



## **Экспериментальные ландшафтно-экологические исследования в Тихоокеанской переходной зоне Азиатской России: предпосылки научного поиска. Часть 1**

Эрланд Георгиевич КОЛОМЫЦ

Самарский исследовательский центр РАН, Институт экологии Волжского бассейна РАН,  
г. Тольятти, Россия, egk2000@mail.ru

**Аннотация.** Стратегической целью предлагаемых исследований является дальнейшая разработка концепции «Тихоокеанский мегаэктон Северной Евразии – эволюционная модель континентальной биосферы» на основе эмпирико-статистического моделирования организации биогеосистем и ландшафтов в островодужном и окраинно-материковом секторах мегаэктона. Изложена программа изучения пространственно-временной организации наземных экотонных гео(эко)-систем в североазиатской части Тихоокеанского подвижного пояса как очага эволюционных географических процессов и явлений на современном этапе развития биосферы. Показана необходимость перехода от достаточно проработанного инвентаризационного этапа ландшафтно-экологических исследований на российском Дальнем Востоке к этапу аналитическому – познанию причинных механизмов природных взаимодействий через построение численных эмпирико-статистических моделей. Рассмотрены идеологические основы ландшафтно-экологических экспериментов и представлены наиболее важные стратегические направления научного поиска, предметом которых должны стать биогеоэкологические и ландшафтообразующие процессы и явления в тектонически и климатически активной зоне контакта материка и океана. Изложены некоторые методологические аспекты разномасштабных базовых и прогнозных ландшафтно-экологических работ, с использованием аналитических и картографических методов многомерного моно- и полисистемного моделирования. Рассмотрены основные «пусковые» механизмы формирования зональных (гидротермических) границ при взаимодействии фоновых климатических сигналов и их преломлении литогенными факторами. Выявленная функциональная система формирования зональных границ может рассматриваться как возможный механизм дифференцированных сдвигов зональных рубежей при ожидаемых глобальных изменениях климата. Результаты намечаемых исследований призваны положить начало созданию теоретических и научно-методических основ эволюционного ландшафтоведения как нового направления комплексной физической географии и геоэкологии.

**Ключевые слова:** Тихоокеанская переходная зона Евразии, экотонные биогеосистемы, островные и окраинно-материковые ландшафты, эволюционное ландшафтоведение, эмпирико-статистическое моделирование.

**Для цитирования:** Коломыц Э.Г. Экспериментальные ландшафтно-экологические исследования в Тихоокеанской переходной зоне Азиатской России: предпосылки научного поиска. Ч. 1. // Тихоокеанская география. 2022. № 1. С. 45–57. [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_9\\_4](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_9_4).

# Experimental landscape-ecological studies in the Pacific transition zone of Asiatic: background of scientific search. Part 1

ERLAND G. KOLOMYTS

Samara research center of Russian Academy of Sciences, Institute of Ecology of the Volga River Basin  
RAS, Togliatty, Russia, egk2000@mail.ru

**Annotation.** The strategic goal of the proposed research is the further development of the concept “Pacific mega-ecotone of Northern Eurasia as an evolutionary model of the continental biosphere” based on empirical-statistical modeling of the organization of biogeosystems and landscapes in the island-arc and marginal-continental sectors of the mega-ecotone. The program for studying the spatio-temporal organization of terrestrial ecotonic geo(eco-)systems in the North Asian part of the Pacific mobile belt as a focus of evolutionary geographical processes and phenomena at the present stage of development of the biosphere is outlined. The need to move from a well-developed inventory stage of landscape-ecological studies in the Russian Far East to the analytical stage – the knowledge of the causal mechanisms of natural interactions through the construction of numerical empirical-statistical models is shown. The ideological foundations of landscape-ecological experiments are considered and the most important strategic directions of scientific research are presented, the subject of which should be biogeocoenological and landscape-forming processes and phenomena in the tectonically and climatically active contact zone of the continent and the ocean. Some methodological aspects of various-scale basic and predictive landscape-ecological works are outlined, using analytical and cartographic methods of multidimensional mono- and polysystemic modeling. The main “triggering” mechanisms of the formation of zonal (hydrothermal) boundaries during the interaction of background climatic signals and their refraction by lithogenic factors are considered. The revealed functional system of formation of zonal boundaries can be considered as a possible mechanism of differentiated shifts of zonal boundaries under the expected global climate changes. The results of the planned studies are intended to initiate the creation of theoretical and scientific-methodological foundations of evolutionary landscape science as a new direction in complex physical geography and geoeology.

**Keywords:** Pacific transition zone of Eurasia, ecotonic biogeosystems, island and marginal-continental landscapes, evolutionary landscape science, empirical-statistical modeling.

**For citation:** Kolomyts E.G. Experimental landscape-ecological studies in the Pacific transition zone of Asiatic: background of scientific search. Part 1. *Pacific Geography*. 2022; (1): 45–57. (In Russ.). [https://doi.org/10.35735/26870509\\_2022\\_9\\_4](https://doi.org/10.35735/26870509_2022_9_4).

## Введение

Распространение антропогенных воздействий в природной среде осуществляется вещественно-энергетическими потоками и может быть зафиксировано в структуре и функционировании тех сопряженных между собой (парагенетических и парадинамиических) природно-территориальных комплексов (ПТК), которые этими потоками образованы. Именно такие потоковые системы, отличающиеся своей векторной латеральной структурой, функциональной целостностью и резко выраженной горизонтальной контрастностью геофизических и геохимических полей, и должны стать первоочередным объектом ландшафтно-экологических исследований.

Речь идет, таким образом, о географических экотонах как зонах повышенного «напряжения» природных взаимодействий [1], в которых латеральные потоки и соответствующие им межкомплексные связи создают пространственную упорядоченность геосистем всех уровней иерархии – от материкового или океанического сектора до ландшафтной фации. Главными объектами геоэкологических исследований становятся разнопорядковые природные границы как переходные (контактные) зоны и как гео(эко-)системы, образованные пространственным и генетическим сопряжением внутризональных единств. Методологическая новизна данного научного поиска состоит в том, что географические экотоны выделяются и изучаются на основе функционального единства слагающих их ПТК, по принципам контрастности и пространственной упорядоченности их состояний, структур и динамических свойств, в отличие от принципов генетической и морфологической однородности, которые свойственны, как известно, традиционным методам физико-географического анализа территорий.

