged systemic content and practical significance for the purposes of territorial planning. The functions of a geocomplex in a higher-rank-order geosystem may differ depending on its size, shape, and spatial context. It is proposed to distinguish 28 functions of geocomplexes or their combinations, which form four groups: function in the flow (relations of the geocomplex with incoming and outgoing abiotic and biotic flows); shape function (relations of a geocomplex with neighboring geocomplexes or surrounding matrix); dominance function (the role of a geocomplex in the enclosing geosystem, depending on its occurrence); and emergence function (the contribution of a group of geocomplexes to the formation of the emergent property of the higher-rank-order geosystem). Identification of socially significant effects of the relative position of natural complexes and selection of optimal positions; neighborhoods of lands is believed to become a privileged contribution of landscape science to the spatial organization of land use and ecological infrastructure.

Keywords: geosystem, spatial structure, emergent properties, function, flow, shape, relative position, neighborhood

REFERENCES

- Antrop M., van Eetvelde V. *Landscape Perspectives. The Holistic Nature of Landscape*. Dordrecht: Springer, 2017. 436 p.
- Armand A.D. *Samoorganizatsiya i samoregulirovanie geograficheskikh sistem* [Self-Organization and Self-Regulation of Geographical Systems]. Moscow: Nauka Publ., 1988. 264 p.
- Artemova S.N. Landscape diversity of the Penza region as a condition for sustainable development. In *Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoi sredy regionov: Materialy XIII Mezhdun. landshaftnoi konf. Tom 1* [Current Landscape-Ecological State and Problems of Optimization of the Natural Environment of the Regions: Proc. of the 13th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Mikhno V.B., Ed. Voronezh: ISTOKI Publ., 2018, pp. 292–293. (In Russ.).
- Bokov V.A. *Prostranstvenno-vremennye osnovy geosistemnykh vzaimodeistvii* [Spatio-Temporal Foundations of Geosystem Interactions]. *Doct. Sci. (Geogr.) Disserta-*

- tion. Moscow: Lomonosov Mosk. State Univ., 1990. 406 p.
- Borisova I.G. Geosystems of the Zeya-Bureya Plain by nature, intensity of anthropogenic load and optimization of environmental management. In *Landshaftovedenie: teoriya, metody, landshaftno-ekologicheskoe obespechenie prirodopol'zovaniya i ustoichivogo razvitiya. Tom 2* [Landscape Science: Theory, Methods, Landscape-Ecological Support of Nature Management and Sustainable Development. Vol. 2]. Dyakonov K.N., Ed. Tyumen: TGU Publ., 2017, pp. 313–318. (In Russ.).
- Bykovskaya O.P., Gorbunov A.S. Regional features of ice litholandscape genesis of the Central Black Earth Region. In *Landshaftovedenie: teoriya, metody, landshaftno-ekologicheskoe obespechenie prirodopol'zovaniya i ustoichivogo razvitiya. Tom 2* [Landscape Science: Theory, Methods, Landscape-Ecological Support of Nature Management and Sustainable Development. Vol. 2]. Dyakonov K.N., Ed. Tyumen: TGU Publ., 2017, pp. 318–323. (In Russ.).
- Chibilev A.A. Key landscape areas: problem statement and ways to solve it. In *Landshaftovedenie: teoriya, metody, regional'nye issledovaniya, praktika* [Landscape Science: Theory, Methods, Regional Studies, Practice]. Dyakonov K.N., Ed. Moscow: MGU Publ., 2006, pp. 626–628. (In Russ.).
- Christopherson R.W. *Geosystems: An Introduction to Physical Geography*. New York: Prentice Hall, 2014. 688 p.
- Danilov Yu.G., Fedorov A.N., Varlamov S.P. Unique landscapes of Yakutia. In *Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoi sredy regionov: Materialy XIII Mezhdun. landshaftnoi konf. Tom 1* [Current Landscape-Ecological State and Problems of Optimization of the Natural Environment of the Regions: Proc. of the 13th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Mikhno V.B., Ed. Voronezh: ISTOKI Publ., 2018, pp. 335–340. (In Russ.).
- Dramstad W.E., Olson J.D., Forman R.T.T. *Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning*. Harvard: Island Press, 1996. 80 p.
- Fedotov S.V., Fedotov V.I. Landscape-altitude mesozones and types of free fields. *Vestn. Voronezh Gos. Univ., Ser.: Geogr., Geocol.*, 2015, no. 2, pp. 3–7. (In Russ.).
