

УДК 32  
ББК 65

## СБАЛАНСОВАННОЕ РАЗВИТИЕ СОЦИО-ЭКОНОМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

*А. И. Бородин, Л. С. Шеховцева*

Социо-экономико-экологическая система представляет собой целостное образование разнообразных взаимосвязанных элементов, которые создают благоприятные условия для человеческой жизни и трудовой деятельности.

Под сбалансированным развитием экономико-экологической системы подразумевается согласованность в развитии социально-экономических, экологических, технологических, нравственно-эстетических потребностей интересов общества, которые могут быть реализованы в долгосрочной перспективе развития.

Развитие указанной выше социо-экономико-экологической системы определяется наличием необходимых природных ресурсов, объемом валового регионального продукта, численностью населения, количеством основного капитала в расчете на единицу площади, территориальной организацией производственной и хозяйственной деятельности, структурой по видам деятельности, занятости населения, интенсивностью трудовой деятельности, соотношениями между отдельными составляющими системы, уровнем развития транспортных систем и инженерных сооружений, обеспеченностью необходимых материальных и трудовых средств.

Методика исследований обеспечивает решение следующих задач:

- определение возможности уменьшения затрат на приобретение используемых природных и энергетических ресурсов;
- определение величины экономических ущербов от осуществления производственной, хозяйственной и бытовой деятельности;
- оценка величины предотвращенных ущербов при осуществлении природоохранной деятельности.

При формировании комплекса природо-

охранных мероприятий, обеспечивающих сбалансированное развитие социо-экономико-экологической системы, необходимо определить ряд экономических показателей [Бородин 2006: 222].

Так, возможное уменьшение необходимых затрат на приобретение  $i$ -го природного ресурса определяется по формуле (1),

$$\mathcal{E}_{i_i} = Q_{\text{нpi}} (K_{i_1} - 1) K_{2_i} \Pi_i \quad (1)$$

где  $\mathcal{E}_{i_i}$  — возможное уменьшение затрат на приобретение  $i$ -го природного ресурса;

$K_{i_1}$  — коэффициент, характеризующий отношение нормативного значения показателя использования  $i$ -го природного ресурса к фактическому его значению;

$K_{2_i}$  — коэффициент, характеризующий потери  $i$ -го природного ресурса в результате изменения технологии;

$\Pi_i$  — тариф на использование  $i$ -го природного ресурса;

$Q_{\text{нpi}}$  — количество приобретаемого  $i$ -го природного ресурса, необходимое для функционирования того или иного предприятия.

Общая возможная экономия затрат на приобретение всех природных ресурсов, необходимых для функционирования того или иного предприятия, вычисляется по формуле (2):

$$\mathcal{E}_{\text{полн}} = \sum_{i=1}^N Q_{\text{нpi}} (K_{i_1} - 1) K_{2_i} \Pi_i \quad (2)$$

Для внедрения новой ресурсосберегающей технологии необходимы дополнительные затраты на строительство дополнительных сооружений, приобретение дополнительного оборудования, поэтому величина  $\dot{Y}_{\text{нвi}}$  уменьшится на величину этих дополнительных затрат  $\Delta C_{\text{нi}}$ , которые вычисляются по формуле (3):

$$\Delta Z_{\partial} = \Delta \mathcal{E}_k + E_n \Delta K, \quad (3),$$

где  $\Delta \mathcal{E}_k$  — годовые эксплуатационные затраты на обслуживание и содержание дополнительного оборудования;

$E_i$  — нормативный коэффициент эффективности капитальных затрат;

$\Delta \hat{E}$  — величина капитальных затрат на модернизацию технологий, приобретение дополнительного оборудования.

