

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ЛАНДШАФТА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

FUNCTIONAL ANALYSIS OF SPATIAL LANDSCAPE STRUCTURE FOR THE PURPOSES OF TERRITORIAL PLANNING

Хорошев А.В.

Khoroshev A.V.

e-mail: avkh1970@yandex.ru

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, г Москва, Россия
Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

Аннотация. В статье демонстрируется применение полиструктурного подхода к функциональному анализу ландшафтной структуры для размещения хозяйственных объектов. Локальное хозяйственное воздействие рассматривается как потенциальное нарушение функции, влияющей на устойчивость более крупной территории. Для корректного выбора мест размещения объектов, определения допустимых нагрузок и приемлемых технологий требуется оценить функции урочищ в четырех разновидностях пространственной организации – генетико-морфологической, потоковой, биоцентрически-сетевой и нуклеарной. Функции каждого урочища в разнотипных геосистемах более высоких рангов и размеров должны приниматься во внимание при расчете затрат на строительство и эксплуатацию (т.е. на преодоление лимитирующих природных факторов), включая затраты на экологическую ответственность.

Abstract. The article demonstrates the application of multistructural approach to the functional analysis of the landscape structure aimed at the allocation of economic facilities. Local economic impact is seen as a potential disruption of a function that ensures the sustainability of a much larger area. In order to correctly select the location of objects, determine the allowable loads and acceptable technologies, it is necessary to evaluate the functions of landscape units in four types of spatial organization - genetic-morphological, flow-induced, biocentric-network and nuclear ones. The functions of each unit in geosystems of different types of higher ranks and sizes should be taken into account when calculating the costs of construction and operation (i.e., to overcome limiting natural factors), including the costs of environmental responsibility.

Ключевые слова: ландшафт, урочище, поток, функция, экологический коридор, буфер, редкость, типичность

Keywords: landscape, unit, flow, function, ecological corridor, buffer, rarity, typicality

Современная концепция полиструктурности допускает выделение геосистем по разным принципам в зависимости от физической природы и масштаба процессов [4, 5]. Один и тот же пространственный элемент может быть одновременно участвовать в функционировании разнотипных геосистем. В зависимости от выбранной модели пространственной структуры ее элементом могут выступать урочище, пятно (patch) или биокоридор, хозяйственное угодье (т.е. антропогенная модификация урочища). Ниже мы в качестве общего обозначения пространственных элементов ландшафта природного или антропогенного происхождения применяем термин «геокомплекс». Системный подход подразумевает, что элементы геосистемы выполняют взаимодополняющие функции и «совместными усилиями» создают эмерджентный эффект, не свойственный элементам по отдельности. Применительно к географическим объектам это означает, что локальное хозяйственное воздействие должно рассматриваться как потенциальное нарушение функции, обеспечивающей устойчивость гораздо более крупной территории [6]. Ландшафтно-экологическая логика оценки территории при проектировании крупных хозяйственных объектов должна быть основана на интерпретации функций пространственных элементов в разнотипных геосистемах [7]. На первый план выходят два императива: 1) «не утратить редкое»; 2) «не навредить соседу» (другим урочищам, поселениям, популяциям и др.). Оба императива требуют понимания пространственных отношений: встречаемости геокомплексов на фоне геосистем более высокого ранга и организации потоков вещества. В районах с высокой интенсивностью хозяйственного освоения при оценках в категориях типичного и редкого решающее значение часто приобретает соотношение урочищ, сохраняющих и утративших зональный характер растительного и почвенного покрова.

Автором предложена модель функционального анализа пространственной структуры [7], в которой ландшафт и его пространственные элементы могут рассматриваться с позиций генетико-морфологической, сетевой, потоковой и нуклеарной организации (рис. 1), каждая из которых может быть отражена на соответствующей карте. Единственный опыт подобного полиструктурного картографирования описан в работе М.Д. Гродзинского [1]. Подразумевается, что планировщик поочередно проверяет принадлежность геокомплекса к каждой из перечисленных на рис. 1 категорий и на основании результатов предлагает его дальнейшую «судьбу». Такие критерии могут быть использованы для отнесения геокомплекса к группам территории интенсивного, экстенсивного или ограниченного (в том числе к экологическому каркасу) землепользования.

