

DOI:10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-11-14

## О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ СОВРЕМЕННОГО ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЯ ABOUT SOME PROBLEMS OF CURRENT LANDSCAPE STUDIES

Дьяконов К.Н.<sup>1</sup>, Линник В.Г.<sup>2</sup>  
Diakonov K.N.<sup>1</sup> Linnik V.G.<sup>2</sup>

diakonov.geofak@mail.ru, linnik@geokhi.ru

<sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, Россия

<sup>2</sup>Институт геохимии и аналитической химии имени В.И. Вернадского РАН, Москва, Россия,

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>2</sup>V.I. Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry, Moscow, Russia

**Аннотация.** Развитие отечественного ландшафтоведения сопровождалось формулированием теоретических положений, которые определяли объект и методы исследований, а также обосновывали выбор методов ландшафтного анализа. Ландшафтоведение развивалось как область географических знаний, которая синтезировала полевые (экспериментальные) знания в виде модельных представлений. В своем становлении ландшафтоведении прошло несколько этапов, начиная с описательных методов анализа морфологии ландшафта, использования методов системного анализа при изучении функционирования и динамики ландшафта. В настоящее время в исследовании ландшафтных объектов и геосистем получило развитие использование формализованных методов (ГИС, математические модели). Предлагается осуществить модернизацию теоретических положений ландшафтоведения с учетом современных представлений и возможностей, реализуемых в отраслевых науках о Земле, основанных на широком использовании геофизических методов исследования.

**Abstract.** The development of Russian landscape studies was accompanied by the formation of theoretical positions that determined the object and methods of landscape research, as well as justified the choice of methods of landscape analysis. Landscape studies developed as a field of geographical knowledge, which synthesized field (experimental) knowledge in the form of model representations. In its development, landscape science has gone through several stages, starting with descriptive methods of analyzing the morphology of the landscape, the use of methods of system analysis in the study of the functioning and dynamics of the landscape. Currently, the use of formalized methods (GIS, mathematical models) has been developed in the study of landscape objects and geosystems. It is proposed to modify the theoretical assumptions of landscape studies, taking into account modern concepts and capabilities implemented in the subfield of Earth sciences, based on the widespread use of geophysical research methods.

**Ключевые слова:** ландшафт, геосистема, модель

**Keywords:** landscape, geosystem, model

На последних ландшафтных конференциях, проведенных российскими учеными в Тюмени (2017), Воронеже (2018) и Симферополе (2018, 2020 и 2022), стало традицией постоянное обсуждение основных проблем современного ландшафтоведения [3, 4, 7, 9, 11, 12]. Такое пристальное внимание к теоретико-методологическим основам науки можно рассматривать, как стремление ландшафтоведов не потерять свои позиции в науках о Земле, когда системные принципы в изучении природы проникли в отраслевые направления географии (почвоведение, гидрологию, геоморфологию и др.). Благодаря развитию информационных технологий (ГИС-систем), которые уже содержат возможности системного моделирования природных процессов, конкуренция для ландшафтоведов только возросла.

Зрелость науки определяется готовностью формулировать проблемы, решение которых стимулирует развитие науки на многие годы вперед аналогично тому, как это было заявлено в докладе Д. Гильберта на II Международном математическом конгрессе в 1900 году. В работе [9] сформулированы 10 проблем ландшафтной географии, на которые в ландшафтоведении пока нет окончательного ответа или они требуют принципиально иных подходов и методов решения.

Интерес к обсуждению актуальных проблем современного ландшафтоведения связан с необходимостью нового прочтения основных принципов и положений ландшафтной науки, которые были определены в трудах отечественных основоположников классического ландшафтоведения (В.В. Докучаев, Л.С. Берг, Н.А. Солнцев, А.Г. Исаченко, Ф.Н. Мильков, Н.А. Гвоздецкий, Д.Л. Арманд, В.А. Николаев и др.). Модернизация ландшафтоведения в 60-70-е XX века проходила в рамках системного подхода, что нашло отражение в создании теории геосистем (В.Б. Сочава, В.С. Преображенский, А.Д. Арманд, А.Ю. Ретеюм, К.Н. Дьяконов, В.Н. Солнцев, Ю.Г. Пузаченко).