При замене одного природного ресурса на другой вид природного ресурса экономия соответствующих затрат определится в соответствии с формулой (4):

$$\mathcal{E}_{2i} = \Delta Q_{\text{при}}^{\text{зам}} (\mathcal{C}_{1i} - \mathcal{C}_{2i}) \quad (4),$$

где  $\Delta Q_{\text{при}}^{\text{зам}}$  количество заменяемого  $i$ -го природного ресурса;

$\mathcal{C}_{1i}$  — тариф на заменяемый  $i$ -й природный ресурс;

$\mathcal{C}_{2i}$  — тариф на новый природный ресурс;

$\mathcal{E}_{2i}$  — величина экономии необходимых затрат, получаемых в результате замены  $i$ -го природного ресурса.

При замене нескольких видов природных ресурсов общая экономия затрат на приобретение замененных видов природных ресурсов определится в соответствии с формулой (5):

$$\mathcal{E}_2 = \sum_{i=1}^K \Delta Q_{\text{при}}^{\text{зам}} (\mathcal{C}_{1i} - \mathcal{C}_{2i}) \quad (5).$$

Анализ развития социо-экономико-экологической системы показал, что на сбалансированность развития указанной системы оказывают существенное влияние целенаправленные мероприятия по охране природных сфер от негативного влияния на них со стороны производственно-хозяйственной деятельности. Определить величину этого негативного влияния можно с помощью вычисления величины экономического ущерба, наносимого природной среде производственно-хозяйственными объектами. Величину указанного выше экономического ущерба необходимо определять отдельно для каждой подсистемы социо-экономико-экологической систем (экономическая, экологическая и социальная), а также для каждого вида природной сферы (атмосфера, гидросфера и земельные угодья).

Для атмосферы экономический ущерб по  $i$ -му загрязняющему веществу определится в соответствии с формулой (6):

$$(Q_{\text{ущ}}^{\text{амм}})_i = a_{1i}^a Q_{1i}^a + k_{1i}^a a_{1i}^a (Q_{2i}^a - Q_{1i}^a) \quad (6),$$

где  $a_{1i}^a$  — удельный экономический ущерб для  $i$ -го загрязняющего вещества, поступающего в атмосферу;

$Q_{1i}^a$  — количество загрязняющего  $i$ -го вещества, поступающее в атмосферу в соответствии с утвержденным для него нормативом;

$k_{1i}^a$  — коэффициент кратности влияния  $i$ -го загрязняющего вещества на состояние атмосферы при сверхнормативном сбросе его в атмосферу;

$Q_{2i}^a$  — величина реального сброса  $i$ -го загрязняющего вещества в атмосферу.

Суммарный экономический ущерб от поступления в атмосферу всех загрязняющих веществ определится в соответствии с формулой (7):

$$Q_{\text{ущ}}^{\text{амм}} = \sum_{i=1}^N [a_{1i}^a Q_{1i}^a + k_{1i}^a a_{1i}^a (Q_{2i}^a - Q_{1i}^a)] \quad (7).$$

Экономический ущерб при поступлении  $i$ -го загрязняющего вещества в водную среду вычисляется по формуле (8):

$$(Q_{\text{ущ}}^{\text{гид}})_i = [a_{1i}^b Q_{1i}^b + k_{1i}^b a_{1i}^b (Q_{2i}^b - Q_{1i}^b)] K_{2i}^b \quad (8),$$

где  $a_{1i}^b$  — удельный экономический ущерб водной среде при сбросе в водоем  $i$ -го загрязняющего вещества;

$Q_{1i}^b$  — величина сброса в водную среду  $i$ -го загрязняющего вещества в соответствии с утвержденными нормами;

$k_{1i}^a$  — коэффициент кратности воздействия  $i$ -го загрязняющего вещества на среду того или иного водоема;

$K_{2i}^b$  — коэффициент, учитывающий народнохозяйственное значение того или иного водоема;

$Q_{2i}^b$  — количество  $i$ -го загрязняющего вещества, реально поступающее в тот или иной водоем.