Карта генетико-морфологической организации ландшафта позволяет не только описать компонентную структуру геокомплексов, но и выделить уникальные, редкие, типичные урочища, установить их важные экологические экономические (ресурсные) или социальные функции. Такие функции могут быть обусловлены как собственными свойствами геокомплексов, так и расположением относительно других объектов. Если на сильноосвоенной территории есть малонарушенное урочище крупного раз-

мера, то оно станет первым кандидатом на включение в экологический каркас в качестве ядра, хранилища генофонда. Встречаемость того или иного пространственного элемента в ландшафте может быть связана как с естественными причинами, так и с антропогенной модификацией структуры. Урочище с коренным зональным или интразональным фитоценозом в зависимости от встречаемости может иметь несколько трактовок с точки зрения выполняемых функций: 1) как *типичное урочище с ресурсными* (например, тундровое мохово-лишайниковое пастбище), *социальными или экологическими функциями*; 2) как *уникальное или редкое урочище с ресурсными* (луговая пойма в степной зоне как сенокос), *социальными* (низкая песчаная пойма-пляж как рекреационное угодье) *или экологическими* (нераспаханная ковыльная степь среди агроландшафта) *функциями*; 3) как *ядро зонального ландшафта* (если необходимо обеспечить генетический резерват семян степных растений для восстановления пастбищных угодий). Для принятия планировочного решения исключительно важна информация о тенденции развития урочища и долговременной надежности в выполнении социально-экономических функций. Решение об использовании или охране будет разным для урочищ с *агрессивными границами* (т.е. с расширением за счет смежных урочищ), *проградирующих* (увеличивающих сложность структуры и приближающихся к зональной норме), *деградирующих* (уменьшающих площадь и/или находящихся в стадии смены инварианта и потому быстро меняющих свойства). Так, овражные урочища могут быть агрессивными по отношению к приводораздельным распаханым урочищам, которые переходят в категорию деградирующих и, следовательно, требующих корректировки землепользования или перевода в экологический каркас. Урочище с мелколиственным лесом на агродерново-подзолистых почвах в таежной зоне рассматривается как проградирующее: в течение времени действия схемы территориального планирования оно быстро меняет компонентную структуру и, соответственно, хозяйственную и экологическую ценность. Если некоторые из урочищ-аналогов нарушены хозяйственной деятельностью, то другие могут выполнять *компенсирующие функции* и продолжать поддерживать эмерджентные свойства ландшафта (например, быть убежищем для животных) или социально-экономические функции (например, предоставлять ресурсы). Тогда одно из двух, например, луговых пойменных урочищ оставляется ненарушенным для поддержания местообитаний околотовных животных и водоохранной функции.

