

устойчивость как длительное однонаправленное развитие территории с сохранением природных свойств;

устойчивость как генетическая связанность между типами или группами типов ландшафтов данной территории, обусловленная их разнообразием;

устойчивость структурно-морфологическая, обязанная повторению, но не тождественности природных комплексов и сохранности первичного вертикального профиля ландшафта.

Таким образом, потенциальная устойчивость ландшафтов свидетельствует о возможной ответной реакции на различные виды техногенных воздействий. Отсюда вытекает наиболее важное свойство устойчивости как способности сопротивляться техногенным воздействиям и возвращаться в первоначальное состояние в силу степени способности к самовосстановлению и саморегуляции.

Одним из наиболее значимых показателей устойчивости геосистем служит способность их к самоочищению, которое определяется как внутренними свойствами, так и внешними факторами воздействия на отдельные компоненты и ландшафт в целом. Наиболее существенную роль в процессе самоочищения играют такие компоненты ландшафта, как почва и вода с учётом рассеивающей способности приземного слоя атмосферы.

Устойчивость геосистем зависит, в первую очередь, от общих свойств их компонентов и от особенностей внешнего воздействия природных и техногенных факторов (их характера и интенсивности).

Представление об устойчивости ландшафтов к техногенным воздействиям происходит через установление связей в цепочке: ВОЗДЕЙСТВИЯ → ИЗМЕНЕНИЯ → ПОСЛЕДСТВИЯ.

Под воздействием понимают все виды деятельности человека, вызывающие изменения в природной среде: В первую очередь, это изъятие или привнос вещества и энергии, сооружение технических объектов, трансформация компонентов или процессов геологической среды, т. е. всё то, что может привести к нарушению хода природных процессов. Воздействия можно классифицировать по месту проявления в пространстве: точечно-очаговые, линейно-сетевые, площадные, - или во временном аспекте: длительно-кратковременные, непрерывно-импульсивные, сезонно-круглосуточные.

Понятие "изменения" включают в себя нарушение состава, состояния, режима функционирования геосистем и их компонентов. Степень же изменения зависит от территориального распространения воздействий (масштаба), продолжительности воздействия, потенциальной природной устойчивости геосистемы и интенсивности воздействия.

Последним звеном в этой цепочке является понятие "последствия", т. е. изменения в жизни населения или хозяйствования под влиянием изменения природной среды. Последствия могут быть различными: как положительными, так и отрицательными. Возможные отрицательные последствия в функциях природной среды представлены в табл. 1.

Таблица 1

Возможные отрицательные последствия в функциях природной среды
(по Л.И. Мухиной и Т.Г. Руновой [2])

Воздействия	Изменения	Последствия
Изъятие вещества и энергии из природы Привнесение вещества и энергии в природу	<u>Первичные</u> Изменение запаса, баланса, круговорота вещества и энергии	<u>Первичные</u> Количественное и качественное истощение природных ресурсов (функция ресурсовоспроизводства)
Трансформация вещества и энергии природы (без изъятия и привнесения)	Изменение химического, физического и механического состояния вещества и энергии	Загрязнение и деградация окружающей среды (функция средоформирования)
Возведение инженерных сооружений	Изменения динамики (режима) природных процессов <u>Вторичные</u> Изменение структуры, связей, обмена, продуктивности геосистемы	Сокращение свободных и рост нарушенных территорий (функция места) <u>Вторичные</u> Сокращение площадей нетронутых ландшафтов, уменьшение их разнообразия, уменьшение видового разнообразия биоты

Вторичные изменения и последствия вызваны цепными реакциями и проявляются на уровне целостных геосистем.

Установление связей в цепочке: “воздействие – изменения – последствия” может позволить решить задачу оценки степени устойчивости геосистем к техногенным воздействиям и определить потенциал техногенной нагрузки на природную среду. Это даст возможность выявить максимальную и минимальную степени указанной нагрузки, за пределами которых лежит либо возможность устойчивого естественного развития геосистемы, либо опасность возникновения необратимых процессов, приводящих к экологической катастрофе.

Необходимо учесть, что воздействие деятельности человека на природную среду осуществляется, главным образом, через технику и технологию, и здесь возможны два направления этого процесса: движение вещества и энергии от техники к природной среде и наоборот (см. рисунок).



