

УДК 504.064.2+504.06

ОЦЕНКА И МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ ТЕРРИТОРИЙ ЛОКАЛЬНОГО УРОВНЯ

Л.С. ЛИС

(Институт проблем использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси, Минск)

Приведено описание комплексных количественных показателей оценки экологического состояния территорий. На основе анализа разноплановых характеризующих показателей определены целевые функции задачи управления состоянием окружающей среды. Предложены расчетный механизм определения критериальных функций и метод управления, гарантирующий благоприятные жизнеобеспечивающие условия для людей.

Оценка экологического состояния природно-территориальных комплексов относится к той категории оценок, которая наилучшим образом отражает современные представления о взаимоотношениях человеческого общества и окружающей среды. Нами разработана система комплексной количественной оценки экологического состояния территорий локального уровня [1], которая включает два интегральных показателя - индекс природно-экологического потенциала ($I_{\text{пеп}}$) и индекс хозяйственной освоенности ($I_{\text{хо}}$), а также параметры структурной организации территории - коэффициент раздробленности ($K_{\text{рдр}}$) и мсРЭ экологической сопряженности ($m_{\text{ср}}$).

При определении (расчете) первого из них ($I_{\text{пеп}}$) учитывается наличие и характеристики в оцениваемой территориальной единице как экологического каркаса охраняемых территорий, так и природных комплексов, обладающих репродуктивными свойствами с учетом степени нарушенное™ в современных условиях. Кроме того, здесь оцениваются сложившиеся в процессе эволюционного развития и становления геологические, географические и геоморфологические условия, обеспечивающие возможность трансформации техногенных загрязнителей и их выноса за пределы рассматриваемой территории. Это относится к ландшафтной структуре, гидроклиматическому потенциалу и характеристикам почвенного покрова и оценивается коэффициентом самовосстановления-самоочистения отдельных ареалов ($K_{\text{св}}$).

Хозяйственная освоенность территории характеризует как характер и масштабы воздействия, производимых вследствие производственно-хозяйственной деятельности человеческого общества, так и степень вызванных такими воздействиями изменений, которые происходят в компонентах природных сред. Этот комплексный показатель формируется за счет параметров и характеристик разнообразных видов нагрузки, но может быть получен только при дифференциальном подходе к выявлению факторов воздействия и обоснованном определении зон их влияния.

При расчете индекса $I_{\text{хо}}$ использована классификация видов воздействия по 4-м основным хозяйственным нагрузкам: промышленной, сельскохозяйственной, транспортной и демографической. Это позволяет системно выделить источники загрязнения, а также взаимосвязанно охарактеризовать процессы воздействия по всей технологической цепи рассматриваемых видов деятельности. Такой подход обеспечивает применение в выполняемых оценках отраслевых наработок и учет имеющихся в них приоритетов в свете поставленных задач. Кроме того, значение этого показателя в значительной мере определяет те ограничения, которые накладываются на благоприятность окружающей среды.

Значения индекса $I_{\text{хо}}$ и его составляющих косвенно характеризуют экологические показатели производственной деятельности на оцениваемой территориальной единице, в том числе по отдельным отраслям, что позволяет ориентироваться в управлении и своевременно предупреждать возникающие негативные тенденции.

Структурные характеристики $K_{\text{рдр}}$ вводимые в систему оценки в качестве дополнительного звена, также имеют значимость в оценке состояния окружающей среды и подлежат учету при управлении [2].

Оценка экологического состояния природно-территориальных комплексов ориентирована на территорию административного района как операционной единицы, наиболее приближенной к решению практических проблем природоохранной деятельности.

Решение задачи по оценке экологического состояния территорий предполагает разработку принципов его планирования и управления. В этом случае административный район необходимо рассматривать как сложную социально-экономическую систему, характеризующуюся многокомпонентностью его показателей, а также трудностями, определяемыми выявлением характера взаимосвязей этих показателей и их вероятностной природой.

Весь разноплановый арсенал используемых показателей и характеристик такой системы представлен на рис. 1 в виде обобщенного алгоритма оценок и классифицирован нами по типам.