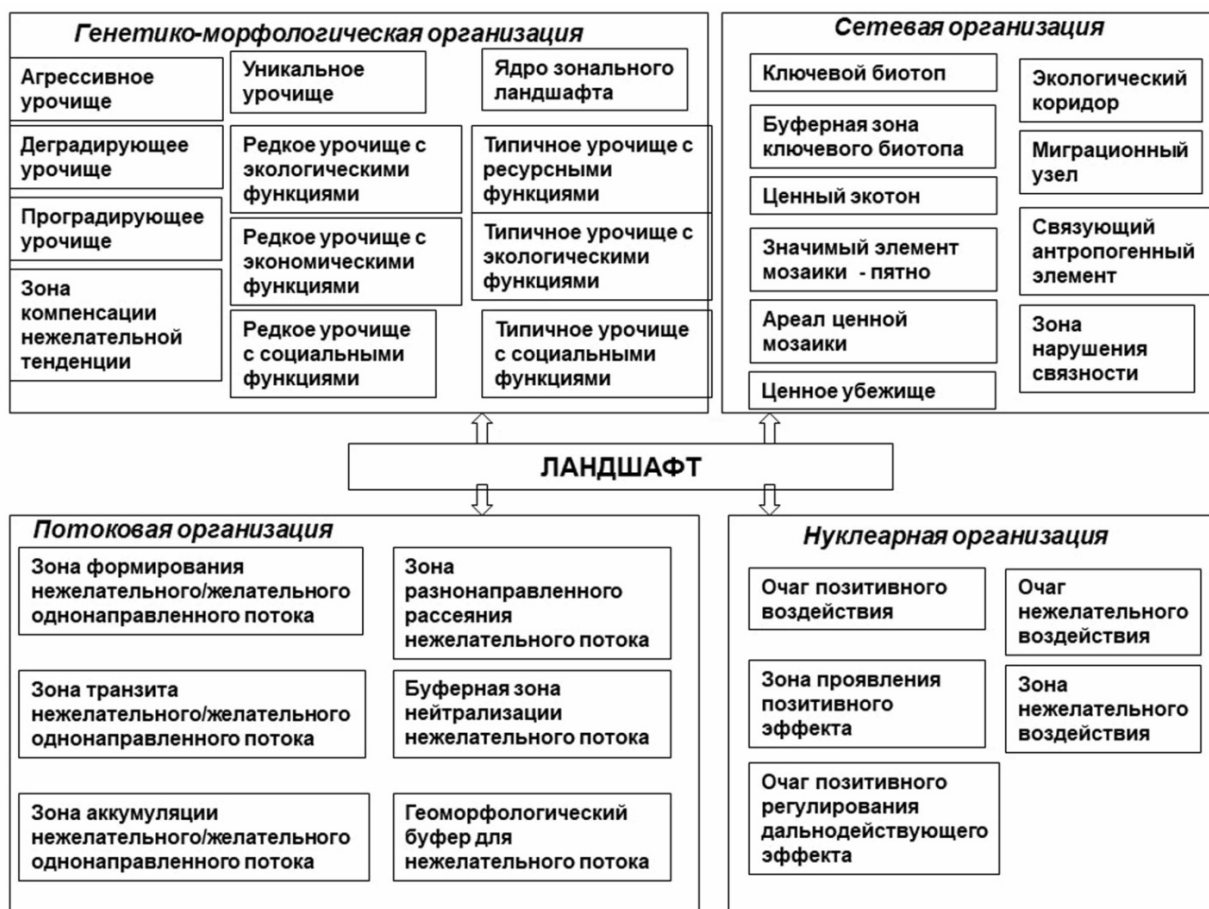


Рис. 1. Схема функционального анализа ландшафта с позиций концепции полиструктурности

Анализ ландшафта с позиций сетевой организации (биоцентрически-сетевой структуры) [1, 8] должен давать информацию об участии урочищ и угодий, прежде всего, в биотических потоках. В некоторых задачах эта модель работоспособна и применительно к абиотическим потокам и потокам

людей. Используются следующие пары и триады понятий: матрица, пятно, коридор; ядро и окраина; прямые и извилистые границы; резкие и постепенные границы; изолированность, связность, фрагментация; коренное, нарушенное, сукцессионное состояние; мозаичность и монотонность; типичность и редкость; репрезентативность и уникальность; соседство и удаленность. Фоновый элемент ландшафтного покрова, занимающий большую площадь с высокой связностью, получил название *матрицы* (matrix). Матрица, в отличие от доминантного урочища, необязательно характеризуется генетическим единством, но имеет единый тип растительного покрова (например, поля как господствующий тип угодий). *Пятна* (patch) выделяются как относительно небольшие компактные участки, резко отличающиеся по облику или происхождению от фона (матрицы). В качестве пятен могут выступать как остаточные фрагменты зональной растительности на фоне антропогенной матрицы (например, леса или нераспаханные степи на фоне сельскохозяйственных угодий), так и пятна естественных или антропогенных нарушений или специально созданных экосистем на фоне господствующего зонального покрова (луга или ветровальные участки на фоне лесов, лесопосадки в степной зоне). *Коридоры* выделяются как полосные элементы, отличающиеся с обеих сторон от матрицы, обеспечивающие связь между пятнами посредством биотических миграций или абиотических потоков. Функции и качество коридора зависят от его ширины, сплошности, формы, характера границ и примыкающих участков матрицы. Эффективность коридоров миграции в большой степени зависит от наличия и количества узлов (мест пересечения коридоров). Сеть связанных коридорами ключевых местообитаний-пятен считается условием выживания популяций зональных видов в сильнонарушенном ландшафте. Поэтому одна из ключевых ценностей в данной планировочной ситуации – связность местообитаний коридорами в сильнонарушенном ландшафте или малая фрагментация матрицы – в малонарушенном. Существуют и ситуации, когда ценностью становится нарушения связности (намеренная фрагментация) – например, для пресечения нежелательного лавинного потока, потока опасных животных или распространения пожара.

Для сохранения экологических ценностей в осваиваемом ландшафте выделяются: а) *ключевые биотопы* ядровых охраняемых, промысловых или экологически важных видов животных и растений, том числе пятна на фоне нарушенной матрицы (т.е. совокупности фоновых угодий), и их буферные зоны; б) экологически *ценные экотоны* между контрастными местообитаниями краевых видов; в) экологические *коридоры*, миграционные *узлы* и места нежелательного *нарушения связности*; г) группы пространственных элементов, образующих экологически *ценную мозаику* местообитаний, обеспечивающей необходимое разнообразие стадий. Все это дает основания для выделения элементов экологического каркаса – ядер, коридоров и буферных зон. Методические рекомендации по подготовке проектов схем территориального планирования субъектов РФ [2] предусматривают использование этих понятий при проектировании экологического каркаса.