- Forman R.T.T., Godron M. *Landscape Ecology*. New York: John Wiley and Sons, 1986. 619 p.
- Ganzev K.S. Manifestation of stability mechanisms of island geosystems in the northwestern part of the Pacific Ocean. In *Landshaftovedenie: teoriya, metody, landshaftno-ekologicheskoe obespechenie prirodopol'zovaniya i ustoichivogo razvitiya. Tom 2* [Landscape Science: Theory, Methods, Landscape-Ecological Support of Nature Management and Sustainable Development. Vol. 2]. Dyakonov K.N., Ed. Tyumen: TGU Publ., 2017, pp. 331–336. (In Russ.).
- Golubchik M.M., Evdokimov S.P., Maksimov G.N., Nosonov A.M. *Istoriya i metodologiya geograficheskoi nauki* [History and Methodology of Geographical Science]. Moscow: VLADOS Publ., 2005. 463 p.
- Grodzins'kii M.D. *Landshaftna ekologiya* [Landscape Ecology]. Kyiv: Znannya Publ., 2014. 550 p.
- Gur'evskikh O.Yu. Quantitative methods for analyzing the geographic representativeness of regional PA systems. In *Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoi sredy regionov: Materialy XIII Mezhdun. landshaftnoi konf. Tom 2* [Current Landscape-Ecological State and Problems of Optimization of the Natural Environment of the Regions: Proc. of the 13th Int. Landscape Conf. Vol. 2]. Mikhno V.B., Ed. Voronezh: ISTOKI Publ., 2018, pp. 37–39. (In Russ.).
- Hettner A. *Die Geographie, ihre Geschichte, ihr Wesen und ihre Methoden*. Breslau: Ferdinand Hirt, 1927. 463 p.
- Ivanov A.N., Avessalomova I.A. Ornithogenic ecosystems – geochemical phenomena of the biosphere. *Biosfera*, 2012, vol. 4, no. 4, pp. 435–446. (In Russ.).
- Ivanov A.N. *Ornitogennyye geosistemy ostrovov Severnoi Patsifiki* [Ornithogenic Geosystems of the Islands of the North Pacific]. Moscow: Nauchnyi Mir Publ., 2013. 227 p.
- Ivashutina L.I., Nikolaev V.A. On the analysis of the landscape structure of physical-geographical regions. *Vestn. Mosk. Univ., Ser. 5: Geogr.*, 1969, no. 4, pp. 49–59. (In Russ.).
- Khanski I. *Uskol'zayushchii mir: ekologicheskie posledstviya utraty mestoobitaniy* [The Shrinking World. Ecological Consequences of Habitat Loss]. Moscow: KMK Publ., 2010. 340 p.
- Khairulina E.A. Transformation of the landscape-geochemical structure in the area of potassium deposit development. In *Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoi sredy regionov: Materialy XIII Mezhdun. landshaftnoi konf. Tom 2* [Current Landscape-Ecological State and Problems of Optimization of the Natural Environment of the Regions: Proc. of the 13th Int. Landscape Conf. Vol. 2]. Mikhno V.B., Ed. Voronezh: ISTOKI Publ., 2018, pp. 365–366. (In Russ.).
- Khoroshavin V.Yu., Kalinin V.M., Luzhetskaya A.V. Landscape-hydrological analysis of the territory in order to assess the quality of surface waters in the conditions of the middle taiga of Western Siberia. In *Landshaftovedenie: teoriya, metody, landshaftno-ekologicheskoe obespechenie prirodopol'zovaniya i ustoichivogo razvitiya. Tom 2* [Landscape Science: Theory, Methods, Landscape-Ecological Support of Nature Management and Sustainable Development]. Dyakonov K.N., Ed. Tyumen: TGU Publ., 2017, pp. 439–444. (In Russ.).
- Khoroshev A.V. Emergent effects of landscape spatial structure. In *Landshaftovedenie: teoriya, metody, landshaftno-ekologicheskoe obespechenie prirodopol'zovaniya i ustoichivogo razvitiya. Tom 1* [Landscape Science: Theory, Methods, Landscape-Ecological Support of Nature Management and Sustainable Development. Vol. 1]. Dyakonov K.N., Ed. Tyumen: TGU Publ., 2017, pp. 154–158. (In Russ.).