В советский период развитие ландшафтоведения, как и всей географии, было подчинено решению общегосударственных задач (сталинский план преобразования природы, освоение целинных земель, переброска речного стока вод северных рек на юг, освоение энергетических ресурсов Западной Сибири и др.). Это давало ландшафтоведению определенный простор для методологических поисков в создании собственной теории. Стационарные исследования, которые берут свое начало с 60-х годов прошлого века, широко использовали биогеоценологические, геофизические и геохимические методы. Эти работы стали важной вехой в развитии теоретических представлений о динамике и функционировании ландшафтов.

В постсоветский период вызовы времени, во многом определяющие тематику ландшафтных исследований, это: изменения климата в связи с хозяйственной деятельностью человека в динамике и эволюции ландшафтов; устойчивое (сбалансированное) развитие; стратегическое планирование; ландшафтное планирование; био- и ландшафтное разнообразие; сохранение историко-культурных ланд-

шафтов; обоснование концепции национального ландшафта; региональная и общенациональная идентичность социума. Для реализации вызовов региональная ландшафтная политика (ЛПП) должна быть составной частью региональной политики государства [2], чего еще нет. ЛПП должна быть деятельностью органов государственной власти и управления, научных и проектных учреждений, учебных заведений, общественных организаций нацеленной на решение региональных геоэкологических и социально-экономических проблем, с использованием конструктивного и адаптивного подходов природопользования в разнообразных формах его пространственно-временной организации.

Постоянно меняющиеся запросы общества предъявляли новые требования к ландшафтоведению, адаптации методологического аппарата к решению глобальных и региональных проблем взаимодействия природы и общества. Необходимость непрерывного обновления теоретико-методологических ресурсов ландшафтоведения, в том числе и на современном этапе, отмечена в работах [3–5, 7, 9, 12]. В состоянии ли ландшафтоведение соответствовать этим запросам в решении глобальных проблем современности? Выдержит ли конкуренцию с отраслевыми науками о Земле, а также экологией, которые уже давно взяли на вооружение ландшафтную парадигму? Это, безусловно, является вызовом для ландшафтоведения и ставит на повестку дня вопрос формулирования новых положений его теории.

Наша наука никогда не развивалась изолированно от других наук о Земле, наоборот, испытывала благотворное влияние таких направлений, как почвоведение, лесоведение, геоморфология и др. Кроме того, в ландшафтоведении изначально заложена мощная «экологическая основа» [6], что на современном этапе его развития открыло дополнительные возможности развития модельных представлений, используя имеющиеся наработки в «ландшафтной экологии». Другое направление, с которым наблюдается тесная интеграция ландшафтоведения – это педометрика, разрабатывающая алгоритмы и модели для математического моделирования структуры почвенного покрова.

Попытки модернизации основ ландшафтоведения не прекращаются с начала 70-х годов и связаны в первую очередь со стремлением избавиться от «излишне описательных методов», приблизив ландшафтоведение к «точным» наукам, тем самым обеспечив «уважение к географической науке» [6]. Необходимым условием такого направления развития теоретического ландшафтоведения, по всей видимости, следует признать «формализацию» нашей науки, которая большинством географов воспринимается как «математизация» науки. Используя формализм системного анализа, в работе [6] было выделено три базовых элемента теории ландшафтоведения, которые включают исследование: 1 – структуры, 2 – функций и 3 – развития (динамики, эволюции) ландшафта.

Согласно Неефу [6] «общий принцип организации геосферы находит свое выражение в форме разнообразных сочетаний взаимодействующих и взаимопроникающих природных тел в жидкой, газообразной и твердой фазе, создающих условия для существования органической жизни». Взаимопроникающие и взаимодействующие природные компоненты (атмосфера, гидросфера, литосфера, к которым добавляется биосфера и педосфера), образуют ландшафты (геосистемы) различного иерархического уровня как открытые неравновесные системы.

