

Шведовский П.В.

## ОСОБЕННОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ АГРОЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ

Анализ материалов обследования технического состояния и функционирования агроландшафтных систем позволяет отметить, что основными причинами неудовлетворительного функционирования, а соответственно и низкой экологической надежности являются: проектные ошибки (18,9%), низкое качество строительства (21,2%), неудовлетворительная эксплуатация (38,6%) и совокупность всех причин (21,3%). При этом 26% из них уже проявляются в период адаптации, 29% – в период оптимального функционирования и 45% – в период массового проявления отказов и формирования критического уровня экологической надежности.

Все это и определяет практическую значимость оптимизационных решений при создании агроландшафтных и любых других антропогенных и антропогенезированных геозкоцистем.

Как показано в работах [1,2], одним из критериев (свойств-признаков) функции экологической надежности является величина удельных капитальных вложений.

Так как экологическая надежность может формироваться начальным резервированием, либо ее поэтапным (при реконструкции) повышением через реализацию соответствующих природоохранным-восстановительных мероприятий, то сточки зрения системного анализа наиболее перспективным является решение данной задачи методом динамического программирования.

Исследования, проведенные В.С.Филипенко [3] для наиболее типовых объектов Полесья с использованием функциональных уравнений Беллмана позволили выявить расчетные сроки реконструкции агроландшафтных систем, обеспечивающих получение максимального эффекта: первая реконструкция – 18 год; вторая – 33 год; третья – 48 год; четвертая – 67 год; пятая – 83 год.

Как видим, оптимальный межреконструкционный срок службы системы 15-18 лет при максимальном сроке эксплуа-

тации до 30-33 лет. Для этих расчетных интервалов и будем оптимизировать экологическую надежность и капитальные вложения.

Так как функция экологической надежности любой системы и степени антропогенезации определяема тремя обла-

десятью факторными рисками ( $\bar{S}_{0-10}$ ) и множеством реальных состояний основных групп элементов, то для ее оптимизации может быть использована зависимость вида –

$$C_{\text{общ}}^{\text{онм}} = A_0 + \mathcal{E}_m \cdot \sum_{i=0}^t [(1 + \alpha)^i]^t, \quad (1)$$

учитывающая как начальные капитальные вложения, так и затраты на обеспечение требуемой эконадежности основной группы элементов и системы в целом. Здесь:  $A_0$  – единовременные капитальные затраты;  $\mathcal{E}_m$  – текущие годовые расходы по поддержанию работоспособности системы с требуемой степенью экологической надежности;  $[(1 + \alpha)^i]^t$  – коэффициент отдаления затрат;  $\alpha$  – нормативный коэффициент эффективности;  $t$  – период сравнения.

Тогда экономический эффект от повышения уровня эконадежности, независимо от способа ее реализации, может быть определен зависимостью вида –

$$\mathcal{E}'_0 = k_y \cdot E_n \cdot t \cdot (\lambda_1 - \lambda_2) - (C_2 - C_1), \quad (2)$$

где  $\lambda_1$  – предел увеличения стоимости системы при увеличении расчетного периода и повышении уровня экологической надежности в  $m$  раз;  $\lambda_2$  – показатель этапности реализации

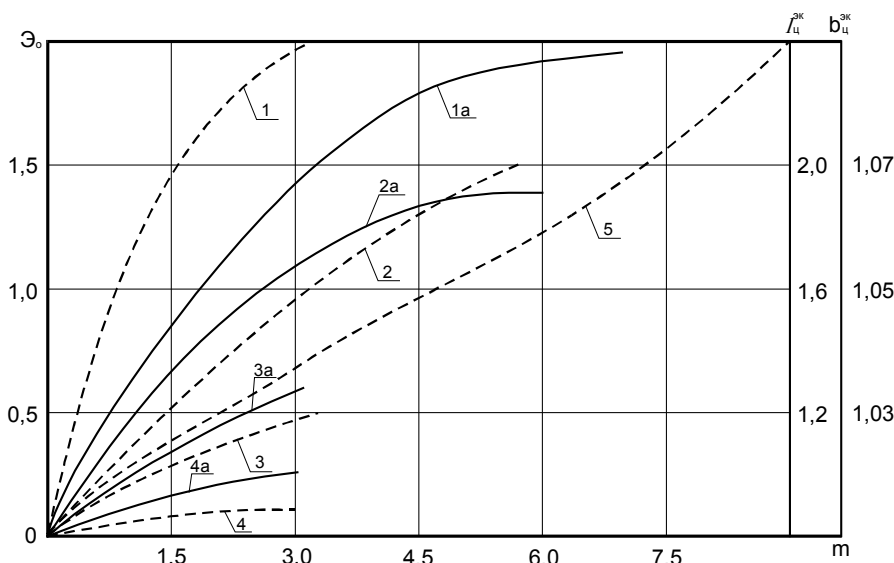


Рисунок 1 – Графики зависимости экономического эффекта от повышения экологической надежности при  $(C_1 - C_2) = 0$  (1a, 2a, 3a, 4a) и экономически допустимого увеличения приведенных затрат на него при  $E = 0,08$  (1, 2, 3, 4) и увеличения приведенных затрат на обеспечение оптимальной эконадежности при увеличении расчетного периода и уровня (5): 1 – при  $T = 5$  и  $T_0 = 30$ ; 2 – при  $T = 10$  и  $T_0 = 30$ ; 3 – при  $T = 15$  и  $T_0 = 30$ ; 4 – при  $T = 30$  и  $T_0 = 30$  лет.