- Khoroshev A.V. *Landshaftno-ekologicheskoe planirovanie* [Landscape-Ecological Planning]. Moscow: KMK Publ., 2023. 261 p.
- Khoroshev A.V. *Polimasshtabnaya organizatsiya geograficheskogo landshafta* [Multiscale Organization of Geographical Landscape]. Moscow: KMK Publ., 2016. 416 p.
- Khromykh V.S. Problems of classification of floodplain landscapes. In *Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoi sredy regionov: Materialy XIII Mezhdun. landshaftnoi konf. Tom 1* [Current Landscape-Ecological State and Problems of

- Optimization of the Natural Environment of the Regions: Proc. of the 13th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Mikhno V.B., Ed. Voronezh: ISTOKI Publ., 2018, pp. 151–153. (In Russ.).
- Kochurov B.I., Ivashkina I.V. Urban ecodiagnosics and planning of urban landscapes: from traditional development to innovative ecological and urban planning complexes. In *Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoi sredy regionov: Materialy XIII Mezhdun. landshaftnoi konf. Tom 2* [Current Landscape-Ecological State and Problems of Optimization of the Natural Environment of the Regions: Proc. of the 13th Int. Landscape Conf. Vol. 2]. Mikhno V.B., Ed. Voronezh: ISTOKI Publ., 2018, pp. 14–15. (In Russ.).
- Konovalova T.I., Nazimova D.I. Toward the development of the concept of mapping forest cover in mountainous areas on a landscape-ecological basis. In *Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoi sredy regionov: Materialy XIII Mezhdun. landshaftnoi konf. Tom 1* [Current Landscape-Ecological State and Problems of Optimization of the Natural Environment of the Regions: Proc. of the 13th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Mikhno V.B., Ed. Voronezh: ISTOKI Publ., 2018, pp. 202–204. (In Russ.).
- Kozlov D.N. Immediate tasks for the development of landscape mapping and agroecological grouping of lands in the Central Black Earth Region for the purposes of intensification and greening of agriculture. In *Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoi sredy regionov: Materialy XIII Mezhdun. landshaftnoi konf. Tom 2* [Current Landscape-Ecological State and Problems of Optimization of the Natural Environment of the Regions: Proc. of the 13th Int. Landscape Conf. Vol. 2]. Mikhno V.B., Ed. Voronezh: ISTOKI Publ., 2018, pp. 169–170. (In Russ.).
- Krauklis A.A. *Problemy eksperimental'nogo landshaftovedeniya* [Problems of Experimental Landscape Science]. Novosibirsk: Nauka Publ., 1979. 232 p.
- Kvasnikova Z.N., Kashiro M.A. Assessment of landscape-ecological risk in the southeast of the Tomsk region. In *Landshaftovedenie: teoriya, metody, landshaftno-ekologicheskoe obespechenie prirodopol'zovaniya i ustoichivogo razvitiya. Tom 2* [Landscape Science: Theory, Methods, Landscape-Ecological Support of Nature Management and Sustainable Development. Vol. 2]. Dyakonov K.N., Ed. Tyumen: TGU Publ., 2017, pp. 145–149. (In Russ.).
- Landshaftovedenie: teoriya, metody, landshaftno-ekologicheskoe obespechenie prirodopol'zovaniya i ustoichivogo razvitiya. Tom 1–2* [Landscape Science: Theory, Methods, Landscape-Ecological Support of Nature Management and Sustainable Development. Vol. 1–2]. Dyakonov K.N., Ed. Tyumen: TGU Publ., 2017.
- Landshaftovedenie: teoriya, metody, regional'nye issledovaniya, praktika. Tom 1–2* [Landscape Science: Theory, Methods, Regional Studies, Practice. Vol. 1–2]. Dyakonov K.N., Ed. Moscow: MGU Publ., 2006.
- Larin S.I., Laukhin S.A., Alekseeva V.A. Periglacial relics in the landscapes of the Ishim Plain (southwest of Western Siberia). In *Landshaftovedenie: teoriya, metody, landshaftno-ekologicheskoe obespechenie prirodopol'zovaniya i ustoichivogo razvitiya. Tom 2* [Landscape Science: Theory, Methods, Landscape-Ecological Support of Nature Management and Sustainable Development. Vol. 2]. Dyakonov K.N., Ed. Tyumen: TGU Publ., 2017, pp. 364–369. (In Russ.).
- Lastochkin A.N. *Obshchaya teoriya geosistem* [General Theory of Geosystems]. St. Petersburg: Lemma Publ., 2011. 980 p.
