

СТАТЬИ

УДК 911.5/.9

DOI 10.17513/use.38244

К ВОПРОСУ О ПРОЦЕССАХ САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ СТРУКТУРЫ ЛАНДШАФТНЫХ КОМПЛЕКСОВ, НАХОДЯЩИХСЯ НА СТАДИИ ПОСТАНТРОПОГЕННОГО РАЗВИТИЯ

Алексеев И.А.

*Государственная корпорация по космической деятельности «Роскосмос», Циолковский,
e-mail: igoralex20071@mail.ru*

Аннотация. Цель работы состоит в рассмотрении теоретических и практических аспектов автовосстановления структуры антропогенно нарушенных лесных ландшафтных комплексов на примере российской части территории северо-восточной окраины Евразии. Под процессами автовосстановления антропогенно нарушенной структуры ландшафтных комплексов понимаются процессы «самосборки» элементов и компонентов системы ландшафта, развивающиеся до начала формирования полноценных компонентов, обеспечивающих развитие переменных состояний серийных фаций, и, соответственно, до развития и проявления процессов и результатов сукцессии в ландшафтно-биоценотической структуре комплекса. На основе применения комплексных физико-географических методов в ходе полевых многолетних стационарных, полустационарных и маршрутных исследований природных, природно-антропогенных и антропогенных ландшафтов Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации с применением материалов дистанционного зондирования Земли проведен анализ сущности и проявлений процессов постантропогенной динамики состояний лесных ландшафтов и внутриландшафтных комплексов, их компонентов. Дифференцирована и обоснована в динамичной системе «условно стабильное состояние ландшафта – антропогенные воздействия и нарушения структуры ландшафта – восстановление структуры и достижение условного стабильного состояния ландшафта» совокупность процессов постантропогенного автовосстановления структуры ландшафтных комплексов. При этом проведен анализ стадий и фаз процессов структуры ландшафтных комплексов в процессе циклического, диалектически неразрывного воздействия антропогенных и природных (естественных) факторов (процессов). Материалы исследования вносят вклад в решение дискуссионных вопросов антропогенного ландшафтоведения, формируют концептуальные основы для развития проблематики системного анализа процессов автовосстановления антропогенных ландшафтов. Установленные и обоснованные закономерности механизма развития процессов постантропогенного автовосстановления показателей, структуры антропогенно нарушенных ландшафтных комплексов позволяют проводить дальнейшие исследования в сфере оптимизации антропогенных нагрузок на геосистемы Земли, формирования природосохраняющих, оптимальных по допустимости уровней и типов антропогенных трансформаций естественной или восстановленной структуры ландшафтов, позволяющих им эффективно автовосстановиться на постантропогенной стадии.

Ключевые слова: антропогенное ландшафтоведение, северо-восточная окраина Евразии, лесные ландшафты, автовосстановление антропогенно нарушенной структуры ландшафтов

ON THE PROCESSES OF SELF-RESTORATION OF THE STRUCTURE OF LANDSCAPE COMPLEXES AT THE STAGE OF POST-ANTHROPOGENIC DEVELOPMENT

Alekseev I.A.

State corporation for space activities «Roscosmos», Tsiolkovsky, e-mail: igoralex20071@mail.ru