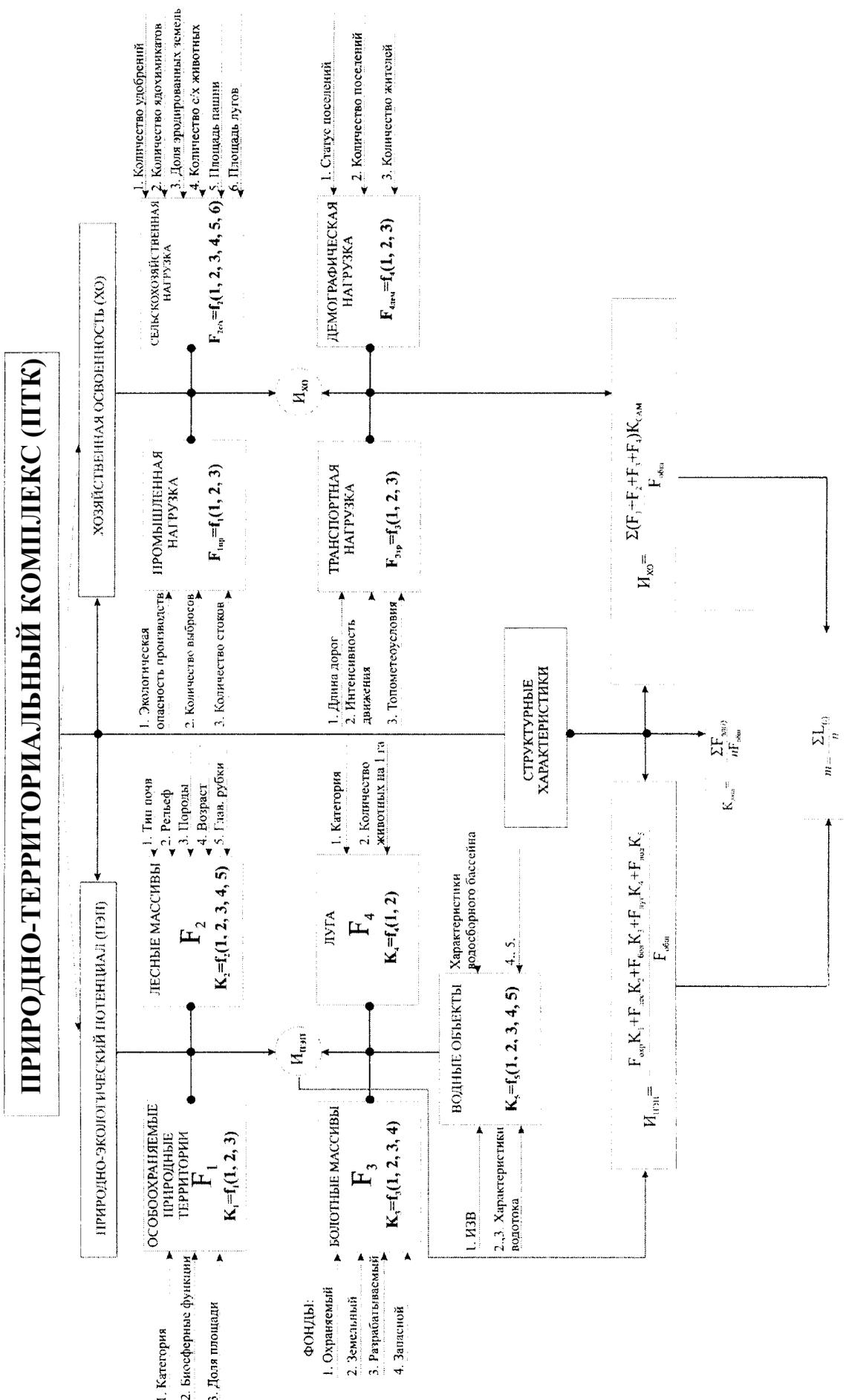


Рис. 1. Алгоритм расчета показателей оценки экологического состояния

Классификация обобщенного алгоритма оценок по типам:

- вектор x - описательно-поведенческие признаки, характеризующие назначение и объективные условия функционирования каждого из составляющих природно-территориальных комплексов (ПТК) (заложены в методиках расчетов);

- вектор u - управляемые и частично управляемые (регулируемые) факторы, определяющие уровень выполнения функциональных свойств отдельными составляющими в количественных и качественных показателях;

- векторы $I_{пэп}$ и $I_{хо}$ - критериальные (комплексные) признаки, характеризующие степень оптимальности функционирования всей социально-экономической системы (количественные) и намечающие пути изменения уровня ее эффективности.