Российский Дальний Восток входит в обширную переходную зону между материком Евразией и Тихим океаном. Эта зона – граница первого порядка в геосфере, представляющая собой субпланетарный континентально-океанический мегаэктон [2, 3]. Он охватывает как окраины самого материка, так и прилегающие к ним акватории окраинных (в том числе шельфовых) морей и островную сушу – вплоть до районов контакта континентальной (или переходной) земной коры с корой океанического типа. В пределах мегаэктона отчетливо выделяются также экотоны более низких таксономических уровней (макро- и мезоэкотоны), которые образованы широтной и долготно-секторной контрастной дифференциацией радиационно-термических и циркуляционных полей в атмосфере, а также субмеридиональной упорядоченностью морфоструктурных поясов (различных по возрасту и современной тектонической активности) и зон экзогенного рельефообразования, с соответствующими парагенезисами почв и растительности.

Проблема территориальной и функциональной организации природной среды в переходной (контактной) зоне вещественно-энергетического взаимодействия Азиатского материка и Тихого океана составляет один из разделов глобальной географической экологии. Сюда необходимо отнести не только изучение современного состояния природно-территориальных структур в их иерархическом соподчинении, но и нахождение естественных и антропогенных траекторий изменения гео(эко-)систем в различных временных интервалах, оценку устойчивости природных комплексов к внешнему воздействию и выявление их экологических резервов с целью оптимизации природной среды при ее целенаправленном преобразовании. Освещение этой сложной многоплановой проблемы должно вестись с ориентацией на создание региональных моделей географического прогнозирования и рационального природопользования на российском Дальнем Востоке в свете перспектив социально-экономического развития региона.

Специфика системы взаимодействия океан–материк для Тихоокеанского кольца, включая и окраину Азиатской России, состоит в том, что здесь мы имеем дело с наиболее активным и контрастным проявлением эндогенных и экзогенных сил в формировании географической оболочки. Процесс взаимодействия и взаимопревращения двух основных типов географической среды – океанического и материкового – здесь чрезвычайно динамичен, поэтому островные, полуостровные и прибрежно-материковые территории суши, а также сопряженные с ними шельфовые акватории представляют по существу природную лабораторию для изучения современного этапа развития континентальной биосферы, поскольку этот этап наиболее ярко выражен именно в Тихоокеанском подвижном поясе [2, 3].

В задачи данной статьи не входят анализ и обобщение имеющегося к настоящему времени обширного аналитического и картографического материала (как отечественного, так и зарубежного) по дальневосточной природной географии. Проведенные здесь далеко не полные оценки результатов геолого-геоморфологических, биогеографических, почвенных и ландшафтных исследований окраинно-материковой и островной суши российско-

го Дальнего Востока [3] приводят к выводу о завершении первого, инвентаризационного этапа физико- и эколого-географических исследований. Очевидна необходимость перехода к аналитическому этапу – к познанию причинных механизмов базовых и прогнозных природных взаимодействий через построение численных моделей. Стратегической целью должно стать развитие теории и методов экспериментальной географической экологии российского Дальнего Востока на основе синтеза географического и экологического подходов и системного анализа, оснащенного эмпирико-статическим моделированием естественной организации и антропогенной динамики природных гео(эко-)систем.

### **Азиатско-Тихоокеанский мегаэктон как объект экспериментального эколого-географического исследования**

Экологический эксперимент включает в себя пять последовательных стадий: гипотезу, планирование, реализацию, статистический анализ и интерпретацию [4]. При этом первостепенное значение имеют планирование эксперимента и особенности его реализации; они в равной степени определяют обоснованность исследования и его итоги. Статистический же анализ должен «... увеличить четкость, выразительность и объективность, с которыми результаты представляются и интерпретируются» [4, с. 12].

В соответствии с основными положениями геотектоники [5] и глобальной климатологии [6] все континентально-океанические экотонны группируются в два типа – атлантический и тихоокеанский. Тихоокеанскому мегаэктону, в отличие от атлантического, свойственны следующие черты.

1. Более выраженное ритмичное гидротермическое взаимодействие материка и океана муссонного типа. При этом резкая сезонная смена субширотной полярности поля взаимодействия суши и моря создает большое разнообразие ландшафтообразующих сред в пределах относительно небольших территорий и частое перекрытие экологических ниш для почвенно-биотических компонентов. Абиотическая среда «предлагает» биоте целый набор возможных состояний, режимов и структур. Отсюда – повышенная конкурентоспособность видов и целых сообществ, смещение флор и фаун, их известное богатство и пространственное разнообразие по своим жизненным формам [7–9 и др.].

2. В условиях преобладающего климатообразующего воздействия континента создаются резко выраженные региональные и локальные контрасты природно-территориальных структур; это создает высокую мозаичность ПТК, частые зональные и высотно-поясные инверсии (пространственное обращение структур) и в конечном итоге – множественность траекторий поведения гео(эко-)систем при одних и тех же фоновых внешних воздействиях. Именно в таких условиях возможно образование новых видов флоры и фауны, новых категорий биотических сообществ [10–12].

3. Приуроченность мегаэктона к деструктивным литосферным границам (областям субдукции в зонах Заварицкого-Бениофа), т.е. к зонам конвергенции восходящего глобального литодинамического потока и сжатия литосферы, обуславливает длительную тектоническую нестабильность этой материковой окраины с интенсивным проявлением древнего и современного вулканизма, высокую геоморфологическую контрастность (парагенез островодужных горных цепей и глубоководных желобов), наконец, отчетливо выраженную меридиональную возрастную секторность суши. Это пояс не только древнего и современного образования земной коры континентального типа, но и самого возрастного наращивания материка – возвратно-поступательного процесса, который продолжается в течение всего фанерозоя [5]. Пространственное многообразие и контрастность ландшафтообразующих условий создаются здесь, таким образом, не только климатом, но и морфотектоникой [13–15].

