

УДК 577.4.07.3:574:910.3:634.1

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ УСТОЙЧИВОСТИ ЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ  
КРЫМА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ  
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ

Бобра Т.В.

Целью ландшафтно-экологического анализа и оценки в региональном территориальном планировании является 1) оптимальное преобразование ландшафтов и использование их естественных ресурсов; 2) формирование достаточно устойчивой структурно-функциональной структуры ландшафтов.

Ландшафтно-экологический анализ и оценка в территориальном планировании является основным видом исследовательской деятельности.

Главным объектом этой деятельности являются ландшафтные системы, а предметом - свойства ландшафтов, ландшафтно-технических систем, возможность их оптимального функционирования; достижение ими высокой эффективности выполнения социально-экономических функций.

Отличительной чертой ландшафтного территориального планирования является оптимальное сочетание функциональной организации ландшафта с его пространственной организацией (это основа социально-экономической эффективности и экологической устойчивости системы). Придание ландшафту определенной социально-экономической функции практически всегда предполагает его структурное преобразование.

Таким образом, в ландшафтном территориальном планировании можно выделить два взаимосвязанных аспекта: 1) функциональный, направленный на поиск оптимального соответствия природно-ресурсного потенциала ландшафта технологии природопользования; 2) пространственный, направленный на определение оптимального (с экологической и социально-экономической точек зрения) сочетания территорий с различными функциями [2].

Сочетание этих двух аспектов предполагает проведение комплексного ландшафтно-экологического анализа и оценки территории в нескольких направлениях:

1. С точки зрения состояния геосистем относительно природной нормы.
2. С точки зрения пригодности геосистем для различных видов хозяйственной деятельности.
3. По степени благоприятности (неблагоприятности) геосистем для человека.
4. По оптимальности территориального сочетания природных, природно-антропогенных и техногенных систем для достижения оптимального эколого-социально-экономического эффекта.

Ландшафтно-экологический анализ охватывает три основных элемента: геосистемы, человека (социум) и созданные человеком системы (техногенные системы), которые взаимосвязаны и взаимодействуют между собой. В связи с этим операционными территориальными единицами исследований и преобразований могут выступать: административно - территориальные, хозяйственно-территориальные и природные территориальные системы (ландшафты, речные бассейны и др.).

Административно-территориальные единицы удобны в этом смысле потому, что по ним собирается довольно обширная информация. При этом в качестве более мелких операционных территориальных единиц могут выступать территории колхозов и совхозов - сельскохозяйственных предприятий, т.е. хозяйственные территориальные единицы. Важное преимущество ландшафтного анализа в пределах административно-территориальных и хозяйственно-экономических образований заключается в возможности принятия, в этом случае, властями экологически обоснованных решений.

Хозяйственно-территориальные единицы также могут быть основой расчета уровня трансформации, поскольку в их пределах осуществляются многие хозяйственные операции.

Природные территориальные системы (ландшафтные системы) удобны как операционные территориальные единицы в связи с относительной однородностью явлений и процессов в их пределах, с идентичностью реакций на внешние воздействия. Кроме того, они позволяют раскрыть траектории потоков поллютантов, зоны накопления загрязнений. Они также находятся в основе процедур пространственной интерполяции и экстраполяции экологических параметров, что очень важно в связи с ограниченностью первичных данных. Наконец, характер территориального планирования экологическая меняется в зависимости от пространственно-временной структуры ландшафтов, то есть от характера чередования и рисунка элементов ландшафта, а также от чередования во времени состояний ландшафта. Природные системы (ландшафты и речные бассейны) удобны для расчета оптимальной территориальной структуры использования земель, поскольку представляют естественные единицы, обладающие свойствами самоорганизации [2].

Ландшафты, выступают пространственным базисом процессов взаимодействия природных объектов, человека и техногенных систем. Поэтому территориальное планирование и связанное с ним последующее хозяйственное освоение территории должно строиться на основе анализа и оценки ландшафтных систем с учетом законов их функционирования и организации:

1. Пространственной иерархии ландшафтных систем.
2. Территориальной структуры ландшафтных систем.
3. Характера временной динамики ландшафтных систем, характера чередования состояний.
4. Полиструктурности ландшафтных систем, территориального и временного пересечения подсистем.
5. Устойчивости ландшафтных систем.

5. Эмерджентности ландшафтных систем.

6. Инерционности ландшафтных систем, запаздывание их реакции на внешние воздействия.

7. Наличие цепных реакций, эффектов усиления и пр.