Annotation. The aim of the paper is to consider theoretical and practical aspects of autoremediation of the structure of anthropogenically disturbed forest landscape complexes on the example of the Russian part of the territory of the north-eastern edge of Eurasia. The processes of autoremediation of anthropogenically disturbed structure of landscape complexes are understood as processes of «self-assembly» of elements and components of the landscape system, developing before the formation of full-fledged components that ensure the development of variable states of serial facies and, accordingly, before the development and manifestation of processes and results of succession in the landscape-biocenotic structure of the complex. Based on the application of complex physical and geographical methods in the course of field multi-year stationary, semi-stationary and route studies of natural, natural-anthropogenic and anthropogenic landscapes of Siberia and the Far East of the Russian Federation with the use of Earth remote sensing materials, the essence and manifestations of the processes of post-anthropogenic dynamics of forest landscapes and intralandscape complexes and their components were analysed. A set of processes of post-anthropogenic autorehabilitation of landscape complexes structure in the dynamic system «conditionally stable state of landscape – anthropogenic impacts and disturbances of landscape structure – restoration of structure and achievement of conditionally stable state of landscape» is differentiated and substantiated. The stages and phases of processes of landscape complexes structure in the process of cyclic, dialectically inseparable impact of anthropogenic and natural factors (processes) were analysed. The materials of the study contribute to the solution of controversial issues of anthropogenic landscape science, form the conceptual basis for the development of the problems of system analysis of the processes of autoremediation of anthropogenic landscapes. The established and substantiated regularities of the mechanism of development of processes of post-anthropogenic autoremediation of indicators, structure of anthropogenically disturbed landscape complexes allow us to conduct further research in the field of optimization of anthropogenic loads on geosystems of the Earth, formation of nature-preserving, optimal levels and types of anthropogenic transformations of natural or restored structure of landscapes, allowing them to effectively autoremediate at the post-anthropogenic stage.

Keywords: anthropogenic landscape science, north-eastern edge of Eurasia, forest landscapes, auto-restoration of anthropogenically disturbed landscape structure

Антропогенные ландшафты на «гребне волны» индустриализации множества государств получили практически повсеместное распространение в пределах территорий с достаточно комфортными для человека климатическими условиями, что обусловило интенсивное рассмотрение вопросов антропогенной трансформации природных систем, комплексов, их воздействий на общество, технологии использования и задействования объектов, явлений и процессов окружающей среды для обеспечения различных потребностей общества, аспектов теории и практики рационального природопользования и охраны окружающей среды.

Отдельные прикладные аспекты исследования процессов развития постантропогенных процессов в ландшафтных комплексах с учетом возникающих потребностей в организации систем рационального природопользования на общем фоне деградации ландшафтов рассматривались в рамках теории антропогенного ландшафтоведения [1, 2] при формировании направлений научного поиска. Интересен факт, что, несмотря на невозможность проведения анализа процессов антропогенных факторов трансформации структуры естественных ландшафтов с формированием антропогенных, природно-антропогенных ландшафтов, без проведения анализа диалектически, логически связанных с ними процессов антропогенно обусловленного или естественного постантропогенного восстановления их структуры, отдельное, самостоятельное направление антропогенного ландшафтоведения, предметом изучения которого являлись бы процессы автовосстановления структуры, не сформировалось. При этом получили хорошее развитие и исследование процессов постантропогенного восстановления или компонентов ландшафтов [3-5], или свойств – показателей «качества» ландшафтов [6-8].

Рассмотрение теоретических аспектов постантропогенного автовосстановления ландшафтных комплексов должно основываться на оперировании специальным терминологическим аппаратом. Так, термины «восстановление ландшафта», «восстановление биоценоза» и другие сформулированы в процессе появления и развития ландшафтно-экологических направлений исследований [1] и в процессе роста общественного интереса к проблематике сохранения качества окружающей среды для обеспечения оптимальных и безопасных условий для жизнедеятельности человека

и развития системы рационального природопользования [2].

Целью исследования является изучение закономерностей и региональной специфики процессов автовосстановления структуры антропогенно нарушенных лесных ландшафтных комплексов российской части территории северо-восточной окраины Евразии с формированием научного теоретического, концептуального обоснования объективности и сущности этих процессов.

Материалы и методы исследования

Для достоверного изучения процессов постантропогенного автовосстановления показателей структуры лесных ландшафтных комплексов на основе применения комплексных физико-географических методов в пределах физико-географических районов на территории северо-восточной окраины Евразии на основе принципа равномерного распределения в пределах основных типов и видов лесных равнинных и горных ландшафтов были дифференцированы и изучены более 450 ключевых стационарных участков, в пределах которых были дифференцированы более 500 видов ландшафтов и 10000 контуров элементарных ландшафтов [9, с. 40–159]. В качестве основы для упорядоченного выявления сущности процессов автовосстановления комплексов для природных, природно-антропогенных и антропогенных ландшафтов территории осуществлены дифференциация и генетическая классификация, физико-географическое и ландшафтное районирование территории исследования.