4. Тихоокеанский экотон Евразии – это глобальный пояс конвергенции вещественно-энергетических потоков на земной поверхности и, следовательно, один из эволюционных

«очагов» формирования континентальной биосферы [2, 3]. Здесь сосредоточены условия для развития очаговых биоценологических процессов и спонтанной гибридизации, для появления в ландшафтных структурах устойчивых новообразований [7, 9, 10]. Изучение современных ландшафтных связей на разновозрастных морфоструктурах и морфоскульптурах – путь к познанию филогенетических закономерностей длительной геологической траектории ландшафтов суши. Эта траектория начинается стадиями островных дуг с преобладающим вулканогенным рельефом, продолжается далее этапами эпигеосинклинальных орогенов, которым свойственны молодые эрозионно-денудационные морфосистемы, и заканчивается стадиями останцово-денудационных «дряхлах» форм рельефа древних платформ и кристаллических щитов. Наряду с этим прослеживаются и обратные процессы ландшафтно-геоморфологической дезинтеграции, выражающиеся в последовательной смене сводовых пластических деформаций разломами и дифференцированными блоковыми движениями, продлением отдельных участков материка и их опусканием под уровень моря с образованием материковых островов регрессивного ряда. Исследования «опорных механизмов» формирования и распада ландшафтных связей на суше должно несомненно способствовать разработке теоретических и методических основ управления природными процессами и целенаправленного преобразования окружающей среды.

5. Поступательный (эволюционный) и регрессивный ландшафтогенез необходимо рассматривать на фоне динамики разнопорядковых окраинно-материковых морфоструктур, поскольку возникновение и развитие природных комплексов суши, с одной стороны, и их деградация и исчезновение, с другой, непосредственно связаны с соответствующими тектоническими поднятиями и опусканиями, а также с развитием вулканических поясов. Эти движения и пояса, в свою очередь, определяются, как показали геоморфологические исследования [13], тектоно-магматической активностью длительно существующих глубинных разломов в земной коре. Такая цепь причинно-следственных связей позволяет представить глубинные геодинамические процессы, происходящие в земной коре, и процессы экзогенного ландшафтогенеза как нечто целое (хотя и весьма неоднородное по возрастным масштабам эндо- и экзогенных процессов), характеризующее современный этап развития географической оболочки.

6. Весьма примечательны основные черты региональной биоклиматической системы бореальной островодужной Неопацифики в условиях вулканического рельефа. Установлено снижение высотных поясов на Южно-Курильских островах по сравнению со Средним Сихотэ-Алинем [15]. Оно обусловлено существенной разницей этих регионов по степени их океаничности–континентальности, что вписывается в общую картину этих изменений для горных стран с различным уровнем атмосферной увлажненности. С увеличением площади островной суши возрастает степень трансформации ею влажных океанических воздушных масс, повышается уровень конденсации влаги, с более высоких отметок начинается высотная биоклиматическая дифференциация ландшафтов [16], наконец, происходит растяжение самих высотных поясов. Аналогичные закономерности выявляются и в более крупном пространственно-временном масштабе – при переходе субэаральных ландшафтов от островодужной (неопацифической) стадии развития к стадии окраинно-материковой (субпацифической). По суммам активных температур и годовому количеству осадков было установлено положение окраинно-материковых, материково-островных и островодужных ландшафтов юга российского Дальнего Востока в гидротермическом поле бореального пояса на Тихоокеанском мегаэктоне [3].

7. Особую новизну представляют полученные результаты численного моделирования воздействий вулканических геотерм на температурный и влажностный режим почв и соответственно на структуру лесных сообществ, их продуктивность и параметры биологического круговорота [3]. В районах действующих вулканов выявлены близко расположенные к дневной поверхности подводящие каналы магматических парогидротерм, которые вызывают аномальное повышение температуры почвы и тем самым оказывают существенное воздействие на структуру и функционирование лесных экосистем. Эмпи-

рически обосновано положение о геотермической энергии пассивно действующих вулканов как факторе ускоренной эволюции островной фитобиоты. Магматические геотермы способствуют трансгрессии в бореальнолесные экорегионы более южных видов и целых сообществ. Сформировались достаточно устойчивые бореально-суббореальные лесные экосистемы с субтропическими реликтами, а также зачатки буферных лесных сообществ. Под воздействием геотерм произошла перестройка лесного покрова в направлении роста его флоро- и фитоценотического разнообразия. По-видимому, благодаря именно пассивной вулканической энергии в островодужных ландшафтах зарождаются максимально возможные при данных климатических условиях спектры флористических и фитоценологических структур, свойственные зоне перехода от континента к океану.

### **К созданию теории эволюционного ландшафтоведения**

Необходимость четкого разграничения между собой естественных и антропогенных направленных структурно-функциональных изменений в природных экосистемах выдвигает на первый план программы «геоэкотон» вопросы развития и деградации ландшафтов, движущих сил и темпов эволюционного процесса, таксономических и возрастных соотношений структуры и функционирования природных комплексов, их онтогении и филогенетических смен, наконец, закономерностей становления, развития и распада вертикальных и горизонтальных ландшафтных связей на суше. По существу должны рассматриваться те научно-методологические проблемы, которые касаются самих истоков природно-территориальной организации континентальной части географической оболочки Земли. Следовательно, комплексные исследования на географических экотонах Тихоокеанского кольца по своей фундаментальной идеологии должны быть направлены на создание будущей теории эволюционного ландшафтоведения, одной из стратегических задач которого станет разработка научно-методических основ управления природными процессами и создания новых экологических равновесий в природе на грядущем этапе перехода биосферы в ноосферу.

При сравнительном анализе современных ландшафтов Дальнего Востока – островодужных вулканических, окраинно-материковых и материково-островных – можно будет выявить закономерности становления и развития ландшафтных связей на суше, а также их деградации и исчезновения. Несомненно, эволюционную направленность субширотного изменения ландшафтных связей на Азиатско-Тихоокеанском геоэкотоне имел в виду В.Б. Сочава [17], выделяя три секториальных геопространства: Неопацифику, Субпацифику и Палеопацифику.

Выдвигаемые исходные рабочие положения будущей концепции эволюционного ландшафтоведения [3] предусматривают изучение структуры и функционирования островных геосистем в их пространственно-генетическом разнообразии и как составляющих звеньев переходной зоны от материка к океану. При этом исследование пространственно-временной организации островных ландшафтов (как эволюционного развития, так и регрессивного ряда), наряду с оценкой природно-ресурсного потенциала островов и рекомендациями по сохранению их экологического равновесия, должно быть направлено на создание в конечном итоге комплексных и отраслевых физико-географических моделей, имитирующих структурно-функциональные закономерности континентальных ландшафтов. В частности, прибрежно-материковые острова регрессивного ряда (например, острова залива Петра Великого) с их общей тенденцией нисходящих изменений системы ландшафтных связей могут служить натурной моделью того, что ожидает многие внутриконтинентальные районы российского Дальнего Востока в обозримом будущем при планируемой интенсификации освоения их естественных ресурсов и расширении зон техногенеза. Эти острова, находясь на различной стадии антропогенной трансформации и обладая при этом территориальной замкнутостью, представляют собой весьма благоприятный объ-

ект для ускоренной разработки научно-методических вопросов устойчивости природных ландшафтов к внешнему воздействию. Проблема устойчивости геосистем выходит в ранг первоочередных проблем экологии и комплексной физической географии.