- Lazareva N.N. The importance of studying the structure and dynamics of landscapes of the south-eastern Baltic for optimizing environmental management. In *Landshaftovedenie: teoriya, metody, landshaftno-ekologicheskoe obespechenie prirodopol'zovaniya i ustoichivogo razvitiya. Tom 2* [Landscape Science: Theory, Methods, Landscape-Ecological Support of Nature Management and Sustainable Development. Vol. 2]. Dyakonov K.N., Ed. Tyumen: TGU Publ., 2017, pp. 359–363. (In Russ.).
- Linnik V.G., Savel'ev A.A., Sokolov A.V. Geoinformation modeling of the heterogeneous structure of Cs-137 patterns in the landscapes of the Bryansk region. In *Landshaftovedenie: teoriya, metody, landshaftno-ekologicheskoe obespechenie prirodopol'zovaniya i ustoichivogo razvitiya. Tom 1* [Landscape Science: Theory, Methods, Landscape-Ecological Support of Nature Management and Sustainable Development. Vol. 1]. Dyakonov K.N., Ed. Tyumen: TGU Publ., 2017, pp. 84–88. (In Russ.).
- Lubenets L.F., Chernykh D.V. Landscape differentiation of snow accumulation in the river basin. Maima (low mountains of Russian Altai). In *Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoi sredy regionov: Materialy XIII Mezhdun. landshaftnoi konf. Tom 1* [Current Landscape-Ecological State and Problems of Optimization of the Natural Environment of the Regions: Proc. of the 13th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Mikhno V.B., Ed. Voronezh: ISTOKI Publ., 2018, pp. 215–217. (In Russ.).
- Makarov V.Z. Polystructural analysis of landscape: some applied results: a case study of the Saratov Volga region. In *Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoi sredy regionov: Materialy XIII Mezhdun. landshaftnoi konf. Tom 1* [Current Landscape-Ecological State and Problems of Optimization of the Natural Environment of the Regions: Proc. of the 13th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Mikhno V.B., Ed. Voronezh: ISTOKI Publ., 2018, pp. 36–37. (In Russ.).
- Malinovskii A.A. Basic concepts and definitions of systems theory (in connection with the application of systems theory in biology. In *Sistemnye issledovaniya. 1979* [System Studies. 1979]. Moscow: Nauka Publ., 1980, pp. 78–90. (In Russ.).
- Matasov V.M., Prishchepov A.V., Golubinskiy A.A., Glukhov A.I. Factors of land use change in Meshchera over the past 250 years. In *Landshaftovedenie: teoriya, metody, landshaftno-ekologicheskoe obespechenie prirodopol'zovaniya i ustoichivogo razvitiya. Tom 2* [Landscape Science: Theory, Methods, Landscape-Ecological Support of Nature Management and Sustainable Development. Vol. 2]. Dyakonov K.N., Ed. Tyumen: TGU Publ., 2017, pp. 225–230. (In Russ.).
- Matveeva A.A., Pelenkova M.G. Assessment of the level of greenery in urban areas for sustainable development. In *Landshaftovedenie: teoriya, metody, landshaftno-ekologicheskoe obespechenie prirodopol'zovaniya i ustoichivogo razvitiya. Tom 2* [Landscape Science: Theory, Methods, Landscape-Ecological Support of Nature Management

- and Sustainable Development. Vol. 2]. Dyakonov K.N., Ed. Tyumen: TGU Publ., 2017, pp. 158–163. (In Russ.).
- Mikhno V.B. Landscape reclamation design and issues of optimization of the natural environment. In *Landshaftovedenie: teoriya, metody, landshaftno-ekologicheskoe obespechenie prirodopol'zovaniya i ustoichivogo razvitiya. Tom 2* [Landscape Science: Theory, Methods, Landscape-Ecological Support of Nature Management and Sustainable Development. Vol. 2]. Dyakonov K.N., Ed. Tyumen: TGU Publ., 2017, pp. 76–79. (In Russ.).
- Mikhno V.B., Bezv V.N. Rational organization of landscapes as a factor in optimizing the ecological situation in the Central Black Earth Region. *Landshaftovedenie: teoriya, metody, regional'nye issledovaniya, praktika* [Landscape Science: Theory, Methods, Regional Studies, Practice]. Dyakonov K.N., Ed. Moscow: MGU Publ., 2006, pp. 262–263. (In Russ.).
