

ПРОГНОЗ ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ АНТРОПОГЕНИЗАЦИИ  
НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЭКО- И АГРОЭКОСИСТЕМП.В. Шведовский, А.А. Волчек<sup>1</sup>,

Брестский государственный технический университет, г. Брест, Беларусь

<sup>1</sup>Отдел проблем Полесья НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

*The methods to forecast stability of geosystems are discussed in the article. There are shown six categories of objects on the basis of the degree of technical influence. Predicting estimation of ecological stability of Polesien agricultural and ecological systems is given.*

Прогноз экологической устойчивости любых геосистем является важнейшим этапом ландшафтно-мелиоративных преобразований, направленных на оптимизацию природной среды, в целях улучшения неблагоприятных природных условий, и наиболее эффективное использование водно-земельных ресурсов, в соответствии с потребностями растений и сельскохозяйственных культур, так и целенаправленное регулирование почвообразовательных процессов в соответствии с законами эволюции [1, 5].

Формируемые сегодня природно-хозяйственные комплексы (ПТК) направлены также на вовлечение в хозяйственную деятельность и других биосферных ресурсов (рекреационных, лесных, грибо-ягодных, флористических, фауна-охотоведческих, рыболовческих, медико-биологических, историко-генетических и т.д.), а также оптимизацию ресурсовоспроизводящей и саморегулирующей функций среды обитания и обеспечение высокого уровня комфорта жизни (уровня проживания) [3, 7].

Сложность и неопределимость транзитивных цепочек причинно-следственных связей и систем в системах как по уровню структур (надсистема, система, подсистема), так и по уровню границ, ресурсов, воздействий, управляемости определяют необходимость использования в прогнозах устойчивости многокритериальной оптимизации по следующей совокупной матрице критериев: почвообразовательный процесс; производственный процесс; сохранение, воспроизводство и развитие экологического равновесия среды; экологизация продукции; рациональное использование биосферных ресурсов; равновесное функционирование ландшафтно-территориальных комплексов; социально-экологические условия.

Как известно, любой природно-средовый параметр интегрально варьирует по принципу волны, а в разрезе времени – по циклическому принципу, поэтому равновесное состояние систем характерно до тех пор, пока возбуждения (антропогенез) не выходят за пределы адаптивных возможностей системы.

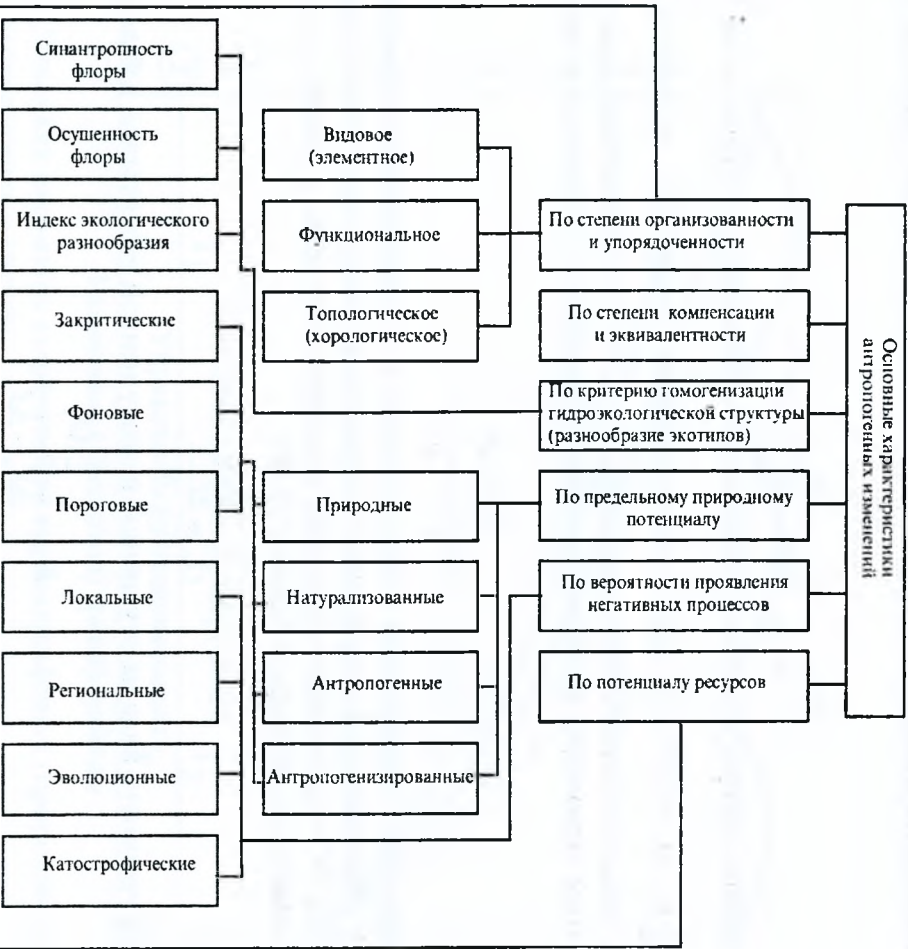
Анализ имеющихся исследований [4, 6] позволяет отметить, что по степени антропогенной преобразованности необходимо выделять шесть категорий систем (объектов):