Источником техногенного воздействия на природные геосистемы являются технологические процессы любого производства, в которых осуществляется обмен веществом, энергией, информацией с природной средой и которые тем или иным образом влияют на такие компоненты, как литосфера, гидросфера, атмосфера, фито-, зоо- и микробиоценоз.

Дифференциация ландшафтов по степени природной потенциальной устойчивости позволяет конкретизировать подходы и методы природоохранной деятельности при размещении новых или реконструкции существующих объектов техногенного воздействия.

Оценка интенсивности техногенного воздействия на геосистемы может быть определена различными методами. Очевидно, что наиболее корректным и менее трудоемким методом является метод совмещенного анализа картографических материалов. Данный метод предполагает проведение покомпонентного анализа техногенного воздействия в пределах конкретного ландшафта путём совмещения всех тематических картографических материалов. При этом оценивается воздействие всех источников техногенеза на свойства и функции всех компонентов ландшафта. В сравнении с фоновыми значениями все ландшафты по интенсивности техногенного воздействия можно разделить на пять классов: очень сильно изменённые, сильно изменённые, средне изменённые, слабо изменённые и несущественно изменённые.

Выявление групп ландшафтов с близкими значениями потенциальной устойчивости и интенсивности техногенного воздействия является основой ландшафтно-экологического подхода при решении задач управления техногенезом.

Ландшафты, объединённые в группы, характеризуются близкими значениями степени природной потенциальной устойчивости и интенсивности техногенного воздействия, существующего на данный момент времени, и обладают возможной одинаковой ответной реакцией на размещение в их пределах новых источников техногенеза (табл. 2).

Ландшафты первой группы весьма устойчивы и испытывают несущественное техногенное воздействие, поэтому не требуют проведения предварительных природоохранных мероприятий в случае размещения в их пределах новых источников техногенеза. Достаточно соблюдать существующие нормативно-правовые акты, инструкции и наставления по охране атмосферного воздуха, почв, растительного покрова, поверхностных и подземных вод.

При размещении новых источников техногенеза на территории, занятой ландшафтами второй группы, необходимо предусмотреть проведение природоохранных мероприятий по локальному улучшению состояния отдельных компонентов геосистемы.

Ландшафты третьей группы находятся в состоянии равновесия, т. е. оказываемое техногенное воздействие снимается способностью ландшафтов к самоочищению и самовосстановлению. Поэтому требуется лишь проведение мероприятий по экологической оптимизации хозяйственной деятельности.

Таблица 2

Группы ландшафтов с близкими значениями природной потенциальной устойчивости и интенсивности техногенного воздействия

Устойчивость ландшафтов	Изменённость ландшафтов техногенезом				
	несущественно изменённые	слабо изменённые	средне изменённые	сильно изменённые	очень сильно изменённые
Весьма устойчивые	1				
Устойчивые		2			
Средне устойчивые			3		
Неустойчивые				4	
Крайне неустойчивые					5

Ландшафты четвёртой группы испытывают сильное техногенное воздействие, которое превышает возможности ландшафтов к сохранению устойчивого функционирования. Такое состояние ландшафтов требует решения задач по жёсткому контролю за соблюдением всех природоохранных норм, по организации импактного мониторинга и увеличению надёжности технических систем. Необходим выбор используемых технологий в пользу более экологичных и более надёжных (приоритет экологических интересов над экономическими).

Для ландшафтов пятой группы требуется режим заповедования с одновременным проведением работ по рекультивации ландшафтов, т. е. создание материальной модели ландшафта, которая должна отвечать современным природным условиям и возможному дальнейшему хозяйственному использованию.

Следовательно, оценка природной потенциальной устойчивости геосистем и интенсивности техногенного воздействия на них на основе ландшафтно-экологических принципов дает возможность определить общую стратегию природопользования в условиях техногенного воздействия на геосистемы.

Несмотря на это, существующие методы оценки воздействия на природную среду, как правило, не учитывают того, что нет и не может быть воздействия на часть или отдельный компонент природной среды, что любое воздействие есть воздействие на всю систему, на весь ландшафт в целом. Вполне очевидно, что ущерб, наносимый природной среде, зависит не только от типа и интенсивности воздействия, но и от свойств каждого конкретного ландшафта.