В отличие от таких наук как минералогия, которая объектом своего исследования имеет строго очерченный объект (минералы), ландшафтоведение исследует объекты окружающей среды, которые включают множество разнофазных гетерогенных компонентов с «размытыми» границами [6].

Ландшафты, как общее понятие, относятся к нуклеарным неравновесным открытым термодинамическим системам на земной поверхности, формирующимся в результате переноса вещества и энергии, поступающей как за счет традиционных источников солнечной энергии, так и потоков флюидов, поступающих по тектоническим трещинам и разломам [8, 9].

Одновременное взаимодействие разномасштабных пространственно-временных ландшафтных подсистем, характеризующихся своим набором структур, функций и характерными временами динамики взаимодействующих объектов на различных масштабных уровнях, образует многообразие иерархических форм, ландшафтно-географических полей, нуклеарных геосистем – «вещественно-энергетических сгустков разной природы, по-своему структурирующих пространство» [8].

Разнообразные сочетания природных компонентов, организованные в ландшафты и геосистемы формируют видимый лик Земли, визуально наблюдаемый из Космоса или самолета, тогда как геофизические или геохимические поля относятся к невидимым физическим объектам, существование которых подтверждается измерениями приборами.

Данные дистанционного зондирования (ДДЗ) земной поверхности подтверждают существование иерархических уровней ландшафтной организации на земной поверхности. ДДЗ служат основным источником информации (Big Data) для анализа иерархической организации ландшафта, тогда как сравнительно малочисленные данные наземных ландшафтных измерений (Small Data) характеризуют ландшафтный уровень организации на элементарном уровне (микро- и наноландшафтный уровень).

Принятые в ландшафтоведении (морфологическом, типологическом) понятия об иерархических масштабных уровнях (фация-урочище-местность-ландшафт) базируются на картографической формализации, для чего используется традиционный ряд крупномасштабных (1:10 000, 1:25 000 и 1 : 50 000), среднемасштабных (1 : 100 000, 1:200 000 ) и мелкомасштабных (1:500 000 и 1 : 1000 000) карт.

Классические методы разномасштабного ландшафтного картографического анализа еще ждут своего дополнения понятиями, которые разрабатываются в геофизике при моделировании климатиче-

ской системы Земли, как сложной нелинейной динамической системы, развивающейся по принципу «детерминированного хаоса». Выявление физически обоснованной масштабной инвариантности ландшафтной организации и внутри ландшафтных взаимодействий, вероятно, сдерживается отсутствием экспериментальных данных, минимально необходимых для решения данной задачи. Насколько выявленные геофизическими методами анализа масштабные уровни ландшафтной организации будут соответствовать традиционным картографическим масштабам – можно только предполагать.

К числу задач, которые не имеют пока окончательного объяснения, следует отнести проблему природы гетерогенности (неоднородности) на фациальном уровне [3], элементарной ландшафтной единицы, которая считается «неделимой». Вероятно, это связано с тем, что среди ландшафтоведов нет единства относительно понимания природы ландшафтных факторов, как детерминированных и случайных величин [1], и их роли в образовании геокомплексности, а также масштабной инвариантности вертикальных и горизонтальных ландшафтных связей.

Уже сейчас следует подумать над обоснованием выбора *необходимого и достаточного набора переменных* (параметров) ландшафта, которые используются для построения формализованной модели ландшафта. В настоящее время для математического моделирования используются фактически все переменные, для измерения которых существуют технические возможности. В дальнейшем для снижения размерности факторного пространства используются различные методы многомерного статистического анализа или совокупность методов, объединяемых под названием data mining, которые предназначены для извлечения новых знаний из анализируемого массива данных.