Общий экономический ущерб от сброса в водные ресурсы всей совокупности загрязняющих веществ определяется в соответствии с формулой (9):

$$Q_{ущ}^{гид} = \sum_{i=1}^N [a_{1i}^B Q_{1i}^B + k_{1i}^B a_{1i}^B (Q_{2i}^B - Q_{1i}^B)] \quad (9).$$

Для литосферы экономический ущерб от поступления в нее  $i$ -го загрязняющего вещества определяется в соответствии с формулой (10):

$$(Q_{ущ}^{лим})_i = [a_{1i}^L Q_{3i}^L + k_{1i}^L a_{1i}^L (Q_{2i}^L - Q_{3i}^L)] + R_{2i}^L \quad (10),$$

где  $a_{1i}^L$  — удельный экономический ущерб от поступления  $i$ -го загрязняющего вещества на специальный полигон обезвреживания и последующего хранения этого вещества;

$Q_{3i}^L$  — количество  $i$ -го вредного вещества, поступившего на специальный полигон;

$k_{1i}^L$  — коэффициент кратности вредного воздействия  $i$ -го вредного вещества на земельные ресурсы при вывозе их не на специальные полигоны;

$a_{1i}^L$  — удельный экономический ущерб от вывоза  $i$ -го загрязняющего вещества на неспециальный полигон;

$Q_{2i}^L$  — общее количество  $i$ -го загрязняющего вещества, подлежащего вывозу с территории предприятия;

$R_{2i}^L$  — затраты на транспортировку  $i$ -го загрязняющего вещества.

Затраты на транспортировку  $i$ -го загрязняющего вещества вычисляются по формуле (11):

$$R_{1i}^L = T_{1i}^L Q_{3i}^L + T_{2i}^L (Q_{2i}^L - Q_{3i}^L) \quad (11),$$

где  $T_{1i}^L$  — тариф на транспортировку  $i$ -го загрязняющего вещества на специальный полигон;

$Q_{3i}^L$  — количество  $i$ -го загрязняющего вещества, транспортируемого на специальный полигон;

$T_{2i}^L$  — тариф на транспортировку  $i$ -го

загрязняющего вещества на неспециальный полигон;

$Q_{2i}^L$  — общее количество  $i$ -го загрязняющего вещества, образующегося на предприятии и подлежащего вывозу с его территории.

Экономический ущерб от поступления в земельные ресурсы общего количества загрязняющих веществ определится в соответствии с формулой (12):

$$Q_{ущ}^{лим} = \sum_{i=1}^N [a_{1i}^L Q_{3i}^L + k_{1i}^L a_{1i}^L (Q_{2i}^L - Q_{3i}^L) + R_{1i}^L] \quad (12).$$

Общий экономический ущерб природной среде от поступления в природные сферы всех загрязняющих веществ определяется по формуле:

$$Q_{ущ}^{сист} = Q_{ущ}^{ам} + Q_{ущ}^{гид} + Q_{ущ}^{лим} \quad (13).$$

Для выполнения анализа состояния экономико-экологической системы целесообразно определять общий экономический ущерб через определение экономического ущерба для каждой из подсистем социо-экономико-экологической системы (экономической, экологической и социальной).

В этом случае общий экономический ущерб для той или иной социо-экономико-экологической системы вычисляется в соответствии с формулой (14):

$$Q_{ущ}^{сист} = Q_{ущ}^{эк} + Q_{ущ}^{экол} + Q_{ущ}^{соц} \quad (14),$$

где  $Q_{ущ}^{эк}$  — суммарный экономический ущерб для экономической подсистемы той или иной социо-экономико-экологической системы;

$Q_{ущ}^{экол}$  — суммарный экономический ущерб для экологической подсистемы той или иной социо-экономико-экологической системы;

$Q_{ущ}^{соц}$  — суммарный экономический ущерб для социальной подсистемы той или иной социо-экономико-экологической системы.