Наиболее значимым свойством ландшафта, несомненно, является его экологический потенциал, под которым автором понимается запас потенциальной природной устойчивости в условиях конкретной техногенной нагрузки. Такой подход позволяет оценить возможность увеличения техногенной нагрузки, не достигая пограничного состояния, за пределами которого начинают развиваться необратимые деструктивные процессы в природных системах.

Однако увеличение техногенной нагрузки должно опережаться профилактическими природоохранными мероприятиями, проводимыми с учётом дифференцированного подхода к свойствам и состоянию каждого компонента ландшафта в отдельности.

Введение понятия экологического потенциала ландшафта и его использование при разработке как комплекса природоохранных, так и реабилитационных мероприятий требует количественного подхода. Для решения этой задачи необходимо провести количественную оценку параметров устойчивости и интенсивности существующего техногенного воздействия, после чего вычислить комплексную балльную оценку с учётом весовых коэффициентов. Так, по пятибалльной системе можно оценить и природную устойчивость, и интенсивность техногенного воздействия. Это позволяет ввести коэффициент текущего состояния ландшафта ($K_{тс}$):

$$K_{тс} = \frac{У}{Н}, \quad (1)$$

где $У$ – природная потенциальная устойчивость; $Н$ – интенсивность техногенной нагрузки.

При $K_{тс}=1$ ландшафт находится в состоянии, так называемого динамического равновесия, когда техногенная нагрузка на компоненты ландшафта компенсируется природной способностью к саморегуляции, но сохранение сбалансированного состояния возможно при отсутствии её увеличения, т. е. объём воздействия, оказываемого в единицу времени, не подавляет процессов самовосстановления и самоочистения.

В целях поддержания природных процессов саморегуляции для ландшафтов этой группы можно рекомендовать проведение мероприятий по экологической оптимизации хозяйственной деятельности с учётом акцентирования работ на наиболее уязвимых компонентах ландшафта.

Представляется оптимальным проведение дальнейшей разбраковки ландшафтов относительно описанной группы, применяя для этой цели коэффициент экологического потенциала ($K_{эп}$), под которым автором понимается количественная характеристика резерва природной потенциальной устойчивости ландшафта в условиях существующей нагрузки. Если состояние ландшафтов рассмотренной группы принять за базовое, то можно определить коэффициент экологического потенциала следующим образом, как разность коэффициента текущего состояния анализируемого ландшафта и ландшафтов с $K_{тс}=1$:

$$K_{эп} = K_{тс} - 1. \quad (2)$$

Такая операция с учётом сопоставления с результатами натурных наблюдений позволяет провести группировку изучаемых ландшафтов по признаку комплекса необходимых мероприятий по оптимизации:

$$\begin{aligned} K_{эп} &\leq -0,5; \\ -0,5 < K_{эп} < 0; \\ K_{эп} &= 0; \\ 0 < K_{эп} &\leq 1,0; \\ K_{эп} &> 1,0. \end{aligned}$$

Представляется очевидным, что отрицательное значение коэффициента экологического потенциала указывает на необратимость развития деструктивных процессов в ландшафте, причём значение $K_{эп}$, лежащее ниже $-0,5$, присуще ландшафтам, где на фоне нарушенных межкомпонентных связей сама внутриландшафтная структура полностью изменена. Для такого ландшафта будет характерна замена естественного рельефа антропоморфным, истощение, а может, и полная замена почвенного слоя техногенными грунтами, нетипичными растительными ассоциациями. Сам же вопрос существования ландшафта в сформировавшемся виде требует постоянного контроля и регулирования со стороны человека, поэтому для таких ландшафтов необходимо введение режима полного заповедывания.

Таким образом, использование оценки экологического потенциала позволяет более полно учитывать всю гамму природных свойств и особенностей ландшафта и тем самым облегчает выбор наиболее эффективных природоохранных мероприятий и определение путей оптимизации природопользования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Звонкова Т.В. Географическое прогнозирование. М.: Высшая школа, 1987. 192 с.
2. Мухина Л.И. Принципы и методы технологической оценки природных комплексов. М.: Наука, 1973, 95 с.
3. Мухина Л.И. Исследование природно-антропогенных геосистем: Конспект курса лекций. М.: Российский открытый университет, 1995. С. 4-7.