Математическое моделирование в ландшафтоведение «вошло» через геоинформационные системы (ГИС), которые изначально создавались как формализованные представления географических объектов (геосистем, ландшафтов), организованных по принципу послойной (покомпонентной, факторной) модели ландшафтной реальности. Используя интегрированные в структуру ГИС модельные средства, пользователь имеет возможность построить модель ландшафта в соответствии с наперед заданными целями. Однако такое отношение к ГИС, только как «инструментарий» для обработки ландшафтной информации, не способствовало развитию «математической географии» как теоретического направления, в отличие от биологии, в которой моделирование уже давно используется для генерирования новых знаний и формулировки новых представлений. Здесь следует отметить чрезвычайно важную роль физиков и математиков в создании математической биологии.

Казалось бы, что и в географии существуют объективные возможности для перехода от «описательной» парадигмы к «модельной» благодаря научной интеграции ландшафтоведов с представителями гидрометеорологического направления. Тем более, что в 2021 году была присуждена Нобелевская премия за достижения в разработке моделей климата Земли, количественной оценке изменчивости погоды и прогнозировании глобального потепления.

Объективная причина необходимости научного взаимодействия ландшафтоведов с физиками связана с тем, что интегрирующая роль стока и атмосферного переноса в динамике ландшафтов всех иерархических уровней (от локального до глобального) никем не оспаривается. Однако успешности такой интеграции мешают объективные проблемы, связанные с организацией образовательного процесса при подготовке ландшафтоведов.

Более глубокие причины сложности «всеобщей математизации» ландшафтоведения состоят в другом. Ландшафтоведение, как часть географии, всегда позиционировалось как раздел науки, которое свои научные интересы видит в пограничной области глобальной проблемы взаимодействия в сложной системе «природа-общество». Наряду с «физическим» понимаем геосферных оболочек Земли, для ландшафтоведа не менее важное значение имеет «гуманитарное» восприятие антропогенного воздействия, как хозяйственной деятельности человека, формирующего собственную «среду обитания» через организацию культурного ландшафта. Для решения задач антропогенного ландшафтоведения чисто «физических» подходов становится уже недостаточно, что дает основание сомневаться в том, что ландшафтоведению следует стремиться к тому, чтобы стать «точной» наукой [15].

Понимание ландшафтов как нелинейных систем, которые устроены существенно сложнее, чем климатическая система, является объективным препятствием в построении динамической модели ландшафта. Моделирование стока представляет существенно более сложную задачу, чем моделирование климата. Часть гидрологов, так же, как и ландшафтоведы, считают, что их наука находится в «кризисе», высказывая при этом сомнения в том, что гидрология может быть отнесена к «точным» наукам [14].

В создании «математических» основ ландшафтоведения в настоящее время работает ограниченное число географов, имеющих второе математическое образование. Из последних достижений в этой области следует отметить работы по обоснованию физических основ теории геосистем [10], математического моделирования морфологической структуры ландшафта [16], а также развитие аксиоматического подхода для классификации геосистем в понимании В.Б. Сочавы [13].

В заключении доклада считаем важным остановиться на некоторых факторах и причинах сдерживания развития ландшафтоведения и, отчасти, физической географии в целом. 1. В конце 80-х годов прошлого века школьная география из блока естественных дисциплин перешла в гуманитарные. Ее лозунгом стал «Земля планета людей!» Как следствие, сократился объем часов преподавания физиче-

ской географии. Основы ландшафтоведения в учебниках отсутствуют 2. Необходимо возобновление деятельности комплексных физико-географических стационаров, с развитием геофизического и геохимического направлений. 3. Существует проблема материально-технической (приборной) базы исследований. 4. Как следствие, полевое ландшафтоведение постепенно превращается в «виртуальное», когда ландшафты изучаются преимущественно по дистанционной информации. Эмпирические закономерности, основанные на полевых исследованиях, отходят на второй план. 5. Интерес к географии, судя по количеству школьников, сдающих ЕГЭ (18 тыс. в 2022 г.), очень скромный, что отражается на конкурсах в вузы. При этом большая часть набора студентов в бакалавриат подает заявления на кафедры социально-экономического профиля.