Суммарный экономический ущерб для экономической подсистемы той или иной социо-экономико-экологической системы определяется по формуле (15):

$$Q_{ущ}^{эк} = (Q_{ущ}^{амм})^{эк} + (Q_{ущ}^{гид})^{эк} + (Q_{ущ}^{лим})^{эк} \quad (15).$$

Суммарный экономический ущерб для экологической подсистемы той или иной социо-экономико-экологической системы определяется по формуле (16):

$$Q_{ущ}^{экол} = (Q_{ущ}^{амм})^{экол} + (Q_{ущ}^{гид})^{экол} + (Q_{ущ}^{лим})^{экол} \quad (16).$$

Суммарный экономический ущерб для социальной подсистемы той или иной социо-экономико-экологической системы определяется по формуле (17):

$$Q_{ущ}^{соц} = (Q_{ущ}^{амм})^{соц} + (Q_{ущ}^{гид})^{соц} + (Q_{ущ}^{лим})^{соц} \quad (17),$$

Значения  $(Q_{ущ}^{амм})^{эк}$ ,  $(Q_{ущ}^{гид})^{эк}$ ,  $(Q_{ущ}^{лим})^{эк}$ ;  $(Q_{ущ}^{амм})^{экол}$ ;  $(Q_{ущ}^{гид})^{экол}$ ;  $(Q_{ущ}^{лим})^{экол}$ ;  $(Q_{ущ}^{амм})^{соц}$ ;  $(Q_{ущ}^{гид})^{соц}$ ;  $(Q_{ущ}^{лим})^{соц}$  определяются в соответствии с формулами (7), (9) и (12), в которых все их составляющие принимают соответствующие значения для каждой из подсистем той или иной социо-экономико-экологической системы (экономической, экологической и социальной).

Учитывая результаты природоохранной деятельности, можно сделать вывод о том, что экономический ущерб, образующийся в результате развития подсистем (экономической, экологической и социальной) той или иной социо-экономико-экологической системы уменьшится ввиду уменьшения выбросов вредных загрязняющих веществ в природные сферы. Для экономической подсистемы результирующее значение предотвращенного экономического ущерба  $(Q_{ущ}^{эк})_{пред}$  определяется в соответствии с формулой (18):

$$(Q_{ущ}^{эк})_{пред} = (Q_{ущ}^{амм})_{пред}^{эк} + (Q_{ущ}^{гид})_{пред}^{эк} + (Q_{ущ}^{лим})_{пред}^{эк} \quad (18),$$

где  $(Q_{ущ}^{амм})_{пред}^{эк}$  — предотвращенный экономический ущерб за счет уменьшения поступления загрязняющих веществ в атмосферу в результате выполнения природоохранных мероприятий при развитии экономической подсистемы той или иной системы;

$(Q_{ущ}^{гид})_{пред}^{эк}$  — предотвращенный экономический ущерб за счет уменьшения поступления загрязняющих веществ в водные объекты в результате выполнения природоохранных мероприятий при развитии экономической подсистемы той или иной системы;

$(Q_{ущ}^{лим})_{пред}^{эк}$  — предотвращенный экономический ущерб за счет уменьшения поступления загрязняющих веществ в литосферу в результате выполнения природоохранных мероприятий при развитии экономической подсистемы той или иной системы.

Для экологической подсистемы иной социо-экономико-экологической системы предотвращенный экономический ущерб  $(Q_{ущ}^{экол})_{пред}$  в результате выполнения природоохранных мероприятий может быть подсчитан по формуле (19):

$$(Q_{ущ}^{экол})_{пред} = (Q_{ущ}^{амм})_{пред}^{экол} + (Q_{ущ}^{гид})_{пред}^{экол} + (Q_{ущ}^{лим})_{пред}^{экол} \quad (19),$$

где  $(Q_{ущ}^{амм})_{пред}^{экол}$  — предотвращенный экономический ущерб за счет уменьшения поступления загрязняющих веществ в атмосферу в результате реализации природоохранных мероприятий при развитии экологической подсистемы той или иной социо-экономико-экологической системы;

$(Q_{ущ}^{гид})_{пред}^{экол}$  — предотвращенный экономический ущерб за счет уменьшения поступления загрязняющих веществ в водную среду в результате реализации природоохранных мероприятий при развитии экологической подсистемы той или иной социо-экономико-экологической системы;

$(Q_{ущ}^{лим})_{пред}^{экол}$  — предотвращенный экономический ущерб за счет уменьшения поступления загрязняющих веществ в земельные ресурсы в результате реализации природоохранных мероприятий при развитии экологической подсистемы той или иной системы.