Результаты исследования и их обсуждение

Проведенное обобщение материалов исследования позволило выявить отличие процессов «восстановления» показателей, состава и структуры природных компонентов, внутриландшафтных комплексов, ландшафтов от процессов их «автовосстановления». Процессы «восстановления» подразумевают всю совокупность процессов под прямым и косвенным воздействием антропогенных факторов, естественных и антропогенных процессов воссоздания свойств и показателей, утраченных или видоизмененных, преобразованных различными факторами и воздействиями, в том числе и антропогенными, природных компонентов, внутриландшафтных комплексов и ландшафтов. Под процессами же «автовосстановления» ландшафтных комплексов

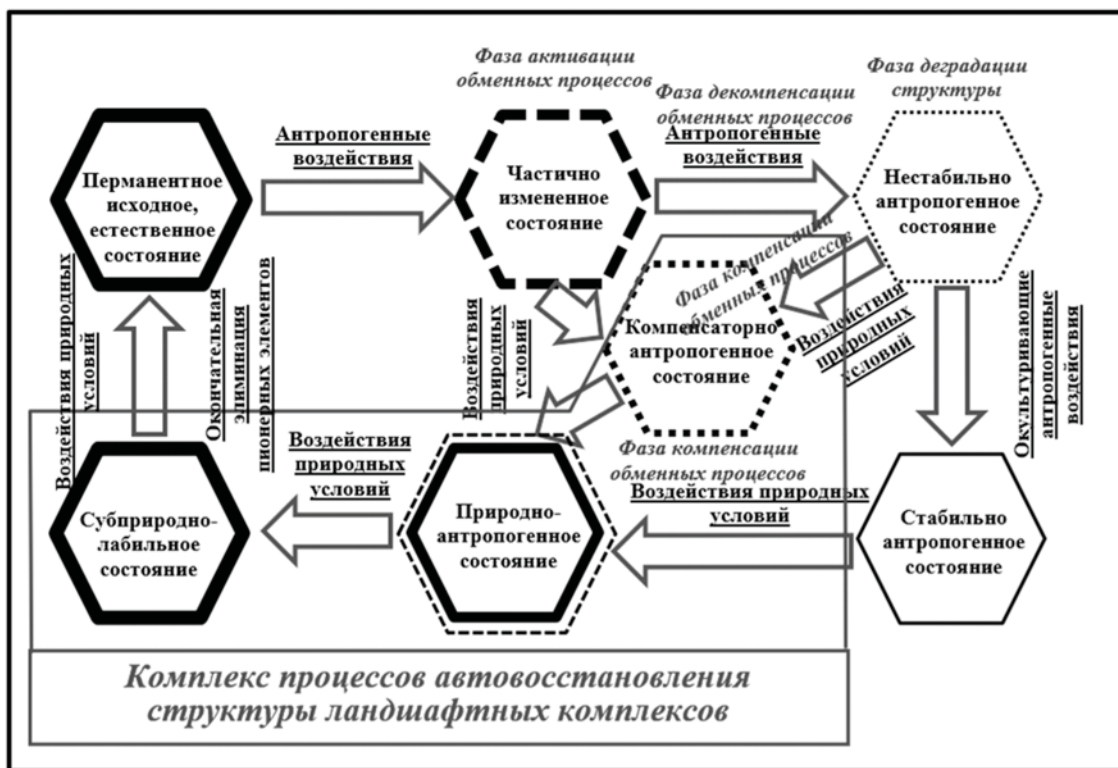
можно подразумевать естественные процессы воссоздания качественных и количественных показателей, структуры компонентов их элементов, внутриландшафтных комплексов, ландшафтов по принципу «самосборки» в рамках оптимума показателей, структуры, ограниченного лимитирующими воздействиями (минимумов и максимумов возможных величин) сочетаний зонально-азональных условий и факторов, с элиминацией всех вариантов результатов автовосстановления, находящихся вне данного оптимума [9, с. 162].

