

Лекция №3.

Общие принципы управления сложными системами.

Модели эколого-экономической системы и механизмы взаимодействия экономики и природной среды

В самом общем виде системой называется целое, составленное из частей. Причины образования системы являются узловыми в системной теории. Само вовлечение компонентов в систему или выбор их из имеющегося множества происходит до и в процессе формирования цели на основе исходной потребности. Таким образом, потребность есть причинный системообразующий фактор, а цель – функциональный фактор.

Для более точного определения понятия система необходимо учитывать такие важные составляющие любого материального объекта, как элемент, связь, взаимодействие и целеполагание.

Под *системой* понимается множество составляющих единство элементов, их связей между собой, а также между ними и внешней средой, образующих присущую данной системе целостность, качественную определенность и целенаправленность.

В настоящее время можно выделить, по крайней мере, пять типов системных представлений: микроскопическое, функциональное, макроскопическое, иерархическое и процессуальное. Каждое из указанных представлений системы отражает определенную группу ее характеристик.

Микроскопическое представление системы основано на понимании ее как множества наблюдаемых и неделимых величин (элементов). Структура системы фиксирует расположение выбранных элементов и их связи.

Под *функциональным представлением системы* понимается совокупность действий (функций), которые необходимо выполнять для реализации целей функционирования системы.

Макроскопическое представление характеризует систему как единое целое, находящееся в «системном окружении» (среде). Следовательно, система может быть представлена множеством внешних связей со средой.

Иерархическое представление основано на понятии «подсистема» и рассматривает всю систему как совокупность подсистем, связанных иерархически.

Процессуальное представление характеризует состояние системы во времени.

Известно много попыток моделирования ЭЭС. Региональные ЭЭС обычно представляются в виде блочных моделей, в которых анализируются связи, но нет подходов к количественно логической регламентации. Ниже приводятся модели, отражающие механизмы взаимодействия экономики и природной среды (рис. 2.1.).

Если рассматривать экономику как «черный ящик», то на ее вход подается сырье, произведенные товары и услуги циркулируют внутри «черного ящика», а на

выходе образуются отходы. Представление экономики в виде такой модели упрощено, т.к. экономическая система взаимодействует с окружающей природной средой.

Следующая модель (рис. 2.2.) иллюстрирует материально-энергетические потоки внутри экономической системы, а также между экономикой и окружающей средой. Левая часть рисунка отражает взаимодействие «домашнее хозяйство – предприятие». В правой части модели материального баланса вводится дополнительный экологический сектор, соединяющий потоки ресурсов, отходов и ассимиляционный потенциал в едином кругообороте.

В *гидросфере* – в добывающей и перерабатывающей промышленности мира ежегодно образуется более 100 Гт твердых и жидких отходов, из них более 15 Гт попадает со стоками в водоемы, остальное – в отвалы пустой породы, свалки.

В *атмосфере* – потребляется 40 Гт кислорода, возвращается в атмосферу 52 Гт углекислого газа. Кроме того, поступают другие продукты сгорания, общей массой примесей 1,6 Гт в год.

Упрощенная потоковая схема территориальной ЭЭС приведена на рис. 2.4.

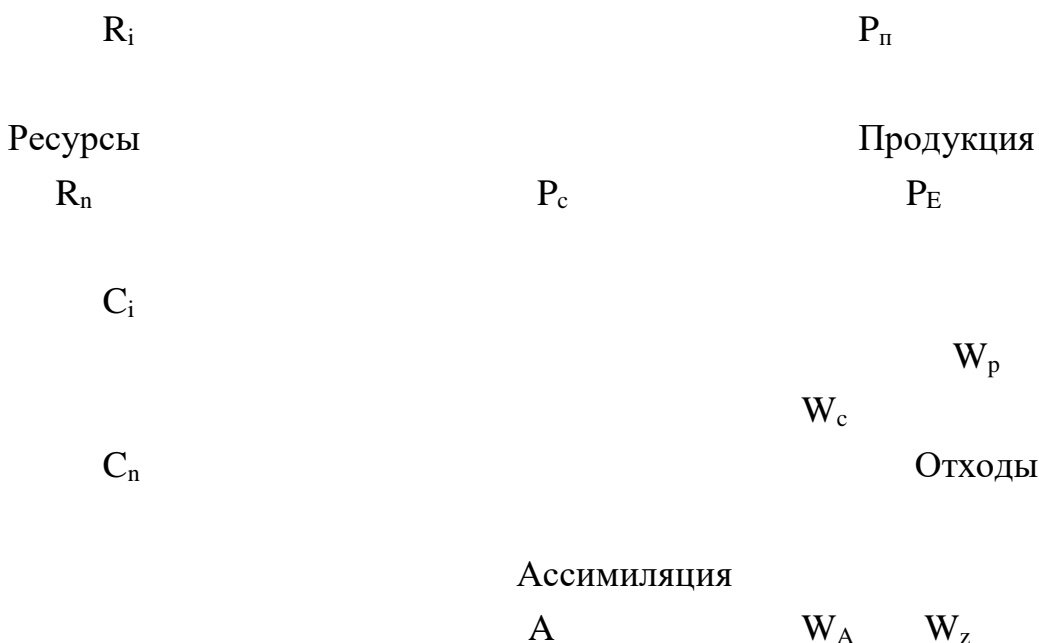
Экономическая и экологическая системы выступают как части целого и обозначаются как подсистемы. Граница между ними условна, так как вся сфера биологического жизнеобеспечения и воспроизводства людей относится к обеим подсистемам.