Ландшафтно-экологический анализ в территориальном планировании и проектировании включает несколько последовательно взаимосвязанных стадий: 1) выявление ландшафтной организации региона, района; 2) выявление степени устойчивости ландшафтных систем к антропогенным воздействиям; 3) функциональная типология ландшафтных систем и оценка степени их антропогенной преобразованности; 4) прогнозная оценка изменения состояния ландшафтных систем; 5) проектно-планировочный анализ ландшафтных систем (в соответствии с видом хозяйственного освоения) оптимизация структурно-функциональной организации региона, района.

Выявление степени устойчивости ландшафтных систем к антропогенным воздействиям особенно важно с точки зрения понимания и определения экологического состояния ландшафтных систем, нормирования антропогенных нагрузок на них и управления природопользованием в целом. Устойчивость ландшафтных систем проявляется в двух основных формах: упругости и восстанавливаемости. Устойчивость проявляется как способность ландшафтных систем противостоять внешним воздействиям, сохраняя при этом свои основные свойства, структуру и характерные черты функционирования (то есть проявлять упругость), или восстанавливать их после прекращения действия внешнего (природного или антропогенного) фактора (проявлять восстанавливаемость) [1]. Часто внешние воздействия могут быть настолько сильными (например, карьероразработки, сведение леса, химическое и радиационное загрязнение почв и пр.), что восстановление первоначального состояния ландшафта невозможно (во всяком случае, за время жизни одного поколения). При этом говорят, что ландшафт испытывает необратимые изменения, потому что его запас устойчивости исчерпан.

Время восстановления первоначального состояния ландшафта может быть различным: от нескольких часов (например, восстановление нормального состояния атмосферы после залпового атмосферного выброса загрязняющих веществ) до многих десятков лет. Так, например, после пожара (если они захватывают небольшие участки – до 100 м в диаметре) лес в горном Крыму восстанавливается за 20-30 лет.

Скорость и длительность восстановления ландшафтных систем зависит от различных факторов: 1) от характера окружения. Если нарушенные ландшафтные системы соседствуют с однотипными по вертикальной структуре и свойствам системами, то скорость восстановления значительно возрастает, благодаря переносу семян, миграции животных, вегетативному размножению и пр. 2) Вторым фактором является степень внутреннего ландшафтного разнообразия. Природные системы с высокой степенью внутреннего разнообразия обладают большими резервами для восстановления за счет большего разнообразия местоположений и местообитаний, разнообразия организмов и биоценологических связей. 3) Соотношение тепла и влаги определяет энергетику многих процессов функционирования в ландшафтных

системах. При оптимальном увлажнении (когда отношение суммы атмосферных осадков к испаряемости близко к единице), процессы восстановления происходят быстрее [4].

Устойчивость повышается также, благодаря наличию у ландшафтов внешних барьеров. Например, Крымские горы как орографический барьер защищают территорию южного побережья от холодных северных и северо-восточных воздушных масс.

Ландшафты, занимающие водораздельные поверхности и верхние части склонов холмов и горных гряд, (то есть находящиеся в автономном местоположении), меньше подвержены воздействию химических загрязнителей. Это происходит потому, что загрязняющие вещества под действием гравитационных сил выносятся вместе с поверхностным стоком воды вниз по склонам.

Водоупорный горизонт из глины также играет роль барьера для просачивающейся сверху воды. В случае, если такой горизонт расположен выше водоносного горизонта, он защищает подземные воды от проникновения загрязняющих веществ.

Часто антропогенные воздействия на ландшафтные системы связаны с поступлением и накоплением в них различных загрязняющих и токсичных веществ, поступающих как из местных источников, так и с трансграничным переносом. При этом огромную экологическую роль играет такая форма устойчивости как самоочищение.

Самоочищение ландшафтов от загрязнений проявляется в двух видах: 1) в рассеянии и выносе за пределы ландшафта; 2) в разложении загрязняющих веществ. В первом случае очищение происходит за счет перемещения загрязняющего вещества различными потоками (гравитационными, воздушными, водно-стоковыми, миграционными). При этом загрязняющее вещество как таковое не исчезает, а лишь перемещается в сопряженные ландшафтные системы.

Проявлению этого вида самоочищения ландшафта способствует частая повторяемость дождей и ливней, наличие интенсивного поверхностного стока, большие уклоны поверхности, хорошая фильтрационная способность грунта (зависит от механического состава).

В условиях горного и расчлененного рельефа важным фактором самоочищения является местоположение ландшафта. Автономные местоположения приурочены к наиболее высоким уровням форм рельефа и являются относительно независимыми с точки зрения влияния окружения.

Склоновые местоположения являются транзитными. Через них сверху вниз проходят водные стоковые и воздушные потоки. Характер накопления или выноса загрязнений из ландшафтов склоновых местоположений в значительной мере зависит от индивидуальных особенностей каждого участка склона: величины уклонов, растительного и почвенного покрова, характера литологии и пр.