В подавляющем числе выборки наблюдаемых случаев как естественные, так и антропогенные процессы трансформации структуры ландшафтных комплексов [10, 11] и ее автовосстановление не являются антиподами и часто развиваются параллельно, последовательно или параллельно-последовательно, с учетом того, что установление точных рамок взаимоперехода из стадии антропогенного прессинга в стадию постантропогенного автовосстановления структуры элементов и компонентов ландшафтного комплекса практически невозможно. Это, прежде всего, определя-

ется их диалектическими взаимосвязями в рамках единой вещественно-энергетической структуры элемента природного компонента ландшафтного комплекса [8].

В обобщенном виде механизм формирования и развития процессов автовосстановления ландшафтных комплексов, подвергшихся антропогенной трансформации, можно представить в виде циклического алгоритма развивающихся последовательно, параллельно или параллельно-последовательно стадий развития процессов автовосстановления структуры элементов, компонентов и в целом комплексов (рисунок).

Многие представленные стадии развития процессов автовосстановления структуры могут не проявляться («выпадать») или проявляться в латентном виде [8]. Такие этапы (стадии) антропогенных трансформаций и постантропогенного автовосстановления структуры ландшафтных комплексов, по сути, являются вариативными: стадии динамики ландшафтных комплексов «нестабильное антропогенное состояние», «стабильное антропогенное состояние», «компенсаторное антропогенное состояние».



Принципиальная схема развития процессов антропогенных трансформаций и автовосстановления структуры ландшафтных комплексов

Источник: составлено автором

Стадии развития процессов антропогенных трансформации и автовосстановления структуры ландшафтных комплексов как неотъемлемая часть узловых элементов цепей смены их состояний являются инвариантными (мало изменяемыми): стадии «перманентное исходное, естественное состояние», «частично измененное состояние», «природно-антропогенное состояние», «субприродно-лабильное состояние».

Перманентное естественное состояние структуры ландшафтного комплекса представляет собой первоначальное, исходное условно равновесное состояние. Эта стадия развития ландшафтного комплекса обычно формируется как результат завершения процессов постантропогенного автовосстановления его структуры.

Инвариантная стадия частично измененного ландшафтного комплекса является результатом первичной ответной реакции природных компонентов ландшафтного комплекса на недифференцированное антропогенное воздействие или совокупность антропогенных и природных воздействий. На этой стадии наблюдается скачко- или взрывообразное возрастание качественно-количественных показателей обменных процессов в биологических системах ландшафтного комплекса (фаза активации обменных процессов). При прекращении антропогенных воздействий эта стадия является вариативной стадией компенсаторно антропогенного состояния.

Фаза компенсации обменных процессов проявляется в формировании систем замещения, компенсации циклов миграции вещества в пределах компонентов и между компонентами, утраченных или нарушенных в результате воздействия антропогенных факторов. При этом обменные процессы в элементах и компонентах комплекса, определенные антропогенными факторами, могут быть замещены процессами, идентичными естественным процессам (в пределах среднезональной нормы), или синтетическими (природно-антропогенными) в условиях наличия техногенных, агрогенных элементов, прямо, косвенно замещающих естественные обменные циклы.

Не свойственные текущим природным условиям, широко варьирующие параметры элементов и компонентов ландшафтных комплексов, идентичных естественным или характеризующихся аналогичными антропогенными элементами и компонентами в пределах «зональной и аazonальной нормы», развивающихся в зависимости от со-

четания зонально-азональных факторов как процессы компенсации утраченных или антропогенно замещенных элементов, характеризуют развитие вариативной стадии компенсаторно-антропогенного состояния комплексов.