- Mil'kov F.N. The principle of contrast in landscape geography. *Izv. Akad. Nauk, Ser. Geogr.*, 1977, no. 6, pp. 93–101. (In Russ.).
- Naveh Z. Ten major premises for a holistic conception of multifunctional landscape. *Landsc. Urban Plan.*, 2001, vol. 57, pp. 269–284.
- Nizovtsev V.A. Initial stages of anthropogenic evolution of Russian landscapes. In *Landshaftovedenie: teoriya, metody, landshaftno-ekologicheskoe obespechenie prirodopol'zovaniya i ustoichivogo razvitiya. Tom 2* [Landscape Science: Theory, Methods, Landscape-Ecological Support of Nature Management and Sustainable Development. Vol. 2]. Dyakonov K.N., Ed. Tyumen: TGU Publ., 2017, pp. 200–203. (In Russ.).
- Parakhnevich T.M. Application of an ecological-landscape approach to assessing the sustainability of agricultural landscapes. In *Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoi sredy regionov: Materialy XIII Mezhdun. landshaftnoi konf. Tom 2* [Current Landscape-Ecological State and Problems of Optimization of the Natural Environment of the Regions: Proc. of the 13th Int. Landscape Conf. Vol. 2]. Mikhno V.B., Ed. Voronezh: ISTOKI Publ., 2018, pp. 182–184. (In Russ.).
- Pavleychik V.M., Padalko Yu.A. Features of the formation of snow cover on steppe burnt-out areas during the low-snow winter of 2017–2018. In *Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoi sredy regionov: Materialy XIII Mezhdun. landshaftnoi konf. Tom 1* [Current Landscape-Ecological State and Problems of Optimization of the Natural Environment of the Regions: Proc. of the 13th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Mikhno V.B., Ed. Voronezh: ISTOKI Publ., 2018, pp. 228–230. (In Russ.).
- Petlin V.M. *Organizatsiya ta organizovanist' prirodnikh teritorial'nikh sistem* [Organization and Organized Nature of Natural Territorial Systems]. Lutsk: Lesya Ukrainka East European Nat. Univ. Publ., Prostir-M Publ., 2020. 1036 p.
- Potakhin S.B. Elements of the cultural landscape of Russian Fennoscandia. In *Landshaftovedenie: teoriya, metody, landshaftno-ekologicheskoe obespechenie prirodopol'zovaniya i ustoichivogo razvitiya. Tom 2* [Landscape Science: Theory, Methods, Landscape-Ecological Support of Nature Management and Sustainable Development. Vol. 2]. Dyakonov K.N., Ed. Tyumen: TGU Publ., 2017, pp. 287–289. (In Russ.).
- Pozachenyuk E.A. Some principles of studying the positional relations of geocomplexes. In *Prostranstvo i vremya v geografii* [Space and Time in Geography]. Trofimov A.M., Ed. Kazan, 1987, pp. 31–33. (In Russ.).
- Preobrazhenskii V.S. *Poisk v geografii* [Search in Geography]. Moscow: Prosveshchenie Publ., 1986. 224 p.
- Reteyum A.Yu. *Zemnye miry* [Earth Worlds]. Moscow: Mysl' Publ., 1988. 266 p.
- Sadovskii V.N. *Osnovaniya obshchei teorii sistem* [Foundations of General Systems Theory]. Moscow: Nauka Publ., 1974. 279 p.
- Saura S., Vogt P., Velázquez J., Hernando A., Tejera R. Key structural forest connectors can be identified by combining landscape spatial pattern and network analyses. *For. Ecol. Manag.*, 2011, vol. 262, pp. 150–160.
- Semenov Yu.M., Semenova L.N. The role of matter flows in the formation of landscape structure. In *Landshaftovedenie: teoriya, metody, regional'nye issledovaniya, praktika* [Landscape Science: Theory, Methods, Regional Studies, Practice]. Dyakonov K.N., Ed. Moscow: MGU Publ., 2006, pp. 349–351. (In Russ.).
- Shvebs G.I., Shishchenko P.G., Grodzinskii M.D., Koveza G.P. Types of landscape territorial structures. *Fizich. Geogr. Geomorfol.*, 1986, vol. 33, pp. 111–114. (In Russ.).