- саморегулируемые системы заповедно-биосферных зон;
- близкие к природным саморегулирующимся со слабо измененным растительным сообществом;
- с умеренно нарушенным и частично саморегулируемым режимом функционирования;
- преобразованные, антропогенно регулируемые экотехнические и агроэкологические системы;
- антропогенно преобразованные и нерегулируемые агро- и экотехнические системы.

Такое деление определяется уровнем критического воздействия (антропогенеза) ( $a_a$ ), в зависимости от которого происходит деградация экосистемы или только ее перестройка с последующей адаптацией.



Рисунок 1. Основные критерии антропогенных изменений систем при их антропогенизации



Отсюда параметр экологической устойчивости, согласно схемы основных критериев антропогенных изменений (рисунок 1), может быть выражен урвонной функцией типа

$$k_{уст} = \frac{a_c}{a_a}, \quad (1)$$

где  $a_c$  – уровень саморегулируемости геосистемы (объекта);  $a_a$  – уровень антропогенеза и  $a_a = \prod_{i=1}^4 \alpha_i$ ;  $\alpha_i \in (S, O_c, I_3, L_e)$ ;  $S$  – синантропность флоры;  $O_c$  – осушенность территории;  $I_3$  – индекс экологического разнообразия;  $L_e$  – водно-балансовый критерий.

При этом параметры антропогенезации определяются следующими зависимостями:

$$S = \frac{\sum_{i=1}^n (k_i \cdot W_i \cdot j_i)}{N}, \quad (2)$$

где  $n$  – количество синантронных видов растений;  $N$  – общее количество видов высших растений;  $k$  – поправочный коэффициент на происхождение синантропного вида ( $k = 0,3 \dots 0,8$ );  $W$  – проективное покрытие синантропного вида, в баллах (1-6);  $j$  – жизненность синантропного вида, в баллах (10-30);

$$O_c = \frac{\sum_{i=1}^N H_i}{N}, \quad (3)$$

где  $H_i$  – встречаемость вида на осушенной и неосушенной территории, в баллах (1-5);

$$I_3 = \frac{\sum_{i=1}^N \Delta \ell_i}{\Delta S_a - \Delta S_e}, \quad (4)$$

где  $\Delta \ell_i$  – длина  $i$ -го экотона, м;  $\Delta S_a$  – площадь влияния  $i$ -го экотона, га;  $\Delta S_e$  – площадь компенсационно-ресурсного пространства, га.

Степень освоенности (антропогенизации) территории определена нами [2] критериальной функцией типа:

$$P_{ос} = \frac{\prod_{i=1}^3 \beta_i}{\beta_0}, \quad (5)$$

где  $\beta_1$  – комплексный показатель почвенного плодородия;  $\beta_2$  – комплексный показатель биосферной продуктивности;  $\beta_3$  – комплексный показатель эколого-социальных последствий.

Функциональная зависимость этих параметров показана на рисунке 2.

Кривые 1 и 2, 3 и 4, 5 и 6 характеризуют динамику формирования параметра устойчивости (соответственно теоретического и фактического) при естественном функционировании (шкала 1), в период управляемого функционирования (шкала 2) и в период частично управляемой трансформации (шкала 3).

В качестве расчетных интервалов управляемого функционирования взяты следующие прогнозные периоды:  $T_1$  – период активного воздействия;  $T_2$  – период оптимального воздействия;  $T_3$  – период формирования критического уровня. Для управляемой (частично управляемой) трансформации –  $T_1$  – период активных воздействий,  $T_2$  – период адаптации на новый уровень,  $T_3$  – период стабилизации.

Используя эту функциональную зависимость были выполнены прогнозные расчеты экологической устойчивости гео- и агроэкосистем в зависимости от степени освоенности (антропогенной преобразованности) для ландшафтных провинций и подзон, выделяемых на территории республики (рисунки 3 и 4).

Расчеты выполнены для природных экосистем ( $a_a < 0,2$ ), антропогенизированных экосистем ( $0,2 < a_a < 0,6$ ), антропогенных систем ( $a_a \geq 0,6$ ) и агроэкосистем.