Для социальной подсистемы той или иной социо-экономико-экологической системы предотвращенный экономический ущерб  $(Q_{ущ}^{соц})_{пред}$  при реализации природоохранных мероприятий может быть подсчитан по формуле (20):

$$(Q_{ущ}^{соц})_{пред} = (Q_{ущ}^{амм})_{пред}^{соц} + (Q_{ущ}^{гид})_{пред}^{соц} + (Q_{ущ}^{лим})_{пред}^{соц} \quad (20),$$

где  $(Q_{уц}^{амм})_{пред}^{соц}$  — предотвращенный экономический ущерб при развитии социальной подсистемы той или иной системы за счет снижения количества загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу, вследствие реализации природоохранных мероприятий;

$(Q_{уц}^{гид})_{пред}^{соц}$  — предотвращенный экономический ущерб при развитии социальной подсистемы той или иной системы за счет снижения количества загрязняющих веществ, поступающих в водоемы в результате реализации природоохранных мероприятий;

$(Q_{уц}^{лим})_{пред}^{соц}$  — предотвращенный экономический ущерб при развитии социальной подсистемы той или иной социо-экономико-экологической системы за счет снижения количества загрязняющих веществ, поступающих в литосферу, в результате реализации природоохранных мероприятий.

Общий результирующий предотвращенный экономический ущерб  $(Q_{уц}^{сисм})_{пред}$  при развитии той или иной социо-экономико-экологической системы с учетом уменьшения экономических ущербов в каждой из составляющих этой системы частей может быть подсчитан в соответствии с формулой (21):

$$(Q_{уц}^{сисм})_{пред} = (Q_{уц}^{эк})_{пред} + (Q_{уц}^{экол})_{пред} + (Q_{уц}^{соц})_{пред} \quad (21)$$

Возможность достижения сбалансированного развития социо-экономико-экологической системы определяется состоянием и развитием финансово-кредитной системы, от инвестиционной и налоговой политикой в государстве.

Экономический кризис в мировой экономической системе оказывает сильное негативное влияние на обеспечение сбалансированности при развитии социо-экономико-экологических систем.

В обеспечении сбалансированного развития социо-экономико-экологических систем важную роль играет развитие природоохранной деятельности, которая обеспечивает появление предотвращенного экономического ущерба для всех подсистем той или иной системы.

Эффективная природоохранная деятельность обеспечивает благоприятные условия развития производственной и хозяйственной деятельности, а также благоприятное воздействие на условия жизни населения [Бобылев, Ходжаев 2010: 153]. Эффективность природоохранной деятельности оценивается также снижением таких удельных показателей, как удельный расход природных и энергетических ресурсов, снижение удельных затрат на приобретение указанных ресурсов, уменьшение поступления вредных веществ в атмосферу, гидросферу и литосферу [Бородин 2006: 221]. Для обеспечения получения желательных экономических результатов природоохранная деятельность в социо-экономико-экологи-

ческой системе должна развиваться на основе реализации комплексной программы защиты всех природных сфер от негативного воздействия на них со стороны объектов производственной, хозяйственной и социальной деятельности.

Необходимо учитывать, что наличие и развитие экологически опасных предприятий в значительной степени снижает сбалансированность развития социо-экономико-экологических систем. Для России это имеет существенное значение, так как в структуре промышленного производства России экологически опасные предприятия имеют большой удельный вес: металлургические, горно-обогатительные, химические, нефтехимические, атомные электростанции и т. д. [Бородин 2012: 185].