мой 1, при этом  $m_{кр} \cdot T = T_c$ , т.е. при равенстве периода эконадежного функционирования всей системы и основных групп элементов ( $T = T_c$ ) допустимая степень увеличения затрат ( $m_{np}$ ) достигнет предельного уровня в точке В, где  $Y_m = L_1$ .

Повышение расчетного периода и уровня эконадежности можно обеспечить и за счет повышения совершенства основных групп элементов, но при этом повышение расчетного периода и уровня эконадежности в  $n$  раз обуславливает возрастание уровня технического совершенства, который асимптотически приближается к своему предельному значению в точке Д ( $\alpha_k = 1$ ). А это означает, что показатель затрат на природоохранно-восстановительные мероприятия в процессе функционирования системы, уменьшается по мере увеличения периода оптимального функционирования. При небольшом расчетном периоде эконадежного функционирования затраты на повышение расчетного периода и уровня эконадежности незначительны (в точке А,  $L_1 = L_2$ ).

Точка Р характеризует равенство показателей затрат на повышение эконадежности в процессе функционирования и обеспечения ее расчетного периода начальным резервированием.

Точка М пересечения линий 2 и 3, характеризующая оптимальность ( $Y_m = L_2$ ) периода функционирования с заданной степенью (уровнем) эконадежности определяет соответственно и пределы экономической целесообразности повышения уровня эконадежности начальным резервированием (если повышение расчетного периода эконадежности основной группы элементов менее чем в  $m_{онм}$  раз) и поэтапной реализации природоохранно-восстановительных мероприятий при других условиях.

Исходя из этого, определение достигнутого показателя совершенства системы для любой степени (расчетного периода и уровня) можно производить графически, проектируя точку  $m_{онм}$  на кривую 4 ( $K'_m$ ), а затем на ось ординат ( $K_m$ ).

Анализ дополнительных зависимостей (5, 6, 7) позволяет отметить, что повышение степени эконадежности определяет возрастание сопутствующих капитальных вложений ( $L_c$ ), затрат в сопряженной области ( $L_c^0$ ) и уменьшения затрат на эксплуатационные службы ( $L_p^\delta$ ).

Эти показатели определяются соотношениями –  
 $L_c = (L_1 - I)/(L_2 - I)$ ;  $L_c^0 = L_1 / L_2$  и  
 $L_p^\delta = Y_m \cdot (L_2 - I)/(L_2 - I)$ .

Проводя через определенные значения  $m$ ; вертикальные линии, можно определить значения вышеопределенных показателей и тем самым более полно и достоверно оценить эф-

фективность мероприятий по повышению расчетного периода и уровня эконадежности.

Проанализируем все эти показатели и расчетные зависимости для объекта «Верховье р. Ясельды», характеризующегося следующими показателями: проектный срок службы системы – 30 лет; период функционирования системы до формирования критического уровня эконадежности по I варианту  $T_1 = 10$  лет и по II –  $T_2 = 15$  лет; удельные капитальные вложения  $C_1 = 4500$  руб/га и  $C_2 = 6000$  руб/га; норматив для приведения разновременных затрат  $E = 0,1$ . Запланируем увеличение расчетного периода функционирования с расчетным уровнем экологической надежности по I варианту до 15, 20, 25 и 30 лет и по II – до 20, 25 и 30 лет.

Анализ построенной диаграммы эффективности капитальных вложений в повышение экологической надежности систем позволяет отметить следующее:

- оптимальная степень увеличения срока функционирования начальным резервированием составляет  $m_{онм}^I = 1,46$  и  $m_{онм}^{II} = 1,38$ ;
- показатель допустимой степени повышения капвложений на строительство объекта  $Y_m^I = 1,186$  и  $Y_m^{II} = 1,162$ ;
- оптимальный показатель совершенства систем  $\alpha_k^I = 0,809$  и  $\alpha_k^{II} = 0,829$ ;
- оптимальный срок функционирования с расчетной эконадежностью, исходя из условия минимизации начальных капвложений  $T_{онм}^I = 12,3$  года и  $T_{онм}^{II} = 16,9$  года.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Шведовский П.В., Валуев В.Е. и др. Эколого-социальные аспекты освоения водно-земельных ресурсов и технологий управлений режимами гидромелиораций. – Минск.: Ураджай, 1998, – 364с.
2. Лукша В.В., Акулич Я.А., Шведовский П.В. Особенности оптимизации структуры и моделирования генетической эволюции гео-, эко- и агроэкологических систем. Сб. трудов регион. конф. «Современные проблемы математики и вычислительной техники». – Брест.: БПИ, 1999, с.43-47.
3. Филипенко В.С. Использование метода динамического программирования при определении срока реконструкции мелиоративных систем. Тр. межд. научно-практ. конф. «Экономическая эффективность оптимизации функционирования АПК в условиях Белорусского Полесья». – Мн.: БГЭУ, 2001. – с. 133-136.

УДК 551.579+631.6:696.3.06

**Лукша В.В., Шведовский П.В.**

### К ПРОБЛЕМЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРОКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АГРОЛАНДШАФТНЫХ СИСТЕМ ДО ФОРМИРОВАНИЯ КРИТИЧЕСКИХ УРОВНЕЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ

Знание оптимальных сроков реализации природоохранных и восстановительных мероприятий приобретает сегодня как экономическое, так и социальное значение.

Так как любые антропогенные системы [1,2] являются

многоподсистемными, с непрерывным временем и непрерывными состояниями, то в основу определения оптимальных периодов должна ложиться теория восстановления с исполь-

*Лукша Владимир Валентинович. Ассистент каф. сельскохозяйственной гидротехнической мелиорации Брестского государственного технического университета.*

*Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.*

*Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология*