

Пойта П.С., Шведовский П.В., Глушко К.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АГРОЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ С ИХ РАСЧЕТНЫМИ СОСТОЯНИЯМИ

Оценка экологической устойчивости и, соответственно, экологическая безопасность природных и антропогенных во многом зависит от правильного выбора системы их расчетных состояний (случаев). Так как экологическая безопасность определяется относительной сохраняемостью и быстрым восстановлением способности к выполнению присущих функций, то оценка может базироваться на теории принятия решений в условиях неопределенности, непараметрических методов математической микростатистики или морфологическом анализе [1].

Для любой экосистемы, на основе анализа ее эволюции, используя эвристические методы, возможно, составить систему расчетных случаев ее развития, с соответствующей степенью детализации. При этом наиболее сложным и проблематичным является определение весовых коэффициентов ранговых последовательностей [2,3].

В качестве оценочного показателя (оценочного функционала) ранжирования нами использован критерий Байеса

$$W_i = \sum_{j=1}^n P_j \cdot R_{ij}, \text{ определяющий меру } \Delta_j = \max R_{ij} - 1,$$

$$1 \leq \Delta_j \leq m \text{ и сумму рангов } S_i = \sum_{i=1}^m R_{ij}, \text{ а для количе-}$$

$$\text{ственной оценки – оценку Фишборна } P_j = \frac{2 \cdot (n - j + 1)}{n \cdot (n + 1)},$$

$j=1, 2, \dots, n$.

С учетом принципа максимума неопределенности, выражения этих критериев и параметров примут вид:

$$S = \sum_{j=1}^{\ell} k_j \cdot (n - j + 1); \quad \ell = n - \sum_{j=1}^n (k_j - 1);$$

$$\sum_{j=1}^{\ell} k_j \cdot P_j = 1; j=1, 2, \dots, n; P = (n - j + 1)/S, \quad (1)$$

где k_j – степень кратности ранговых последовательностей при упорядочении по мере Δ_j .

Морфологическая матрица ранговых состояний для агроландшафтных систем Белорусского Полесья имеет вид таблицы 1. В основу матричных данных положены результаты исследований последних 20 лет [4].

Анализ матрицы определяет следующие значения мер: $\Delta_1=9, \Delta_2=4, \Delta_3=8, \Delta_4=9, \Delta_5=2, \Delta_6=7, \Delta_7=10, \Delta_8=7, \Delta_9=8, \Delta_{10}=7, \Delta_{11}=10$ и $\Delta_{12}=9$, что и обуславливает следующее упорядочение последовательностей $B_7(B_{12}) > B_{12}(B_1, B_4) > B_3(B_9) > B_{10}(B_6, B_8) > B_2 > B_5$ с соответствующими весовыми коэффициентами $P_7=P_{11}=0,1008; P_{12}=P_1=P_4=0,0924; P_3=P_9=0,0840; P_{10}=P_6=P_8=0,0756; P_2=0,0672; P_5=0,0588$.

Данное упорядочивание и определяет меру влияния факторов на экобезопасность геосистем и тем самым необходимую степень их детализации. Определяющими факторами являются уровень гармонизации ресурсовоспроизводящих и средоформирующих функций (C_7), демографическая емкость территории по ресурсам (C_{11}), репродукционная способность территории (C_{12}), показатель антропогенных преобразований (C_1) и степень взаимодействия природных и производствен-

ных процессов (C_4). Полной детализации подлежат уровень гармонизации ресурсовоспроизводящих и средоформирующих функций и демографическая емкость территории по ресурсам.

Ранговая предпочтительность состояний экосистем с учетом совокупного действия факторов A^I и только определяющих факторов A^{II} следующая:

$$A_8^I > A_7^I > A_6^I > A_{10}^I \text{ и } A_6^{II} > A_7^{II} > A_{11}^{II} > A_9^{II}. \quad (2)$$

Анализ ранговой предпочтительности определяет в качестве оптимального состояния $A_7^{I,II}$, которое формируется группой факторов по системе

$$C_{11} \rightarrow C_{10} \rightarrow \left\{ \begin{matrix} C_6 \\ C_3 \\ C_{12} \end{matrix} \right\} \rightarrow C_8 \rightarrow C_9 \rightarrow \left\{ \begin{matrix} C_4 \\ C_7 \\ C_2 \\ C_1 \end{matrix} \right\} \rightarrow C_5. \quad (3)$$

Для сравнения выполнено ранговое ранжирование предпочтительности состояний экосистемы и формирующей системы факторов по критерию Байеса.