Изучение же островной суши с поступательным (эволюционным) развитием ландшафтных связей, т.е. геосинклинальных островов и полуостровов (Курил, Камчатки и Сахалина), будет направлено на познание закономерностей становления и развития ландшафтных связей на суше в процессе ее последовательного перехода от островного режима к материковому. Здесь природа может демонстрировать человеку пути и этапы формирования наиболее устойчивых ландшафтных систем различного уровня развития [18, 19], что будет иметь прямое отношение к проблеме искусственного создания новых экологических равновесий.

### **Стратегия комплексных экспериментальных ландшафтно-экологических исследований**

Конечной целью такой стратегии является дальнейшая разработка концепции «Тихоокеанский мегаэкотон Северной Евразии – эволюционная модель континентальной биосферы» [2, 3] на основе эмпирико-статистического моделирования и прогнозирования структурно-функциональной организации биогеосистем и ландшафтов в островодужном и окраинно-материковом секторах мегаэкотона. Изложим стратегию ландшафтно-экологических экспериментов, направленных на создание научно-методических основ комплексных ландшафтно-экологических исследований на Тихоокеанском мегаэктоне Азиатской России. Эти исследования предлагается вести по следующим направлениям.

**I.** Разработка основных теоретических и методических положений системного подхода к изучению различных природных компонентов как ландшафтообразующих факторов в целях всестороннего анализа ландшафтных структур на разнорядковых геоэкотонах и соответствующей диагностики полей вещественно-энергетического переноса. Ландшафтная индикация таких геополей важна для прогнозирования разнообразных последствий территориального распространения нарушений экологического равновесия в окружающей среде под действием сверхдопустимых антропогенных нагрузок, в том числе и для оценки возможной миграции различных загрязнителей природных сред. Одним из разделов данного направления является типизация территорий Азиатско-Тихоокеанского мегаэкотона и районирование их по признакам океаничности и континентальности на основе многомерного сравнительного анализа климатических данных.

В качестве основы системного подхода к изучению структуры и динамики геоэкотонных можно предложить выдвинутую нами концепцию структурных уровней гео(эко-)систем, опирающуюся на кибернетическую модель природного комплекса как иерархической системы управления [3, 20]. Концепция исходит из положений о единстве и иерархической подчиненности трех начал природно-территориальной организации: 1) физико-географического фона (общего вещественно-энергетического уровня или таксономической «нормы» геосистемы); 2) ландшафтного каркаса – ее изопотенциальной или инвариантной [21] структуры, определяющей набор и сферу действия геопотоков; и 3) ландшафтного узора – эпигенетической структуры как индикатора интенсивности и взаимодействия потоков на изучаемой территории. Онтологическая триада «фон–каркас–узор» созвучна неодокучаевской парадигме в почвоведении – «условия–процесс–структура» [22]. Она рассматривается как некоторая скользящая система, отображающая соподчиненно-вложенный характер природно-территориальной организации.

Для реализации системного подхода необходимо:

а) разработать научно-методические принципы выделения и картографирования компонентных (геолого-геоморфологических, почвенно-геохимических, биоценотических), а также комплексных (ландшафтных) изопотенциальных и эпигенетических структур ос-

новных региональных и локальных уровней; провести классификацию и ранжирование этих геосистемных структур на основе математического анализа геокомпонентной территориальной сопряженности и многомерных отношений типов местоположений разного уровня гомогенитета;

б) для разноуровневых ландшафтных систем и их отдельных компонентов (геоморфологических, почвенных, биоценологических) построить скалярные и векторные поля географических экотонов соответствующих таксономических рангов (от простого урочища до фрагмента материкового сектора); провести типологию и многомерный анализ структуры этих полей с помощью математико-картографических методов анализа.

В процессе системного анализа прежде всего необходимо разработать картографические и математические модели пространственной структуры Тихоокеанского геоэкотона Евразии, обратив особое внимание на сочетания ПТК двух вариантов: векторного, порождающего парадинамические ряды ПТК, и изоморфного, благодаря которому возникает сетепобразующая мозаика геосистем.

**II. Разработка моделей** (информационно-статистических, теоретико-множественных, кластерных и др.) отображающих особенности функционирования сопряженных гео(эко-) систем разного иерархического уровня: моделей потоков вещества и энергии разного ранга, порождающих векторные связи; моделей массо-энергообмена между соседними ПТК, лежащего в основе изоморфных структур, как локальных, так и региональных. Благодаря особенностям пространственно-временной организации ландшафтов-экотонов последние служат весьма подходящим объектом исследований на пути более глубокого освещения узловой методической проблемы комплексной физической географии – познания механизмов межкомплексных связей и отношений через призму межкомпонентных взаимодействий. В стратегическом плане поставленная задача непосредственно связана с проблемами географического прогноза разноуровневых ландшафтных систем, их экологического нормирования и управления природными процессами.

Парагенетический (он же каскадный, коннекционный и т.п.) принцип выделения и систематизации природных комплексов [23, 24 и др.], как никакой другой методический подход, основан на сопряженном анализе геокомпонентных и геосистемных взаимодействий с учетом их неразрывной взаимосвязи, что должно найти свое выражение в трехмерных моделях векторных природно-территориальных структур. Концептуальная модель ландшафта может быть использована как исходная рабочая топохорическая модель, отображающая одновременно вертикальные и горизонтальные ландшафтные связи.