Процессы автовосстановления структуры ландшафтных комплексов при формировании и развитии стадии компенсаторно-антропогенного состояния проявляются только в количественном восполнении «освободившихся» пространств (экологических «ниш») биотопов, без заметного изменения качественных показателей структуры. Развитие этих процессов определяется разбалансированностью существовавшей ранее пространственно-качественно-количественной структуры природных компонентов ландшафтных комплексов с постепенным заполнением высвободившихся участков биотопов. При последовательно продолжающихся, поэтапно усиливающихся и дифференцирующихся глубоких антропогенных воздействиях, характеризующих развитие фазы декомпенсации обменных процессов, инвариантная стадия частично измененного состояния сменяется вариативной стадией нестабильно антропогенного состояния.

Стадия нестабильно антропогенного состояния характеризуется значительным уровнем антропогенной трансформированности, но из-за сохранения структуры компонентов ландшафтных комплексов, близкой к естественной, незамещенности ее преимущественно естественных элементов исключительно антропогенными техногенными элементами, компонентами, при прекращении дальнейших антропогенных воздействий может достаточно быстро перейти в стадию компенсаторно-антропогенного состояния.

Результатом развития фазы декомпенсации обменных процессов в ландшафтных комплексах, как правило, является общее нарушение обмена веществ в циклах ландшафта. Эта стадия практически без наличия переходных процессов самопроизвольно трансформируется в фазу деградации структуры компонентов ландшафтных комплексов. Этому обычно способствуют развитие и усиление процессов эрозии почв и материнских пород, процессов формирования хаотичных, нежизнеспособных циклов обмена биотического вещества, изъятия, замещения естественных элементов, компонентов или формирования изолированно инородных антропогенных элементов и компонентов.

В ходе фазы деградации структуры компонентов ландшафтных комплексов формируются процессы элиминации отдельных элементов природных компонентов, целых компонентов или их функциональных групп. При этом даже ускорение никогда не прекращающихся процессов автовосстановления качественных и количественных показателей, структуры комплексов, ускорение процессов замещения утраченных компонентов не может превысить величину воздействий трансформирующих и деструктурирующих антропогенных факторов, тем самым не позволяя воссоздать естественную структуру комплекса.

Установлением продолжающихся, часто циклических и стабилизирующих состояние компонентов, однотипных и соразмерных антропогенных воздействий на сформировавшиеся антропогенные системы и сохранившиеся естественные элементы и компоненты характеризуется вариативная стадия стабильно антропогенного состояния. При этом стабилизация и сохранение состояния антропогенных элементов, компонентов, объектов (систем) и природно-антропогенных, природных элементов, компонентов достигаются последовательным и планомерным, периодичным воздействием антропогенных факторов. Такие антропогенные воздействия в научно-популярной литературе принято называть «культурными», «окультуривающими».

Инвариантная стадия природно-антропогенного состояния характеризуется установлением в результате прекращения (уменьшения) антропогенных нагрузок динамического равновесия антропогенных и естественных компонентов. При этом формируются тенденции последующего доминирования зональных и азональных естественных, природных условий окружающей среды с последующим переходом ландшафтных комплексов в состояние, близкое к исходному, естественному. Развитию данной стадии соответствует фаза компенсации обменных процессов, которая проявляется в формировании систем компенсации циклов миграции вещества, идентичных естественным в пределах среднезональной нормы, утраченных в результате действия антропогенных факторов.

Природно-антропогенные комплексы, сформировавшиеся в результате воздействия умеренных, недифференцированных антропогенных факторов, в подавляющем большинстве наблюдаемых случаев характеризуются самыми максимальными темпами вос-

становления качественных и количественных показателей структуры, свойственных естественным ландшафтным комплексам.