В таком представлении отдельные целевые функции управления по критериальным векторам выразим:

$$\begin{aligned} P_1 \{x_1(u_1) \in \Delta I_{пэп}, \omega\} &\rightarrow \max; \\ P_2 \{x_2(u_2) \in \Delta I_{хо}\} &\rightarrow \min, \\ \text{при } \Delta I_{хо} &< (\Delta I_{пэп}, \omega), \end{aligned} \tag{1}$$

где P_1, P_2 – вероятностные реализации мероприятий, связанных с изменением значений критериальных признаков $I_{хо}$ и $I_{пэп}$; $x_1(u_1) \in \Delta I_{хо}$, $x_2(u_2) \in \Delta I_{пэп}$ – возможные приращения критериальных признаков при реализации планируемого расширения хозяйственной деятельности ($\Delta I_{хо}$) и ввода мероприятий по охране окружающей среды ($\Delta I_{пэп}$); u_1, u_2 – интервалы изменений регулируемых факторов; ω – коэффициент дисконтирующей функции [3, 4], учитывающий временную задержку воздействия от реализации природоохранных мероприятий по сравнению с таковым при строительстве технического объекта.

Приведенные ограничения при отдельных целевых функциях, представляющие собой соотношения критериальных векторов, выражают определяющий принцип планирования и управления качеством окружающей среды. Этот принцип заключается в адекватной компенсации приращения техногенных нагрузок за счет расширения хозяйственной деятельности реализацией природоохранных мероприятий, повышающих природный резерв территории.

Приведем механизм практических расчетов при реализации задач по планированию. Для расчетов критериальных функций $\Delta I_{пэп} = x_1(u_1)$ и $\Delta I_{хо} = x_2(u_2)$ нами предложены следующие подходы. Используем показатель дифференциальной чувствительности индекса $I_{хо}$, выражающий величину приращения $I_{хо}$ при увеличении значения конкретного вида хозяйственной нагрузки. В качестве иллюстрации на рис. 2 приведены зависимости дифференциальной чувствительности $I_{хо}$ по промышленной и сельскохозяйственной нагрузкам от их уровня, которые свидетельствуют о приемлемости линейной ее аппроксимации:

$$S(I_{хо}) = \frac{\Delta I_{хо}}{\Delta F_{загр}} = a_2 + b_2 u_2, \tag{2}$$

где $S(I_{хо})$ – дифференциальная чувствительность индекса $I_{хо}$; $\Delta I_{хо}$ – приращение его значения, обусловленное планируемым развитием хозяйственной деятельности; $\Delta F_{загр}$ – приращение площади воздействия техногенных нагрузок: промышленной, сельскохозяйственной, транспортной и демографической; u_2 – значение управляемого фактора (дополнительной площади загрязнения, %).

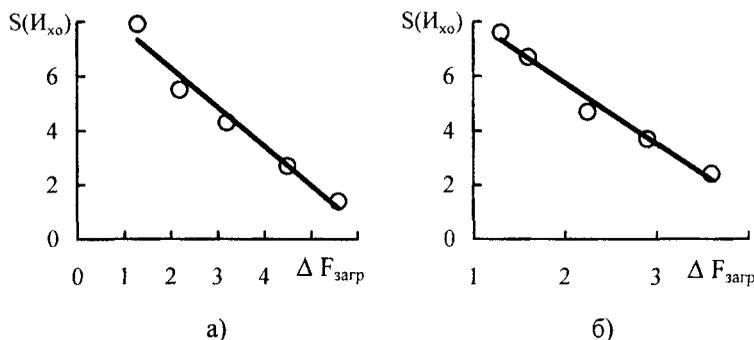


Рис. 2. Зависимость дифференциальной чувствительности $I_{хо}$ по промышленной (а) и сельскохозяйственной (б) нагрузкам от их уровня, выраженной в приращении загрязненной площади, %

Для расчетов значений увеличения природного потенциала за счет реализации природоохранных мероприятий введем показатель дифференциальной чувствительности по индексу $I_{пз}$:

$$S(I_{пз}) = \frac{A I_{пз}}{A F_x} \quad (3)$$

где $A F$ - приращение площади природных комплексов (лесных, болотных, водных, луговых), %; i , - значение управляемого фактора от реализации природоохранных мероприятий.

Зависимость введенного показателя $S(I_{пз})$ для двух природных экосистем иллюстрирует рис. 3.

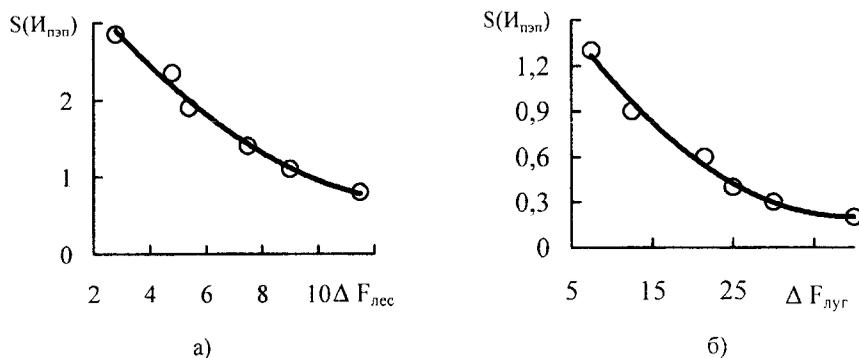


Рис. 3. Зависимость дифференциальной чувствительности $I_{пз}$ по лесным (а) и луговым (б) экосистемам от величины их площадей, %

На основании выполненных расчетов по выборке 12-ти исследуемых административных районов территории республики [1] определены коэффициенты полученных уравнений (2) и (3), которые приведены в таблице.

Значения коэффициентов уравнений

Вид хозяйственной нагрузки	Значение		Категория природных комплексов	Значение	
	a_2	b_2		a_1	b_1
Промышленная	11,0	-2,50	Леса + + особо охраняемые природные территории (ООПТ)	16,7	-0,80
Сельскохозяйственная	12,2	-0,36	Болотные массивы	14,8	-0,14
Транспортная	7,9	-1,46	Луга	12,6	-1,00
Демографическая	5,7	-0,81	Водные объекты	12,0	-1,02

Для реализации задач по планированию экологического состояния в распоряжении управляющих органов имеются необходимые варианты хозяйственной деятельности, вызванные потребностью развития народно-хозяйственного комплекса, а также арсенал природоохранных мероприятий, обеспечивающих повышение природного потенциала территориальных комплексов (рис. 4).

На приведенном алгоритме показаны сгруппированные по определенному признаку мероприятия, относящиеся к функциям A_i и D_i , в результате чего удалось определить для них соответствующие коэффициенты уравнений (2) и (3). В конкретных условиях местности эти арсеналы могут быть расширены и дополнены.

Механизм практической реализации планирования состоит в выборе нескольких вариантов парных мероприятий (хозяйственный объект - природоохранные меры) и выполнении соответствующих расчетов. Выбор оптимального варианта основывается на выполнении, прежде всего, ограничивающего условия целевых функций, а также на учете экономических показателей.