**III. Раскрытие локальных и региональных закономерностей** тональности разноранговых ландшафтных переходов, выявление их генетических, функционально-динамических и эволюционных механизмов в основных морфотектонических и макроклиматических секторах мегаэкотона «континент–океан». Стохастичность ландшафтных связей, метакхронность циклических и однонаправленных изменений различных природных компонентов и «нуклеарные» (дальнедействующие) свойства последних – три основные формы причинности, ответственные за «расползание», дифференциацию и слияние частных и комплексных физико-географических границ. Исследования в этом направлении должны предусматривать: а) определение устойчивости отдельных геокомпонентов и пространственных связей между ними; б) выявление нарастающих по гидротермическому тренду динамических тенденций в ландшафте и в) оценку способности природных комплексов к саморегуляции, т.е. гомеостазу, при отрицательных внешних воздействиях.

Региональные закономерности экотонизации ландшафтов восточной Российской окраины Евразийского континента исследуются по двум магистральным профилям: 1) по субширотному профилю Неопацифика–Субпацифика–Палеопацифика [17], который должен начинаться с южных островов Курильской гряды, пересекать южную половину о. Сахалин, проходить далее через хребты и долины Среднего Сихотэ-Алиня и заканчиваться в районах Среднего или Верхнего Приамурья; 2) по субмеридиональному профилю, пересекающему сложную систему хребтов, межгорных впадин и равнин Северо-Востока России



от Охотского моря (района г. Магадан) до побережья Восточно-Сибирского моря (низовьев р. Колыма).

Оба профиля должны включать в себя серию ключевых крупномасштабных участков (ландшафтно-экологических полигонов), по каждому из которых в течение ряда лет проводится однократная съемка не менее чем на 40–50 пробных площадях [20], с получением до 60–70 параметров состояния ландшафтных фаций (биогеоценозов) по системе локальных ландшафтных сопряжений – катен. Этот материал должен быть пригоден для построения топологических эмпирико-статистических моделей вертикальных и горизонтальных ландшафтных связей. В пределах каждого из таких полигонов одновременно выявляются особенности локальных географических экотонов, что позволит в дальнейшем выйти на классификацию, типологию и картографирование векторных природно-территориальных структур регионального масштаба.

В отличие от постулатов островного ландшафтоведения [15, 16 и др.], биогеосистемы вулканических островов следует рассматривать не в контрасте с аналогичными образованиями на материках, а в их динамическом единстве – как определенные звенья единого эволюционного физико-географического процесса, формирующего новые территории континентальной биосферы в подвижном поясе планеты. Основной спектр высотной поясности зарождается на достаточно ранней стадии развития субэаральных ландшафтов, когда поднимающиеся из океанской пучины тектоновулканические массивы еще не выходят за пределы низкогогорного рельефа.

Переход с локального уровня на региональный предлагается провести на основе уже разработанного и апробированного метода индукционно-иерархической экстраполяции, основанного на эмпирически установленном явлении полизональности локальных гео(эко-)систем как формы их реакции на фоновые внешние возмущения [20].

**IV.** Анализ межкомпонентных ландшафтных связей во времени, в различных широтно-зональных и долготно-секторных условиях российского Дальнего Востока на основе многолетних режимных наблюдений за основными составляющими балансов тепла и влаги в системе «почво-грунты – растительный покров – приземная атмосфера». Хроноорганизация природных комплексов, т.е. система ландшафтных связей во времени, имеет не менее важное значение в познании механизмов их устойчивости и изменчивости, нежели хронологическая (пространственная) организация. Обмен веществом и энергией между различными природными компонентами, выраженный определенными соотношениями их балансов в каждом звене цепи межкомпонентных связей, составляет существо известной концепции А.А. Григорьева о физико-географическом процессе. К настоящему времени эта концепция развита достаточно полно на глобальном уровне организации географической оболочки [25] и реализована на примере отдельных территорий преимущественно локальной размерности. Однако закономерности пространственных изменений хронологических ландшафтных связей выявлены еще крайне недостаточно. Тем не менее известные к настоящему времени положения геофизики ландшафта должны служить научно-методической базой для дальнейшего поиска закономерностей ландшафтно-геофизических взаимодействий на региональном и локальном уровнях геоэкотонов в системе «континент–океан». Основной методический принцип этих исследований должен состоять в проведении синхронных наблюдений за основными гидрометеорологическими характеристиками и за составляющими радиационного и теплового балансов в целях выявления локального и регионального «отклика» в системе ландшафтных связей на фоновые колебания атмосферных процессов в течение отдельных сезонов года, годовых циклов и многолетних квазициклических периодов. Число «режимных» полигонов и набор площадок наблюдений на них определяются не только общими задачами программы, но и людскими ресурсами, а также наличием необходимых приборов.

Предварительно можно наметить три таких стационарных полигона: 1) побережье Японского моря в лугово-лесных низкогорьях южной части Среднего Сихотэ-Алиня; 2) смешанно- и хвойно-лесные вулканогенные ландшафты острова Кунашир – в южной

части Большой Курильской гряды; 3) участок лесотундровой аллювиально-озерной Яно-Колымской равнины в низовьях р. Колыма.

В своей совокупности указанные полигоны должны охватить достаточно широкий спектр ландшафтно-геофизических режимов по градиентам океаничности–континентальности и самого энергетического уровня ландшафтообразующих процессов (от Субарктики до южной окраины Суббореального пояса). Микроклиматические наблюдения должны вестись круглогодично (на каждом полигоне не менее чем на 8–12 площадках), а актинометрические и теплобалансовые исследования (на двух-четырёх площадках) – синхронно в 10–15-дневные «срезы» времени в среднем через каждые 2–2,5 месяца. В эти же синхронные периоды на площадках снимаются среднечастотные режимные характеристики почво-грунтов и растительности: параметры горизонтальных и вертикальных смещений почвенно-грунтового субстрата, поверхностного и подземного стока, геохимические характеристики почвы, структуры фитоценозов, живых и мертвых фитомасс, данные по составу и массе почвенных беспозвоночных и др. Выявление закономерностей хроноорганизации ландшафтов осуществляется на основе многомерного анализа больших массивов данных.

**V.** Картографирование и пространственный анализ первичной биологической продуктивности коренных и производных ландшафтов на основе расчетов метеоэнергетических параметров и формализованной оценки качества почвенно-климатических компонентов окружающей среды.