Низинные местоположения (котловины, долины рек, днища балок и оврагов) более других подвержены загрязнению, поскольку в них происходит поступление

загрязняющих веществ со стоковыми водными потоками, приходящими с водоразделов и соседних склонов.

Нередко в котловинах, узких речных долинах наблюдается такое явление, как сток и застаивание воздуха. Таковы Байдарская долина, долины Бельбека, Качи в средней части перед выходом в равнинную часть Крыма. Загрязняющие вещества, находящиеся в воздухе, при этом теряют активность в перемещении и накапливаются в этих ландшафтах. Этому способствуют также туманы, температурные инверсии и безветрие.

Самоочищение ландшафтов от загрязняющих веществ может происходить не только за счет выноса их из ландшафта вместе с различными потоками, но и в результате преобразования внутри самого ландшафта. Разложению продуктов техногенеза способствуют ряд факторов. Количество прямой солнечной радиации, уровень ультрафиолетового излучения, сумма температур выше 0° и 10° влияют на интенсивность фотохимических реакций и скорость разложения загрязняющих веществ.

Хорошим показателем способности геосистем к самоочищению от загрязнений является отношение подстилки (лесной подстилки, степного войлока) к опадению за год. Чем больше это отношение, тем медленнее идут процессы разложения органического вещества, а, следовательно, и менее активно происходит разложение загрязняющих веществ.

Для осуществления территориального планирования и управления природопользованием на региональном уровне объектами ландшафтно-экологического анализа и оценки устойчивости выступают ландшафты (типы ландшафтов).

Ландшафтное разнообразие Крыма (124 типа местности, объединенных в 9 типов ландшафтов, Г.Е. Гришанков, 1997) определяется его пограничным положением. Крым в целом можно рассматривать как сложный макрэкотон. Он формируется на контакте контрастных тектонических и орографических структур, на стыке умеренного и субтропического поясов, протяженность в сотни километров имеет зона контакта суши и моря. Внутренняя ландшафтная организация территории Крымского полуострова также характеризуется наличием различных происхождения и структуре ландшафтных систем: равнинных и горных, степных и лесных, сухопутных и субаквальных. В зоне их контакта формируются ландшафтные мезоэкотоны, характеризующиеся повышенным биологическим разнообразием и специфической пространственной структурой. Так, например, на контакте равнинного степного и горно-лесного Крыма сформировался ландшафтный экотон лесостепного Предгорья, на контакте моря и суши образовались специфические ландшафты морских побережий с полосой пляжей, абразионными обрывами и галофитной растительностью.

Ландшафты различаются по характеру взаимодействия природных компонентов и деятельности человека, они по-разному реагируют на хозяйственные воздействия, на загрязнения. Различные типы ландшафтов имеют разную устойчивость и потенциал самоочищения.

Для анализа и оценки потенциала самоочищения ландшафтов Крыма как основа с операционными единицами была использована ландшафтная карта Г.Е. Гришанкова (1997) (восстановленных ландшафтов). При этом учитывались основные факторы, определяющие способность ландшафта к самоочищению: климатические (годовое количество осадков, повторяемость осадков, количество облачных дней и дней с туманами, количество солнечных дней, продолжительность солнечного сияния, сумма активных температур, количество дней с температурой выше 0<sup>0</sup>, повторяемость ветров и т.п.); почвенно-литологические (характер подстилающей породы, механический состав почв, щебнистость); геоморфологические (местоположение, уклон поверхности, степень расчлененности и пр.). Совокупное действие факторов определяет потенциал самоочищения различных ландшафтов.

Составленная база данных и возможности Arc GIS, Arc View Spatial Analysis и ENVI 3.0 [3, 5] позволили провести пространственный анализ, оценку и картографическую визуализацию результатов оценки потенциала самоочищения ландшафтов Крыма (рис. 1).