*Важнейшим преимуществом ландшафтоведения при нарастающей специализации научных работников нужно считать нацеленность на междисциплинарное обобщение данных.* Главный недостаток рыночной экономики состоит в том, что до сих пор не освоено производство продукта, который бы пользовался большим и постоянным спросом, например ландшафтное планирование. Традиционные характеристики индивидуальных особенностей территорий утрачивают привлекательность из-за общедоступности географической информации.

**Благодарности:** работа выполнена в рамках Госзадания географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова и Госзадания ГЕОХИ РАН

### Литература

1. Боков В.А. Ландшафты как сетевые статистические модели / В.А. Боков, И.Р. Болейчук // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: материалы XII Международной ландшафтной конференции: в 2 т. – Тюмень: 2017. – Т. 1. – С. 27-31.
2. Дьяконов К.Н. Ландшафтоведение и вызовы времени / К.Н. Дьяконов, В.В. Сударенков, А.А. Чибилев, К.В. Чистяков // Вопросы географии. – Москва, 2014. – Сб. 138. Горизонты ландшафтоведения. – С. 13–25.
3. Дьяконов К.Н. Некоторые проблемы науки о ландшафте XXI века / К.Н. Дьяконов, В.Г. Линник // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: материалы XII Международной ландшафтной конференции: в 2 т. – Тюмень: 2017. – Т. 1. – С. 19–24.
4. Дьяконов К.Н. Проблемы ландшафтоведения и пути их решения / К.Н. Дьяконов, А.Ю. Ретеюм // Природа и общество: интеграционные процессы: материалы Международной научно-практической конференции. – Симферополь, 2022. – С. 10-13.
5. Колбовский Е.Ю. Ландшафтоведение / Е.Ю. Колбовский. – Москва: Академия, 2008. – 336 с.
6. Нееф Э. Теоретические основы ландшафтоведения / Э. Нееф. – Москва: Прогресс, 1974. – 220 с.
7. Позаченюк Е.А. О современном состоянии теории науки о ландшафте и ее перспективах / Е.А. Позаченюк, В.Г. Линник // Природа и общество: интеграционные процессы: материалы Международной научно-практической конференции. – Симферополь, 2022. – С. 20-24.
8. Ретеюм А.Ю. Земные миры / А.Ю. Ретеюм. – Москва: Мысль, 1988. – 266 с.
9. Ретеюм А.Ю. Десять проблем ландшафтной географии / А.Ю. Ретеюм // Ландшафтная география в XXI веке: материалы Международной научной конференции «Третьи ландшафтно-экологические чтения, посвященные 100-летию со дня рождения Г.Е. Гришанкова». – Симферополь, 2018. – С. 62-64.
10. Сысуев В.В. Введение в физико-математическую теорию геосистем / В.В. Сысуев. – Москва: ЛЕНАНД/URSS, 2020. – 600 с.
11. Хорошев А. В. Решенные и нерешенные вопросы ландшафтоведения / А.В. Хорошев // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: материалы XII Международной ландшафтной конференции: в 2 т. – Тюмень, 2017. – С. 15-18.
12. Хорошев А.В. Функционально-динамический подход к исследованию ландшафтных границ / А.В. Хорошев // Региональные исследования. – Москва, 2022. – № 3 (77). – С. 60-70.
13. Черкашин А. К. Классификация геосистем: аксиоматический подход / А.К. Черкашин // Известия Иркутского государственного ун-та. Серия Науки о Земле. – 2023. – Т. 43. – С. 102–126.
14. Beven K. 2019 Towards a Methodology for testing models as Hypotheses in the inexact sciences. Proc. R. Soc. A 475:20180862. <http://dx.doi.org/10.1098/rspa.2018.0862>
15. Linnik V.G. Mathematical Modeling: Does Landscape Science Need to Become an Exact Science? // Current Landscape Ecology Reports. 2022. 7:96–103. doi.org/10.1007/s40823-022-00071-w
16. Victorov A.S. Representation of process development laws in morphological pattern laws: approach of the mathematical morphology of landscape. In: Landscape patterns in a range of spatio-temporal scales. Landscape Series. Cham; 2020. pp. 57-75.