Инвариантная стадия субприродно-лабильного состояния постантропогенных ландшафтных комплексов характеризуется развитием процессов элиминации антропогенных компонентов их структуры, а в случае ее невозможности или долгосрочности начинаются процессы депонирования, захоронения антропогенных элементов, компонентов и объектов. И только в случае развития постпирогенных антропогенных процессов формирующиеся комплексы не имеют отличий от исходных, естественных и соседствующих ландшафтных комплексов. Посттехногенные и постагрогенные комплексы по внешним морфологическим признакам не имеют значительных отличий от естественных, соседствующих ландшафтных комплексов, только почвенные горизонты имеют антропогенные включения и определенный уровень турбированности, а форма контуров выделов ландшафтных комплексов имеет либо линейную вытянутость, либо полигональность. При этом, с учетом вышеизложенного, данная стадия может характеризоваться наличием латентного автовосстановления показателей структуры.

Основным условием и результатом постантропогенного автовосстановления ландшафтных комплексов является формирование полноценной ландшафтно-биоценотической структуры (биоценозов), элементы и компоненты которых способны в дальнейшем к репродуцированию (самовоспроизведению) и обладают определенным уровнем резистентности к воздействиям внешних факторов, в том числе и антропогенных.

Заключение

Установленные диалектические взаимосвязи динамики процессов, связанных с последовательно-параллельным развитием антропогенной трансформации ландшафтных комплексов и их постантропогенным автовосстановлением, позволяют рассматривать комплекс процессов в системе «антропогенная трансформация элемента, компонента ландшафтного комплекса – постантропогенное автовосстановление трансформированного элемента, компонента ландшафтного комплекса – постантропогенно инерционное естественное развитие структуры ландшафтного комплекса» как объект для изучения в целях формирования методик управления этим комплексом.

Дальнейшее рассмотрение рассмотренных аспектов состояний ландшафтных комплексов при развитии и стабилизации результатов антропогенных трансформаций и постантропогенного автовосстановления качественных, количественных показателей, структуры представляется важным с точки зрения оптимизации антропогенных нагрузок на геосистемы Земли, формирования природосохраняющих, оптимальных по допустимости уровней и типов антропогенных трансформаций естественной или восстановленной структуры ландшафтов, позволяющих им эффективно автовосстанавливаться на постантропогенной стадии, что, в конце концов, позволит подойти к научно обоснованной концепции рациональных, природосообразных систем природопользования.

Список литературы

1. Осипов С.В. О единой классификации природных и антропогенных ландшафтных комплексов // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2023. Т. 87, № 2. С. 322-336.
2. Вампилова Л.Б., Соколова А.А. Основные этапы формирования физико-географического направления исторической географии // Псковский региональный журнал. 2020 № 2 (42). С. 71-86.
3. Брыжко В.Г. Восстановление нарушенных земель в условиях крупного города // Фундаментальные исследования. 2016. № 6-1. С. 134-138.
4. Сизых А.П. Трансформация и восстановление растительности в Прибайкалье // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 37. С. 86-102.
5. Баженов Ю.А. Процесс восстановления популяции тарбагана (*Marmota sibirica* Radde, 1862, Sciuridae, Rodentia) на особо охраняемых природных территориях Даурии // Амурский зоологический журнал. 2024. Т. XVI, № 1. С. 19-25.
6. Артемова С.Н., Леонова Н.А. Формирование ландшафтов северной лесостепи (на примере Пензенской области) // Фундаментальные исследования. 2014. № 11-10. С. 2180-2184.
7. Неустроева М.В., Деева У.В. Экологическая оценка ландшафта Манское низкоегорье и среднегорье // Фундаментальные исследования. 2015. № 2-12. С. 2617-2620.
8. Сысуев В.В. Полиструктурная организация ландшафта: геофизический анализ синергетики геосистем // Тихоокеанская география. 2020. № 4 (4). С. 5-13.
9. Алексеев И.А. Классификация ландшафтов и анализ результатов процессов автовосстановления структуры ландшафтов территории Амурской области. Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2022. 263 с.
10. Горохов А.Н. Картографирование антропогенной трансформации ландшафтов в Якутии // Вестник Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. Серия: Науки о Земле. 2022. № 1 (25). С. 19-28.
11. Лысанова Г.И. Природные и аграрные ландшафты юга Енисейской Сибири // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. 2020. Т. 33. С. 88-99.