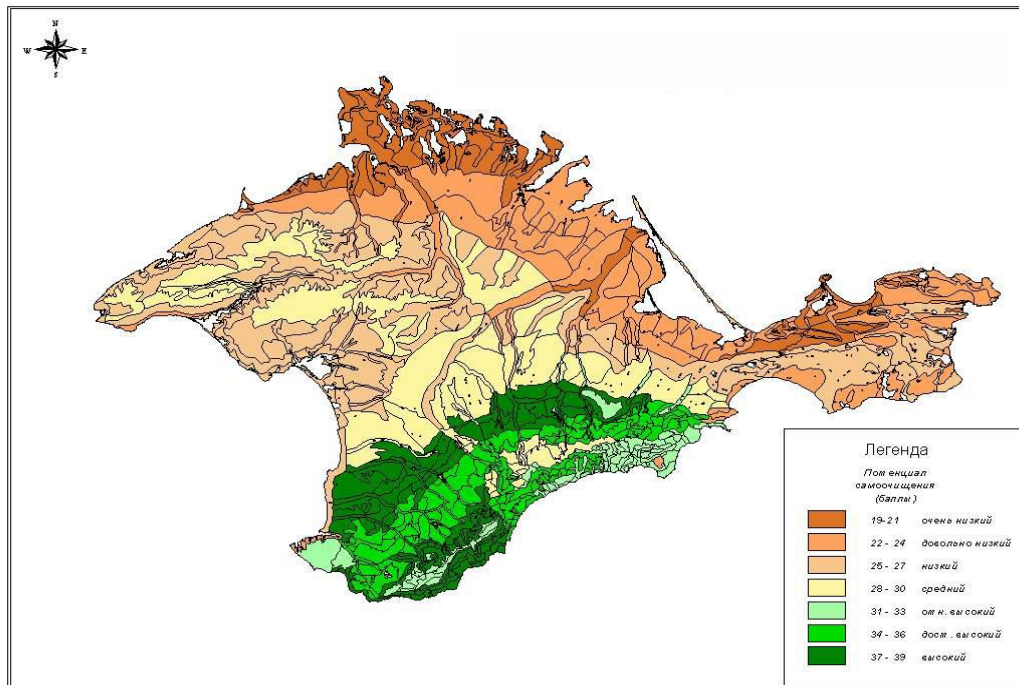


Рис. 1. Потенциал самоочищения ландшафтов Крыма

Зональные ландшафты Крыма имеют разный потенциал самоочищения. Горные лесные ландшафты обладают высоким и достаточно высоким потенциалом самоочищения (34-39 баллов), поскольку наилучшим образом обеспечивают вынос загрязнений за свои пределы (действие механизма «проточности» обеспечивается большими уклонами и расчлененностью поверхности) и обладают большими способностями к разложению продуктов техногенеза, благодаря хорошему увлажнению и большой биомассе.

На яйлах (средний 28-30 – ландшафты восточных яйл и относительно высокий 31-33 у ландшафтов западных яйл) самоочищению способствует высокая повторяемость ветров, большое количество осадков, а также интенсивное поглощение и просачивание атмосферных осадков благодаря повсеместному развитию карстовых процессов и форм (карстовые воронки, провалы и трещины).

Лесостепные предгорные ландшафты обладают высоким (37-39 баллов) потенциалом самоочищения по рассеиванию и выносу загрязнений, благодаря своему транзитному местоположению в рельефе, высокой степени расчлененности и наличию речных долин. Речные долины являются своеобразными коридорами, которые концентрируют и выносят с током воды загрязняющие вещества. Горнодолинные ветры, циркулирующие по долинам рек, способствуют проветриванию и перемещению загрязнителей воздушным путем.

Самым низким потенциалом самоочищения (очень низкий 19-21 и довольно низкий 22-24) характеризуются ландшафты сухих степей, формирующиеся на гидроморфных равнинах. Низменное (подчиненное) местоположение в рельефе, тяжелый механический состав почв способствует накоплению загрязняющих веществ, а достаточно низкая активность биологических процессов обуславливает медленное их разложение.

Потенциал самоочищения ландшафтных систем зависит не только от выше перечисленных факторов, но и от состояния ландшафтных систем на момент исследования их устойчивости к внешним воздействиям, связанным с поступлением загрязняющих веществ. Расширение пространственных масштабов хозяйственной деятельности, трансграничный перенос загрязняющих веществ на территорию Крыма снижают потенциал самоочищения ландшафтов. В этом плане необходимость и важность экологического мониторинга очевидна. Только одновременный учет потенциала самоочищения ландшафтных систем и их современного экологического состояния позволит выявить пороговые значения устойчивости и определить нормы воздействия на ландшафтные системы.

## Литература

1. Боков В.А., Бобра Т.В., Лычак А.И. Нормирование антропогенных нагрузок на окружающую среду. Учебное пособие.- Симферополь, 1999.
2. Бобра Т.В., Лычак А.И. Ландшафтные основы территориального планирования.- Симферополь: Таврия-Плюс, 2003. - 172 с.
3. Лычак А.И., Бобра Т.В. ГИС в территориальном планировании. Часть 1. – Симферополь:Таврия-Плюс, 2003.- 150 с.
4. Бобра Т.В., Боков В.А. Ландшафты и экосистемы.- В кн.: Экология Крыма.- Симферополь: Крымучпедгиз, 2003.- С. 86-99.
5. Лычак А.И., Бобра Т.В. Новые компьютерные технологии в экологии. – Симферополь: Таврия-Плюс, 2004. – 156 с.