Общий вход производства (см. рис. 2.4.) выражается формулой (2.2.):

$$R_p = R_i + R_n \quad (2.2.)$$

где R_p – общий вход производства; R_i – импортируемые в данную систему ресурсы (к ним отнесены и невозобновимые местные ресурсы); R_n – возобновимые местные ресурсы, включая часть биопродукции агроценозов и самого человека как субъекта производства и потребления.

Экономическая подсистема



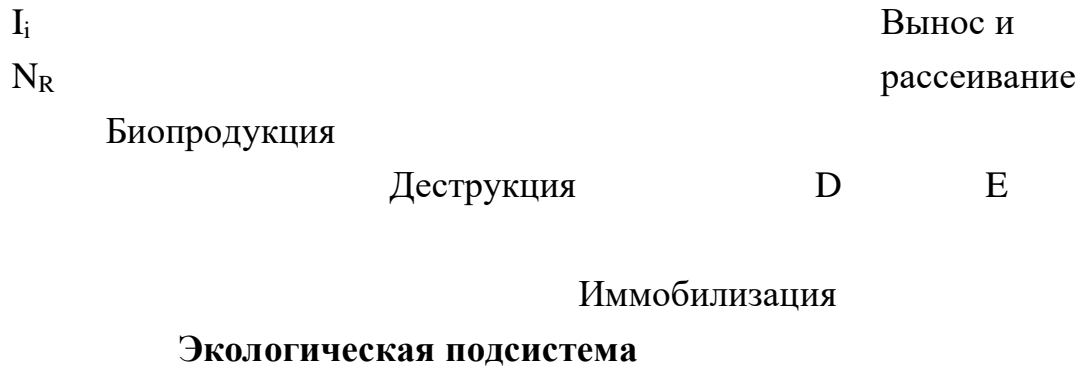


Рис 2.4. Схема основных материальных потоков в эколого-экономической системе

Общая продукция выражается формулой (2.3.):

$$P = P_c + P_E + P_n \quad (2.3.)$$

где P – общая продукция; P_c – поток продукции, идущий на местное потребление; P_E – продукция на экспорт, P_n – поток продукции, возвращающийся в цикл производства.

Эффективность производства определяется отношением (2.4.)

$$E = \frac{P}{C} \quad (2.4.)$$

Потребление складывается (2.5.).

$$C = C_n + C_i \quad (2.5.)$$

где C – потребление, C_n – местные биоресурсы; C_i – импортируемые продукты.

Местные ресурсы производства и потребления в сумме образуют поток изъятия ресурсов из экологической системы (2.6.)

$$U = R + C \quad (2.6.)$$

где U_n – поток изъятия ресурсов.

Общее количество отходов экономической системы выражается формулой (2.7.):

$$W = W_p + W_c \quad (2.7.)$$

где W – общее количество отходов; W_p – отходы производства; W_c – отходы потребления.

Часть из них (W_A) включается в биогеохимический круговорот экологической подсистемы, другая часть (W_Z) накапливается и рассеивается с частичным выносом за пределы системы.

Общая отходность производства определяется отношением (2.8.):

$$\frac{W}{P} = \frac{W}{R} \quad (2.8.)$$

Часть отходов потока W_A подвергается ассимиляции и биотической нейтрализации в процессе деструкции. Другая часть после биологической и

геохимической миграции присоединяется к фракциям W_z и вместе с ними подвергается иммобилизации, рассеиванию и выносу.

Таким образом, часть отходов выступает как *техногенные загрязнения* (2.9.).

$$M = K \sum W_i \quad (2.9.)$$

где M – масса загрязнений; K – общий коэффициент агрессивности или вредности отходов для системы.

Вред, наносимый загрязнением (U_m) можно представить как косвенное изъятие части ресурсов экологической подсистемы, аналогичное U_n (2.10.)

$$U_m = L \sum W_i \quad (2.10.)$$

где L – интегральный коэффициент зависимости «загрязнение-ущерб».

Сумма $\sum U_i$ – *общий убыток экологической подсистемы*, обусловленный взаимодействием с экономической подсистемой.

Соотношение между промежуточными и конечными потоками загрязнений и их совокупный ущерб зависят не только от их масс и химического состава, но и от видового состава, биомассы, плотности реципиентов, продуктивности и устойчивости экосистемы по отношению к техногенным воздействиям. Эти качества в наибольшей мере зависят от входного потока обновления биогеохимического круговорота I_i , его продуктивной емкости N_R и масштаба деструкции D .

Круговороты обеих подсистем ЭЭС образуют вместе *технобиогеохимический круговорот*, а всю ЭЭС можно обозначить как *технобиогеоценоз*. Потокам вещества в ЭЭС характер константы равновесия и скорости.

Формула сбалансированности ЭЭС имеет вид (2.11.):

$$I_i = N_R + D \quad (2.11.)$$

Это означает, что совокупная антропогенная нагрузка не должна превышать самовосстановительного потенциала экосистем.