Нуклеарная организация геосистем подразумевает формирование вокруг некоторого очага воздействия зоны его влияния. В зависимости от рельефа, розы ветров конфигурация нуклеарной системы может сильно варьировать [3]. Наиболее очевидна нуклеарная организация, когда речь идет о гравитационных потоках, управляемых рельефом. При территориальном планировании целесообразно различать естественные и антропогенные *очаги позитивного или негативного воздействия* и *зоны их влияния*. Последние часто имеют расплывчатые границы и характеризуются градиентом изменения свойств (например, уровень грунтовых вод по мере удаления от пруда). Природа распространения влияния может быть разной: водные и воздушные потоки, рассеяние семян растений, миграции животных, звуковые волны, запахи и т.п. Примером позитивного воздействия естественного геокомплекса может служить переувлажненная западина в агроландшафте, накапливающая влагу и предоставляющая местообитания животным, регулирующим численность вредителей на полях. Очагом негативного естественного воздействия может оказаться геокомплекс, обеспечивающий стацию размножения сельскохозяйственных вредителей. Ситуация, когда загрязняющий объект размещается на равнинной территории с равновероятностными ветрами разных направлений, заставит вводить ограничения на размещения уязвимых видов деятельности. В законодательстве они зафиксированы в режиме санитарно-защитных зон. Для включения в экологический каркас особенно важны относительно небольшие урочища, которые способны быть ядром позитивного регулирующего воздействия на удаленные территории, т.е. *позитивного дальнегодействующего эффекта*. Например, к этой группе относятся такие разновидности защитных лесов как зеленые и лесопарковые зоны, примыкающие к населенным пунктам.

Анализ *поточковой организации геосистем* (частный случай нуклеарной) основан, в первую очередь, на информации о рельефе. Используются позиционно-динамическая (катенарная) и парагенетическая модели структуры ландшафта. Выделяются зоны *формирования, транзита и аккумуляции односторонних* (как правило, вниз по рельефу) потоков твердого и растворенного вещества. В зависимости от желательности или нежелательности таких потоков будет приниматься решение о допустимости размещения тех или иных угодий. Зона аккумуляции вещества может получить как позитивную, так и негативную оценку. Например, регулярная аккумуляция селевого материала на конусе выноса – фактор ограничения землепользования, а аккумуляция элементов минерального питания на делювиальном шлейфе – фактор роста плодородия. Некоторые урочища могут выполнять функции *буфера* между зоной транзита или аккумуляции нежелательного потока и уязвимым объектом (например, тер-

раса как *геоморфологический буфер* между загрязненным делювиальным шлейфом и поймой реки). Смена геохимической обстановки приводит к осаждению определенных химических элементов на барьере (например, на подсклоновом шлейфе), что приводит к изменению межкомпонентных связей и предотвращает проникновение вещества далее по направлению потока (например, на пойму реки). Особенно важно выявить *зоны формирования разнонаправленных потоков*, т.е. мест их рассеяния, зарождения дальнедействующего эффекта. Такие ситуации (куполообразные поверхности или болотные массивы с дренированием в разные бассейны) должны исключаться при размещении потенциальных источников загрязнения.

Предложенная схема функционального анализа ландшафта для территориального планирования позволяет корректно выделять экологический каркас и рассчитывать затраты землепользователя на строительство и эксплуатацию (т.е. на преодоление лимитирующих природных факторов), включая затраты на экологическую ответственность.

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

Литература

1. Гродзинский М.Д. Ландшафтна екологія. Київ: Знання, 2014. 550 с.
2. Методические рекомендации по подготовке проектов схем территориального планирования субъектов Российской Федерации. М., 2013.
3. Ретеюм А.Ю. Земные миры /Москва: Мысль, 1988. 266 с.
4. Солнцев В.Н. Структурное ландшафтоведение: основы концепции. Некоторые аргументы /Москва, 1997. 12 с.
5. Сысуев В.В. Введение в физико-математическую теорию геосистем /Москва: ЛЕНАНД, 2020. 600 с.
6. Хорошев А.В., Авессаломова И.А., Дьяконов К.Н., Иванов А.Н., Калущков В.Н., Матасов В.М., Низовцев В.А., Сысуев В.В., Харитонов Т.И., Чижова В.П., Эрман Н.М., Лошинская Е.С. Теория и методология ландшафтного планирования. Отв.ред. К.Н. Дьяконов, А.В. Хорошев. Москва: Товарищество научных изданий КМК. 2019. 444 с.
7. Хорошев А. В. Ландшафтно-экологическое планирование. Учебник для вузов. Москва: Москва, 2023. 261 с.
8. Turner M.G., Gardner R.H. Landscape ecology in theory and practice. Pattern and process. New York: Springer, 2015. 482 p.