Для улучшения сбалансированности развития социо-экономико-экологических систем необходима экологизация промышленного производства и хозяйственной деятельности на основе использования для этих целей достижений науки и техники. Это позволит обеспечить восстановление возобновляемых природных ресурсов, снижение ресурсоемкости и энергоемкости производственных и хозяйственных процессов, замену невозобновляемых природных ресурсов на нелимитируемые виды ресурсов, обеспечит приоритетное развитие малоотходных процессов, повторное использование образующихся отходов, снижение поступления вредных веществ в природные сферы. Исследования показали необходи-

мость осуществления комплексного характера инноваций, включающих использование прогрессивных методов управления социо-экономико-экологическими системами. Необходимо учитывать, что на степень влияния результатов природоохранной деятельности на сбалансированность развития социо-экономико-экологических систем оказывают существенное влияние погодно-климатические факторы. Указанные факторы способствуют возникновению и развитию стихийных бедствий, экономический ущерб от которых за последние 30 лет ежегодно возрастает в 1,5–2,0 раза [Бородин 2012: 86].

Инновационная деятельность, обеспечивающая сбалансированное развитие социо-экономико-экологических систем, должна оцениваться по следующим признакам: по новизне и экономико-экологической целесообразности использования тех или иных инноваций, а также по новизне для рынка сбыта готовой продукции и экологической чистоте готовой продукции. При реализации достижений науки и техники необходимо учитывать наличие временного запаздывания в реакции социо-экономико-экологической системы на воздействия для ее составляющих элементов указанных достижений. Одним из основных направлений предотвращения риска при внедрении достижений науки и техники должно быть использование комплексного экономического подхода к оценке результатов использования достижений науки и техники с учетом наличия соответствующего временного запаздывания на социо-экономико-экологические проявления в основных составляющих той или иной системы.

Экономические оценки влияния природоохранной деятельности на основные направления развития социо-экономико-экологических систем должны учитывать эффективное использование накопленного производственного и хозяйственного потенциала, преобразование систем управления, меры по повышению уровня экономического и экологического образования населения, управленческого и производственно-хозяйственного персонала, основные направления активизации решения социальных про-

блем, рационализации структуры занятости трудоспособной части населения.

Обобщение мирового опыта обеспечивает получение более объективных экономических оценок направлений развития социо-экономико-экологических систем, позволяет учесть большое влияние на указанное развитие конкурентности рыночного механизма. Необходимо также отметить, что развитие рыночной экономики не облегчает разработку направлений развития социо-экономико-экологических систем, не сводит этот процесс к появлению каких-либо автоматических решений.

Постоянная экономическая оценка основных направлений развития указанных систем позволяет оперативно оценивать получаемые при этом результаты и обеспечивает возможность вносить в направления развития этих систем своевременные коррективы. Экономическая оценка получаемых результатов при реализации предложенных мероприятий позволяет оценивать вероятность появления кризисных ситуаций и обеспечивает формирование в оперативном порядке мероприятий по их устранению. Результаты исследований свидетельствуют о том, что активизация природоохранной деятельности позволяет снизить затраты на приобретение природных и энергоресурсов, а также увеличить значение предотвращенного экономического ущерба.

Развитие природоохранной деятельности обеспечивает улучшение сбалансированности как отдельных подсистем, так и всей системы в целом ввиду роста значения предотвращенного экономического ущерба.

#### Литература

- Бобылев С. Н., Ходжаев А. Ш.* Экономика природопользования. М.: ИНФРА-М, 2010. 502 с.
- Бородин А. И.* Экономико-экологическое программирование устойчивого развития региона. LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. 432 с.
- Бородин А. И.* Моделирование эколого-социально-экономической системы // Известия Томского политехнического университета. 2006. Т. 309. № 2. С. 221–224.