**МЕРОПРИЯТИЯ
ПО СТАБИЛИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ**

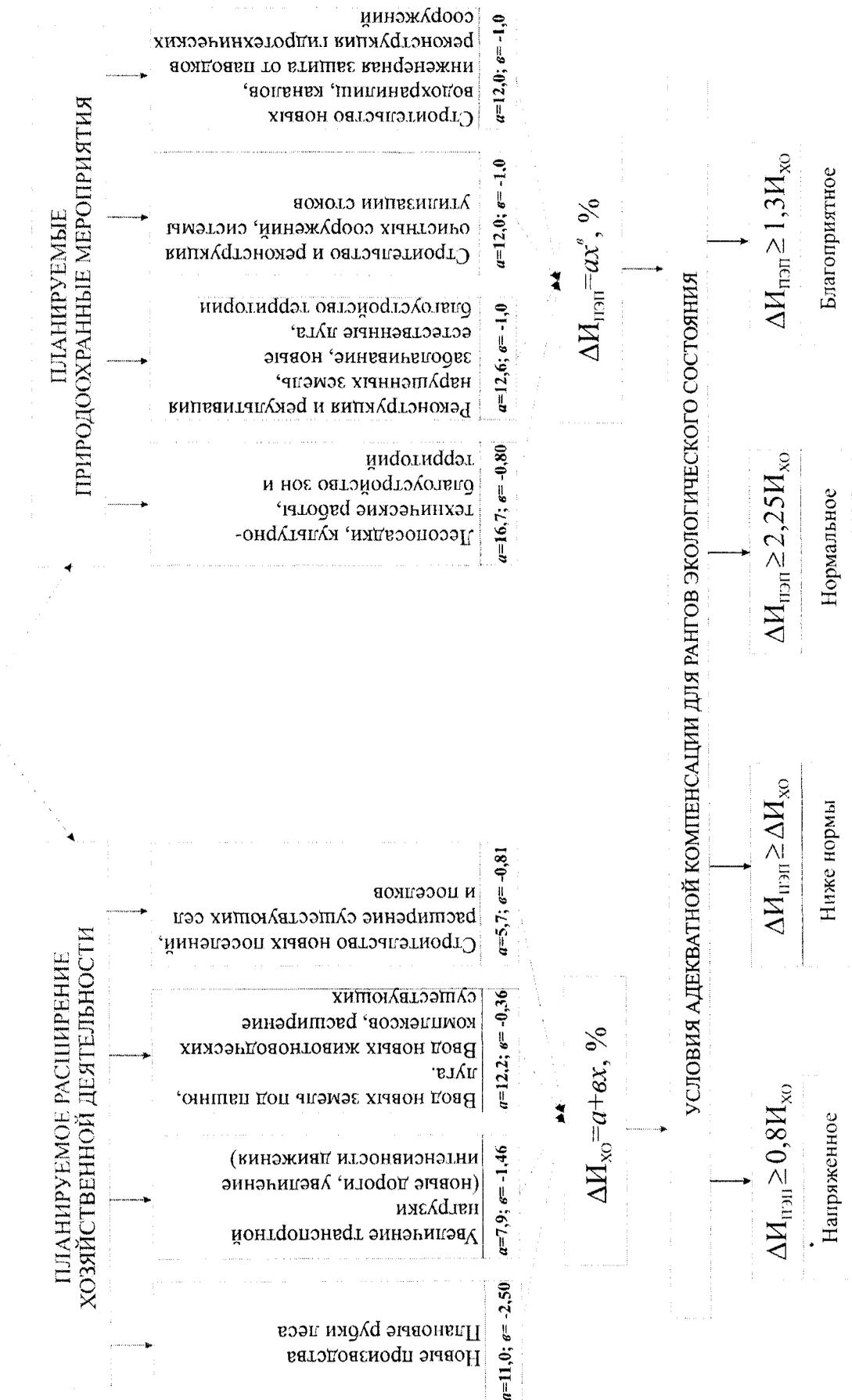


Рис. 4. Алгоритм расчетов при планировании и управлении экологическим состоянием территории

На втором этапе планирования и управления состоянием окружающей среды необходимо использовать структурные характеристики организации территории. Исходя из методических подходов их формирования [1], выразим отдельные целевые функции этих характеристик:

$$\left. \begin{aligned}
 K_{\text{раздр}} &= \frac{\sum_{i=1}^n F_{\text{эп}(i)}}{nK_{\text{бщ}}} \cdot \frac{2 \cdot \sum_{i=1}^n L_i}{nK_{\text{бщ}}} \rightarrow \text{шах}; \\
 K_{\text{раздр}} &= \frac{\sum_{i=1}^n f_{\text{загр}(i)}}{nK_{\text{бщ}}} \rightarrow \text{min}; \\
 m_{\text{эс}} &= \frac{\sum_{i=1}^n L_i}{n_1} \rightarrow \text{max}
 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

при ограничении $f_{\text{загр}(i)} < F_{\text{доп}} - \text{общ}$.

Решение такой задачи выполняется при работе с картой, на которой нанесены существующие ареалы природных комплексов и зоны воздействия техногенных нагрузок. Выбор вариантов размещения планируемых мероприятий и объектов основан прежде всего на удовлетворении условий целевых функций, а также с учетом других разноплановых показателей [5].

Таким образом, определяющий метод управления для конкретной территориальной единицы обеспечивается адекватной компенсацией планируемого приращения техногенных нагрузок за счет увеличения природного потенциала территориальных комплексов. И в качестве заключительного принципа управления, которым следует руководствоваться управляющим органам при выборе альтернативных вариантов в планировании развития конкретных видов хозяйственной деятельности и конкретных мероприятий охраны окружающей среды, должно быть придание приоритетов экологическим выгодам, обеспечивающим устойчивое развитие природно-территориальных комплексов в сторону оздоровления для жизни будущих поколений людей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лис Л.С. Оценка экологического состояния природно-территориальных комплексов. - Мн: Принтгрупп, 2004,- 110 с.
2. Родман Б.Б. Поляризация ландшафта как средство сохранения биосферы и реакционных ресурсов // Ресурсы, среда, расселение: Сб. ст. - М.: Наука, 1974. - С. 150 - 162.
3. Айвазян С.А. Многомерный статистический анализ в социально-экономических исследованиях // Современные проблемы кибернетики. Сер. Математика, кибернетика. - 1981. -№ 8. - С. 15-40.
4. Андерсон Т. Статистический анализ временных рядов: Пер. с англ. - М.: Мир, 1976. - 755 с.
5. Методические установки по созданию эколого-географической карты масштаба 1:2 500 000: Учеб пособие/Под ред. О.А. Евтеева. -М.: Изд-во МГУ, 1992. - 111 с.