Первичная биопродуктивность ландшафтов – один из главных их функциональных параметров, вскрывающий глубинные механизмы ландшафтных связей и позволяющий оценивать степень использования каждым природным комплексом вещественно-энергетических ресурсов среды. Она характеризует уровень структурно-динамического качества геосистемы [26]. С биологической продуктивностью тесно связаны свойства устойчивости и изменчивости ландшафтов, их способность к саморегулированию и самовосстановлению при тех или иных внешних возмущениях. В этом смысле биопродуктивность геосистемы рассматривается как одна из ее инвариантных характеристик [21], которая может служить критерием оценки ландшафтной интеграции различных природных компонентов и их системообразующей роли. В то же время, в колебаниях биопродуктивности находят интегральное отображение различного рода внешние воздействия, что имеет важное значение в плане задач экологического нормирования окружающей среды [27].

В плане решения данной задачи необходимо:

1) провести серию расчетов потенциальной (климатически обусловленной) первичной биопродуктивности ландшафтов российского Дальнего Востока на основе материалов многолетних наблюдений сети Росгидромета по известным методикам [20];

2) дать формализованную оценку почвенному и климатическому компонентам природной среды по определенной методике [28], провести мелкомасштабное (на отдельные районы – среднемасштабное) картографирование потенциальной и реальной биопродуктивности лесных ландшафтов российского Дальнего Востока с проверкой расчетных данных фактическими материалами лесостроительства;

3) на основе ординационного анализа автотрофного биогенеза и детритной ветви биологического круговорота выявить региональные и локальные ландшафтно-экологические оптимумы для конкретных территорий, а также факторальные ряды отклонений от этих оптимумов;

4) провести типологию природных комплексов по признакам качества почвенно-климатических условий.

**VI.** Разработка региональных прогнозных сценариев изменений состояний ландшафтных и биогеографических систем в различных зональных и секторных условиях мегаэктона по известным моделям современных глобальных изменений климата на период до конца XXI – середины XXII столетия.

Расчеты климатогенных преобразований гео(эко-)систем основываются на уже разработанной методике численного ландшафтно-экологического прогнозирования [20]. Методика доведена до рецептурного уровня. В ней органично сочетается, с одной стороны, достаточно строгий формализованный подход к решению прогнозных задач, а с другой – доступность для широкого круга исследователей процедуры сбора, обработки и анализа эмпирического материала. В отличие от известных отечественных и зарубежных подходов к географическому прогнозированию в данной методике предусмотрен множественный характер трансформации природных комплексов при фиксированном значении климатического тренда. Впервые удалось рассчитать не только вероятности, но и скорости функциональных преобразований ландшафтов и биогеоценозов, что позволило выйти на прогнозные оценки с заданной заблаговременностью. Разработаны два типа прогнозных моделей: хорометрический и хронометрический, по которым представлены региональные и локальные сценарии климатогенных изменений природных комплексов Русской равнины и Большого Кавказа, в том числе его высокогорий. Первый опыт ландшафтно-экологического прогнозирования проведен также для лесных экосистем района вулкана Менделеева (о. Кунашир, Южно-Курильская гряда) и Комсомольского биосферного заповедника в Нижнем Приамурье [3]. Перечисленные научно-методические достижения до сих пор не имеют подобных аналогов ни в нашей стране, ни за рубежом.

Подчеркнем экспериментальный характер данной методики эколого-географического прогнозирования. Сам прогноз является по существу управляемым экспериментом [29]. В расчетных моделях ход прогнозируемых процессов воспроизводится с помощью их эмпирической имитации пространственно-распределенными параметрами базовых экологических ниш изучаемых объектов. Исследователь задает входные параметры в данную операционную систему и получает на выходе картину прогнозируемых структурных и функциональных состояний изучаемых объектов в данной статистической выборке, с выявлением новых вневыборочных объектов. Операционная система включает: 1) локальную эмпирическую имитацию регионального биоклиматического тренда по моделям бинарной гидро- и термоздафической ординации гео(эко-)систем; 2) использование свойства полизоности локальных систем как способа их реакции на глобальные изменения климата; 3) эмпирическую имитацию климатогенных изменений биологического круговорота на основе гидротермического ординационного анализа его параметров

В рамках указанного прогнозного интервала ощутимые территориальные сдвиги природных границ следует ожидать, по-видимому, лишь в масштабе локальных природных комплексов, и главным образом в их почвенно-биотических компонентах. Однако функциональные изменения вертикальных (моносистемных) ландшафтных связей способны проявиться на гораздо более обширных площадях.

Прогнозные разработки реализуются исходя из принципа актуализма на основе уже частично установленных пространственных сопряжений структурных и функциональных характеристик региональных и локальных биогеосистем с климатическими показателями. Для почвенного покрова и ландшафтных комплексов в целом эти работы могут быть начаты лишь при наличии почвенных и ландшафтных карт регионов в необходимых масштабах. Исследования по прогнозной тематике целесообразно проводить прежде всего для материковых и островных регионов юга российского Дальнего Востока – наиболее важных в сельскохозяйственном и лесопромышленном отношениях и наиболее полно обеспеченных информацией по климату, растительности и ландшафтам.

Программа прогнозных исследований предусматривает: а) на основе моделей количественного отображения параметров среды в биогеографических, почвенных и комплексных (ландшафтных) признаках дать прогноз эквифинальных состояний указанных природных систем с построением на отдельные территории эколого-фитоценологических, почвенно- и ландшафтно-экологических карт в региональных и локальных масштабах; б) аналогичным методом дать прогнозную оценку возможных изменений первичной биопродуктивности лесных и луговых ландшафтов юга российского Дальнего Востока, полу-

чив при этом количественные и картографические данные по изменению средних годовых приростов древесины.

**VII.** Количественная оценка устойчивости лесных биогеосистем на основе их функциональных параметров; анализ связей параметров устойчивости с ведущими региональными и локальными экологическими факторами; установление закономерностей распределения значений устойчивости по разноуровневой системе ландшафтных сопряжений в различных зонально-секторных условиях мегаэкотона.

Впервые в отечественной и мировой геоэкологии разработаны методы расчета и картографирования функциональной устойчивости лесных экосистем как целостных элементарных биохорологических единиц [20], т.е. в духе учения В.Н. Сукачева [30] о биогеоценозах, а не по отдельным их структурным или функциональным характеристикам, что практиковалось ранее. Такой подход является в полном смысле ландшафтно-экологическим. Его эффективность состоит в том, что он опирается на дискретные параметры биологического круговорота. С помощью метрики евклидова расстояния проводится процедура расчетов мобильной (фитоценотической) и инерционной (почвенно-биотической) устойчивости лесных биогеоценозов двух типов: резистентной и упругопластичной. Это позволяет выявить метаболическое разнообразие указанных типов устойчивости в соответствующих индексах. Такие индексы служат комплексными параметрами функционального состояния биогеоценозов. По ним удастся количественно оценить относительный вклад каждого метаболического фактора в тот или иной тип устойчивости и провести верификацию расчетных моделей.