- Sivokhip Zh.T. To the substantiation of approaches to natural and economic zoning of transboundary river basins. In *Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoi sredy regionov: Materialy XIII Mezhdun. landshaftnoi konf. Tom 1* [Current Landscape-Ecological State and Problems of Optimization of the Natural Environment of the Regions: Proc. of the 13th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Mikhno V.B., Ed. Voronezh: ISTOKI Publ., 2018, pp. 250–252. (In Russ.).
- Solntsev V.N. *Strukturnoe landshaftovedenie: osnovy kontseptsii. Nekotorye argumenty* [Structural Landscape Science: Fundamentals of the Concept. Some Arguments]. Moscow, 1997. 12 p.
- Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoi sredy regionov. Tom 1–2* [The Current Landscape-Ecological State and Problems of Optimizing the Natural Environment of the Regions. Vol. 1–2]. Mikhno V.B., Ed. Voronezh: ISTOKI Publ., 2018.
- Trapeznikova O.N. Historical and geoecological concept of agrolandscape: a case study of agrolandscapes in the forest zone of the East European plains. In *Landshaftovedenie: teoriya, metody, landshaftno-ekologicheskoe obespechenie prirodopol'zovaniya i ustoichivogo razvitiya. Tom 2* [Landscape Science: Theory, Methods, Landscape-Ecological Support of Nature Management and Sustainable Development. Vol. 2]. Dyakonov K.N., Ed. Tyumen: TGU Publ., 2017, pp. 204–209. (In Russ.).
- Turner M.G., Gardner R.H. *Landscape Ecology in Theory and Practice. Pattern and Process*. New York: Springer, 2015. 482 p.
- Uemov A.I. Methods for constructing and developing general systems theory. In *Sistemnye issledovaniya* [System

- Studies]. Moscow: Nauka Publ., 1973, pp.147–157. (In Russ.).
- Vampilova L.B. Modern landscape differentiation of the region according to the degree of anthropogenic transformation as a result of a retrospective analysis of changes in natural complexes. In *Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoi sredy regionov: Materialy XIII Mezhdun. landshaftnoi konf. Tom 1* [Current Landscape-Ecological State and Problems of Optimization of the Natural Environment of the Regions: Proc. of the 13th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Mikhno V.B., Ed. Voronezh: ISTOKI Publ., 2018, pp. 98–101. (In Russ.).
- Viktorov A.S. *Osnovnye problemy matematicheskoi morfologii landshafta* [Main Problems of Mathematical Landscape Morphology]. Moscow: Nauka Publ., 2006. 252 p.
- Vinokurov Yu.I., Rotanova I.N., Andreeva I.V. Landscape planning of part of the Charyshsky district of the Altai Territory for the purpose of tourist and recreational development of the territory. In *Landshaftovedenie: teoriya, metody, regional'nye issledovaniya, praktika* [Landscape Science: Theory, Methods, Regional Studies, Practice]. Dyakonov K.N., Ed. Moscow: MGU Publ., 2006, pp. 641–643. (In Russ.).
- With K.A. *Essentials of Landscape Ecology*. Oxford: Oxford Univ. Press, 2019. 641 p.
- Yudin E.G. *Sistemnyi podkhod i printsip deyatel'nosti. Metodologicheskie problemy sovremennoi nauki* [System Approach and Principle of Activity. Methodological Problems of Modern Science]. Moscow: Nauka Publ., 1978. 391 p.
- Zaikanova I.N. Experience in creating a unified hierarchy of plain and mountain landscapes for territorial planning purposes based on comparative analysis. In *Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoi sredy regionov: Materialy XIII Mezhdun. landshaftnoi konf. Tom 1* [Current Landscape-Ecological State and Problems of Optimization of the Natural Environment of the Regions: Proc. of the 13th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Mikhno V.B., Ed. Voronezh: ISTOKI Publ., 2018, pp. 108–110. (In Russ.).
- Zanozin V.V., Barmin A.N., Zanozin V.V. Study of the morphological structure of the landscape of the Volga delta using GIS technologies and remote sensing. In *Sovremennoe landshaftno-ekologicheskoe sostoyanie i problemy optimizatsii prirodnoi sredy regionov: Materialy XIII Mezhdun. landshaftnoi konf. Tom 1* [Current Landscape-Ecological State and Problems of Optimization of the Natural Environment of the Regions: Proc. of the 13th Int. Landscape Conf. Vol. 1]. Mikhno V.B., Ed. Voronezh: ISTOKI Publ., 2018, pp. 199–200. (In Russ.).