Соответственно имеем:

$$W_1=7,3668; \quad W_2=3,1496; \quad W_3=5,1963;$$

$$W_4=7,1976;$$

$$W_5=3,0643; \quad W_6=8,7982; \quad W_7=9,3619;$$

$$W_8=5,1965;$$

$$W_9=4,8392; \quad W_{10}=3,6197; \quad W_{11}=9,0910;$$

$$W_{12}=8,3641.$$

Следовательно

$$A_7 > A_{11} > A_6 > A_{12} > A_1 > A_4 > A_8 > A_9 > A_{10} > A_2 > A_5$$

Совпадение предпочтительности состояний по разным критериям практически полное.

Определяя по выборке $W_i (i=1, 2, \dots, 12)$ параметры распределения генеральной совокупности $m_w=3,6927$ и $\sigma_w=0,9318$ с помощью таблицы интегральной показательной функции, находим студентизированную величину $X=0,182$, которой соответствует вероятность $P=0,92$.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Никифоров И.В. Последовательное обнаружение изменения свойств временных рядов. – М.: Наука, 1983. – 198 с.
2. Румбель Э. Статистика экстремальных значений. – М.: Мир, 1965. – 392 с.
3. Мартыщенко Л.А., Панов В.В. Моделирование распределений, заданных характеристическими функциями. – М.: Кибернетика, 1985, №3, с. 19-26.
4. Федоров В.Г., Шведовский П.В., Лукша В.В. Комплексная социо-эколого-экономическая оценка процессов трансформации природных и создания агроландшафтных систем. Вестник БГТУ, №2(2) 2000. – Брест.: БГТУ, 2000, – с.2-4.

Пойта Петр Степанович. К.т.н., доцент каф. оснований, фундаментов, инженерной геологии и геодезии Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БГТУ, 224107, г. Брест, ул. Московская, 267.

Таблица 1 – Морфологическая матрица детализации факторов и ранговых состояний.

Фактор	Состояние экосистемы												
	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6	A_7	A_8	A_9	A_{10}	A_{11}	A_{12}	A_{13}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Показатель антропогенных преобразований (C_1)	1	6	9	10	10	8	3	5	6	7	2	4	3
Степень использования биосферных ресурсов (C_2)	3	2	1	7	8	6	3	9	4	10	11	2	7
Степень обратимости антропогенных изменений в биосфере (C_3)	2	2	1	3	7	9	6	4	8	1	2	7	3
Степень взаимодействия природных и производственных процессов (C_4)	1	6	9	10	10	8	3	5	6	7	2	4	3
Степень антропоустойчивости элементов природной среды (C_5)	2	1	2	3	2	3	1	2	1	3	2	3	2
Уровень геохимической активности территории (C_6)	8	5	8	1	2	4	6	8	3	5	3	2	4
Уровень гармонизации ресурсовоспроизводящих и средоформирующих функций (C_7)	3	4	5	2	2	4	3	2	3	5	1	2	3
Критерий гомогенизации структуры (синантропность и экологическое разнообразие) (C_8)	6	2	1	6	3	5	5	3	2	9	8	7	4
Степень элементарно-функциональной организованности (C_9)	5	7	2	3	6	1	4	5	9	3	4	6	7
Интенсивность развития негативных процессов (C_{10})	4	3	6	1	2	7	8	9	2	6	3	4	5
Демографическая емкость территории по ресурсам (C_{11})	3	9	3	2	4	7	11	10	1	3	7	2	9
Репродукционная способность территории по основным компонентам биосферы (C_{12})	2	10	6	4	2	1	6	9	8	3	2	9	2