Анализ региональных соотношений упругопластичной устойчивости лесных биогеоценозов и их углеродного баланса по тому или иному сценарию глобальных изменений климата, с оценкой вклада в этот баланс различных углеродных пулов, позволяет оценить механизмы функционирования экосистем при прогнозируемом климатическом тренде и тем самым выявить основные движущие силы положительной или отрицательной регуляции углеродного цикла со стороны изучаемого лесного покрова. Как показали наши исследования [20], в пределах одного и того же экорегиона на локальном уровне складывается целый спектр взаимоотношений устойчивости лесных биогеоценозов с их углеродным балансом. По этим связям выделяются типы функциональных состояний лесных биогеоценозов, каждому из которых отвечают определенное сочетание экстремумов их упругопластичной устойчивости (сукцессионно-восстановительного потенциала) и прогнозируемого углеродного баланса.

## Литература

1. Залетаев А.С. Актуальные проблемы изучения экотон // Экотоны в биосфере. М.: Ин-т водных проблем РАН, 1997. С. 5–9.
2. Коломыц Э.Г. Ландшафтные исследования в переходных зонах. М.: Наука, 1987. 117 с.
3. Коломыц Э.Г. Тихоокеанский мегаэкотон Северной Евразии. Эволюционная модель континентальной биосферы. М.: ГЕОС, 2017. 495 с.
4. Хелберт С.Х. Мнимые повторности и планирование экологических полевых экспериментов // Проблемы экологического эксперимента (планирование и анализ наблюдений) / ред. Г.С. Розенберг, Д.Б. Гелашвили. Тольятти: Ин-т экологии Волжского бассейна РАН, 2008. С. 9–45.
5. Герасимов И.П. Проблемы глобальной геоморфологии. Современная геоморфология и теория мобилизма в геологической истории Земли. М.: Наука, 1986. 207 с.
6. Блютген И. География климатов. Т. 2. М.: Прогресс, 1973. 402 с.
7. Юрцев Б.А. Проблемы ботанической географии Северо-Восточной Азии. Л.: Наука, 1974. 159 с.
8. Brigham-Grette J. New perspectives on Beringian Quaternary paleogeography, stratigraphy, and glacial history // Quaternary Sci. Rev. 2000. Vol. 20. P. 15–24.
9. Панфилов В.Д. Центры эволюции и исторические миграции биоты земного шара. Научный дневник. М.: Ин-т географии РАН, 2005. 448 с.
10. Криштофович А.Н. Эволюция растительного покрова в геологическом прошлом и ее основные факторы // Материалы по истории флоры и растительности СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1946. Вып. 2. С. 21–87.

11. Сочава В.Б. Вопросы флорогенеза и фитоценологии маньчжурского смешанного леса // Материалы по истории флоры и растительности СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1946. Вып. 2. С. 283–302.
12. Колесников Б.П. Кедровые леса Дальнего Востока. Труды Дальневост. фил. АН СССР. Т. 2 (4). М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. 263 с.
13. Худяков Г.И. Геоморфотектоника Юга Дальнего Востока. М.: Наука, 1977. 256 с.
14. Урусов В.М. Генезис растительности и рациональное природопользование на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИГ ДВО АН СССР, 1988. 356 с.
15. Ганзей К.С. Ландшафтообразующие факторы и их роль в пространственной дифференциации ландшафтов Курильских островов // Географические и геоэкологические исследования на Дальнем Востоке. Вып. 6. Владивосток: Дальнаука, 2010. С. 22–32.
16. Дьяконов К.Н., Пузаченко Ю.Г. Теоретические вопросы островного ландшафтоведения // Горизонты географии. К 100-летию К.К. Маркова. М.: Геогр. ф-т МГУ, 2005. С. 14–17.
17. Сочава В.Б. Географические аспекты сибирской тайги. Новосибирск: Наука, 1980. 256 с.
18. Жучкова В.К., Зонов Ю.Б., Горяченков В.А. Методические приемы ландшафтных исследований вулканических районов Камчатки // Ландшафтный сборник. М.: Изд-во МГУ, 1973. С. 117–137.
19. Ганзей К.С. Развитие островных геосистем под действием вулканизма (на примере островов-вулканов Курильской дуги) // Вопросы географии. Сб. 138. Горизонты ландшафтоведения. М.: Кодекс, 2014. С. 295–309.
20. Коломыц Э.Г. Экспериментальная географическая экология. Записки географа-натуралиста. М.: КМК, 2018. 716 с.
21. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 319 с.
22. Герасимов И.П. Учение В.В. Докучаева и современность. М.: Мысль, 1986. 124 с.
23. Chorley B.J., Kennedy B.A. Ghysical geography. A system approach. London: Prentice-Hall, 1971. 370 p.
24. Мильков Ф.Н. Физическая география: современное состояние, закономерности, проблемы. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1981. 398 с.
25. Будыко М.И. Глобальная экология. М.: Мысль, 1977. 327 с.
26. Герасимов И.П. Экологические проблемы в прошлой, настоящей и будущей географии Мира. М.: Наука, 1985. 247 с.
27. Шварц С.С. Экологические основы охраны биосферы // Методологические аспекты исследования биосферы. М.: Наука, 1975. С. 100–112.
28. Крутько В.Н., Петов С.А., Хомяков Д.М., Хомяков П.М. Формализация оценки качества компонентов окружающей среды. М.: ВНИИ системных исследований, 1982. Препр. 36 с.
29. Хелберт С.Х. Неверное истолкование мнимых повторностей и сопутствующие проблемы: ответ Л. Оксанену // Проблемы экологического эксперимента (планирование и анализ наблюдений) / ред. Г.С. Розенберг, Д.Б. Гелашвили. Тольятти: Ин-т экологии Волжского бассейна РАН: Нижегород. гос. ун-т им. Н.И. Лобачевского, 2008. С. 61–65.
30. Сукачев В.Н. Избранные труды. Т. 1. Основы лесной типологии и биогеоценологии. Л.: Наука, 1972. 418 с.