Рисунок 2. Динамика параметра устойчивости геоландшафтных (природных) и антропогенных систем

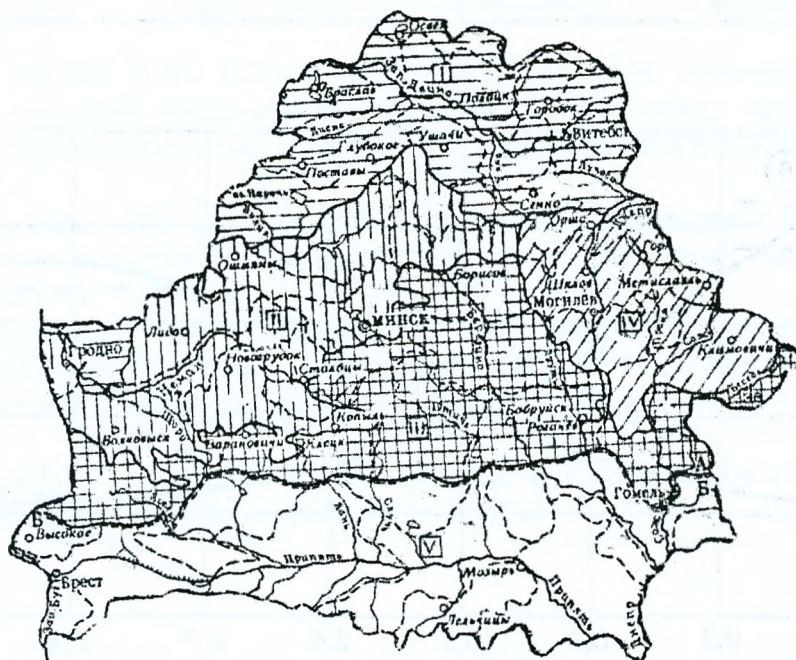


Рисунок 3. Карта ландшафтных подзон (А, Б) и провинций (I, II, III, IV, V)

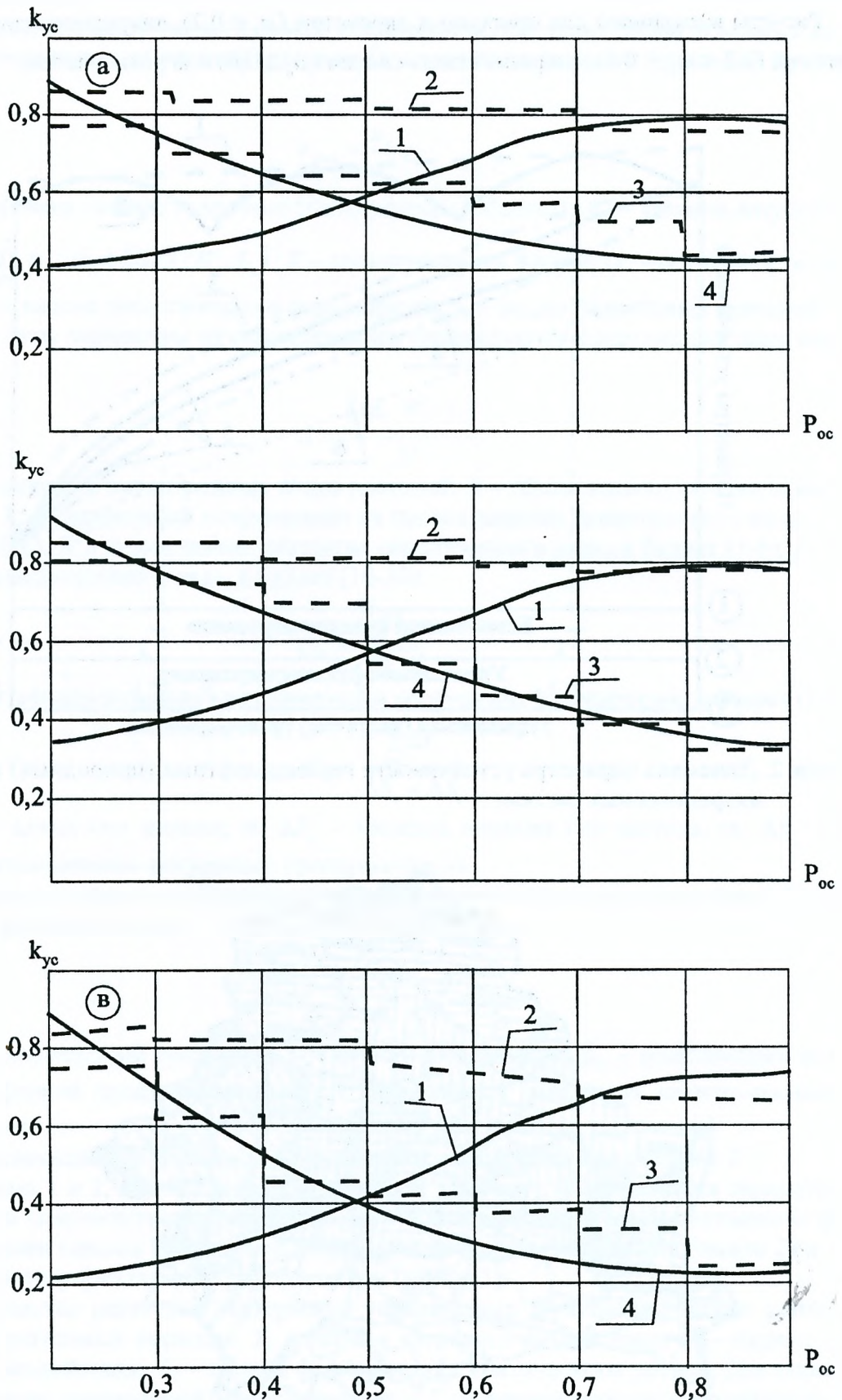


Рисунок 4. Графики экологической устойчивости гео- и агроэкосистем в зависимости от степени освоения (антропогенного преобразования): а – подзона А провинция I и II; в – подзона А провинция III и IV; в подзона Б провинция V; 1 – агроэкосистемы; 2 – антропогенные, 3 – антропогенизированные, 4 – природные геоэкосистемы

Анализ графиков экологической устойчивости позволяет отметить, что если мелиоративные преобразования имеют стрессовый (импульсивный), то ландшафтные – ступенчато-адаптационный характер, при этом динамика изменения устойчивости ландшафтных систем близкая к линейной, а антропогенных и антропогенизированных – к случайным (скачкообразным). Для агроэкосистем Полесского региона при степени освоенности  $P_{oc} < 0,5$  параметр устойчивости систем не превышает  $k_{уст} \leq 0,28$ , что практически определяет их деградацию.

Вместе с тем, так как главенствующим для любой экосистемы является разнообразие видов растений и взаимообусловленность их развития, то любая антропогенная агроэкосистема не может быть устойчивой без постоянного внесения в нее “человеческой энергии”, т.е. антропогенная агроэкосистема без ухода всегда стремится к перерождению в естественное состояние. Но нужно иметь ввиду, что возврат к первоначальному состоянию практически невозможен, ибо здесь уже большую роль начинает играть фактор времени, определяющий естественное преобразование ландшафтов и совокупность изменений природных аспектов (факторов и условий).

Однако и при полном регулируемом переходе системы в состояние близкое к естественному параметр устойчивости не может никогда достичь единицы, а, зачастую, превысит  $k_{ус} \leq 0,8$ . Если же на деградированных мелиорированных землях не проводить никаких восстановительных преобразований, то тогда параметр устойчивости может возрасти с 0,28 до 0,65.

Это определяется тем, что деградация систем может быть как от переосушения, так и от переобводнения.

Не менее существенен и тот факт, что даже и при высокой степени освоенности ( $P_{oc} > 0,9$ ) фактический параметр устойчивости не превышает  $k_{ус} < 0,65$ , при теоретическом  $k_{ус} > 0,8$ .

#### Литература

1. Исаченко А.Г. Оптимизация природной среды (географический аспект). М., 1980. – 264 с.
2. Шведовский П.В., Волчек А.А., Бурлибаев М.Ж. Концептуальные основы оптимизации решений экологических проблем. Матер. межд. научно-практ. конф. “Проблемы гидрометеорологии и экологии”. Алма-Аты: КАЗНИИМОСК, 2002. – С. 353-357.
3. Шведовский П.В., Валув В.Е. и др. Эколого-социальные аспекты освоения водно-земельных ресурсов и технологий управления режимами гидромелиораций. – Мн.: Ураджай, 1998. – 363 с.
4. Шведовский П.В. Особенности исследований процесса натурализации деградированных мелиоративных земель. Брест: Вестник БПИ, №2, 2000. – С. 38-41.
5. Эйларт Я.Х. Экологическая оптимизация агроландшафта. М.: Гидрометеоздат, 1987. – 240 с.
6. Яцухно В.М., Мандер Ю.Э. Формирование агроландшафтов и охрана природной среды. Мн.: Институт геол. наук АНБ, 1995. – 122 с.