## References

1. Zaletaev, A.S. Actual problems of studying ecotones. In *Ecotones in the biosphere*. Edited by A.S. Zaletaev. Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences: Moscow, Russia, 1997, 5–9 (In Russian).
2. Kolomyts, E.G. Landscape research in transition zones. Nauka: Moscow, Russia, 1987. 117 p. (In Russian).
3. Kolomyts, E.G. Pacific Ocean Mega Ecotone of Northern Eurasia. An Evolutionary Model of a Continental Biosphere. New York: Nova Science Publishers, USA, 2020. 428 p.
4. Helbert, S.H. Imaginary replicates and planning of ecological field experiments. In *Problems of an ecological experiment (planning and analysis of observations)*. Edited by G.S. Rosenberg and D.B. Gelashvili. Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS: Togliatti. Russia, 2008, 9–45. (In Russian).
5. Gerasimov, I.P. Problems of global geomorphology. Nauka: Moscow, Russia, 1986. 207 p. (In Russian).
6. Blüthgen, I. Geography of climates. Vol. 2. Progress: Moscow, Russia, 1973, 402 p. (In Russian).
7. Yurtsev, B.A. Problems of Botanical Geography of Northeast Asia. Nauka: Leningrad, Russia, 1974, 159 p. (In Russian).
8. Brigham-Grette, J. New perspectives on Beringian Quaternary paleogeography, stratigraphy, and glacial history. *Quaternary Sci. Rev.* 2000, 20, 15–24.
9. Panfilov, V.D. Evolutionary centers and history migrations of biota of Earth. Inst. of Geography RAS: Moscow, Russia, 2005, 448 p. (In Russian).
10. Krištofovič, A.N. Evolution of plant cover in the geological past and its main Factors. In *Materials on history of flora and vegetation of USSR*. Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR: Moscow-Leningrad, Russia, 1946, 2, 21–87. (In Russian).
11. Sochava, V.B. Questions of florogenesis and phytocenology of the Manchurian mixed Forest. In *Materialy on the history of flora and vegetation of the USSR*, edited by V. L. Komarov. Publishing house of the Academy of Sciences

of the USSR: Moscow–Leningrad, Russia, 1946, 283–302. (In Russian).

12. Kolesnikov, B.P. Cedar forests of the Far East. In *Proceedings of the Far Eastern Branch of the Academy of Sciences of the USSR*. Publishing house of the Academy of Sciences of the USSR: Moscow–Leningrad, Russia, 1956, 2(4), 263 p. (In Russian).

13. Khudyakov, G.I. Geomorpho-tectonics of South of Far East. Nauka: Moscow, Russia, 1977, 256 p. (In Russian).

14. Urusov, V.M. Vegetation genesis and rational nature management in the Far East. Pacific Institute of Geography the FEB of the Academy of Sciences: Vladivostok, Russia, 1988, 356 p. (In Russian).

15. Ganzei, K.S. Landscape-forming factors and their role in the spatial differentiation of landscapes of the Kuril Islands. In *Geographic. and geocological. research in the Far East. Issue 6*. Dalnauka: Vladivostok, Russia, 2010, 22–32 (In Russian).

16. Dyakonov, K.N.; Puzachenko, Yu.G. Theoretical issues of the island landscape science. In *Horizons of geography. To the 100th anniversary of K.K. Markov*. Geographical faculty of MSU: Moscow, Russia, 2005, 14–17. (In Russian).

17. Sochava, V.B. Geographic aspects of the Siberian taiga. Nauka: Novosibirsk, Russia, 1980, 256 p. (In Russian).

18. Zhuchkova, V.K.; Zonov, Yu.B.; Goryachenkov, V.A. Methodological techniques for landscape studies of volcanic regions of Kamchatka. In *Landshaftnyy sbornik*. Edited by N.A. Solntsev. Publishing House MSU: Moscow, Russia, 1973, 117–137. (In Russian).

19. Ganzei, K.S. The development of island geosystems under the influence of volcanism (on the example of islands-volcanoes of the Kuril arc). *Problems of Geography. V. 138. Horizons of landscape studies*. «Codex»: Moscow, Russia, 2014, 295–309 (In Russian).

20. Kolomyts, E.G. Experimental geographic ecology. The records of geographer-naturalist. KMK Publishing House: Moscow, Russia, 2018, 716 p. (In Russian).

21. Sochava, V.B. Introduction into the theory of geosystems. Nauka: Novosibirsk, Russia, 1978, 319 p. (In Russian).

22. Gerasimov, I.P. The teachings of V.V. Dokuchaev and modernity. Mysl': Moscow, Russia, 1986, 124 p. (In Russian).

23. Chorley, B.J.; Kennedy, B.A. Physical Geography. A System Approach. Prentice-Hall: London, 1971, 370 p.

24. Mil'kov, F.N. Physical geography: current state, patterns, problems. Publishing House of Voronezh State University: Voronezh, Russia, 1981, 398 p. (In Russian).

25. Budyko, M.I. Global ecology. Mysl': Moscow, Russia, 1977, 327 p. (In Russian).

26. Gerasimov, I.P. Environmental problems in the past, present and future geography of the World. Nauka: Moscow, Russia, 1985, 247 p. (In Russian).

27. Shwartz, S.S. Ecological foundations for the protection of the biosphere. In *Methodological foundations of the study of the biosphere*. Nauka: Moscow, Russia, 1975, 100–112. (In Russian).

28. Krut'ko, V.N.; Pegov, S.A.; Khomyakov, D.M.; Khomyakov, P.M. Formalization of the assessment of the quality of environmental components. Research Institute of System Research: Moscow, Russia, 1982, 36 p. (In Russian).

29. Helbert, S.H. An incredible interpretation of imaginary repetitions and related problems. Answer to L. Oksanen." In *Problems of an ecological experiment (planning and analysis of observations)*. Edited by G.S. Rosenberg and D.B. Gelashvili. Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS: Togliatti. Russia, 2008, 61–65. (In Russian).

30. Sukachev, V.N. Selected Works. Vol. 1. Basics of forest typology and biogeocoenology. Nauka: Leningrad, Russia, 1972, 418 p. (In Russian).

Статья поступила в редакцию 18.11.2021; одобрена после рецензирования 01.02.2022; принята к публикации 04.02.2022.

The article was submitted 18.11.2021; approved after reviewing 01.02.2022; accepted for publication 04.02.2022.