

## РАЗДЕЛ I. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ

УДК 338:502.3  
ББК 65.28

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ И ФУНКЦИИ  
ПОВЕДЕНИЯ АГЕНТОВ: ЧТО МОЖЕТ СКАЗАТЬ  
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ?**

**О.С. Сухарев, д. экон. наук, проф., гл. науч. сотрудник**

Электронный адрес: [o\\_sukharev@list.ru](mailto:o_sukharev@list.ru)

Институт экономики Российской академии наук, 117218, г. Москва, Нахимовский проспект, 32

Рассматривается проблема соотношения социальной и экологической эффективности, разработан аппарат, описывающий с точки зрения экономической теории «экологическую» эффективность различных систем – макроэкономики, фирмы, любой системы. Показано, как соотносится экологическая эффективность и проблема регулирования рыночной экономики, в частности экстерналичные эффекты. Автор вводит соотношения, позволяющие количественно определить экологическую эффективность и величину издержек на экологические программы. Кроме того, основная идея статьи состоит в том, что современная экономическая теория недостаточно включает задачи экологического развития в качестве неотъемлемого условия экономического роста, что требует изменения сложившейся и доминирующей сегодня теоретической парадигмы. В ряде моделей экономического роста обычно экологические издержки рассматриваются как фактор его торможения, снижения темпа. Такое представление не является, на взгляд автора, корректным. В статье выделяется понятие социальной, народнохозяйственной и экологической эффективности, формулируются базовые аксиомы теории эффективности. С позиции функционирования экономического агента вводится понятие функции здоровья и квалификации и даётся модель, оценивающая состояние агента и его изменения с позиций данных функций. Автор формулирует модель благосостояния агента с позиций указанных функций, демонстрирует особое состояние – дисфункцию, кроме того, даётся аналитическое решение приводимой модели, обеспечивающее связь функции здоровья и квалификации, а также демонстрируется возможность использовать этот подход на уровне макроэкономического анализа.

*Ключевые слова: экологическая эффективность, внешние эффекты, функция запаса здоровья и квалификации агентов.*

### **1. Социальная и экологическая эффективность**

Социальная эффективность требует многокритериальной оценки, касается проблемы количественного измерения уровня жизни и доступности важнейших социальных функций для различных слоёв населения, распределения ресурсов и доходов между ними, а также оценки качества [8—9]. Очень важен здесь и аспект межстранового сопоставления «бремени жизни» [9], который играет роль при оценке социальных условий развития конкретной экономической системы, отражается на социальной удовлетворённости экономических агентов. Важными параметрами при этом выступают так называемая народнохозяйственная и «экологическая» эффективность. Причём «экологическая» эффективность, или эффективность «экологического» поведения агентов, безусловно, является составным элементом народнохозяйственной эффективности [5]. Современные экономические теории, особенно «мэйнстрим», пренебрегают данным понятием, рассматривают его как аспект, снижающий экономическую эффективность. Часто представляют

«экологические» эффекты как внешние эффекты или отрицательные экстерналии. При этом предлагаются всего три варианта решения проблемы — либо налог А.Пигу [3], ликвидирующий последствия отрицательного внешнего эффекта, либо рынок продажи прав на загрязнения согласно Р.Коузу [2], либо совместное пользование общим ресурсом согласно довольно расплывчатому подходу Э.Остром [4]. Рассмотрим последовательно проблему общей экономической и отдельно – экологической эффективности [7].

Экономическая (народнохозяйственная) эффективность представляет собой комплексную (интегральную) оценку успешности развития (функционирования) хозяйственной системы любого уровня и определяется совокупностью количественных и качественных показателей (предполагает использование коммерческой, бюджетной, социальной, технологической – производственной и других видов эффективности).

Тем самым экономическая эффективность представляет собой некий агрегированный показатель. Следовательно, по большому счёту, возмож-

ны два способа определения такой эффективности. Либо необходимо обозначить интегральный критерий эффективности и решить задачу поиска оптимума этого критерия, например с использованием численных методов (методов оптимизации). Либо необходимо выделить несколько видов эффективности – частных критериев — и более простым способом рассчитать каждый критерий. Однако затем придётся каким-то образом учесть значимость каждого критерия и его вклад в общую эффективность системы. Этот вклад может быть положительным и отрицательным. Однако основная трудность как раз и будет состоять в том, какое число критериев отобрать и как их потом взвесить, то есть как определить и величину вклада и его знак. В итоге, задача отыскания экономической эффективности системы сводится, по существу, к следующей математической постановке:

1.  $E = E_s / Z \rightarrow \max$ , где  $E$  — эффективность экономической системы,  $E_s$  — экономический эффект,  $Z$  — затраты на функционирование системы. Разумеется, максимум эффективности достигается при минимальных затратах и максимальном эффекте.

2.  $E = \sum_{i=1}^n K_i q_i \rightarrow \max$ , где  $E$  — эффектив-

ность экономической системы,  $K_i$  — критерий эффективности  $i$ -го вида (фактора) эффективности,  $q_i$  — вес критерия эффективности при оценке общей эффективности.

Задача нахождения экстремума может быть решена и в случае независимости критериев (видов) эффективности, и в случае когда они зависимы. Используя эмпирический материал, можно установить функцию такой зависимости и исследовать её на экстремум. Однако важно отметить, что максимум эффективности для экономической системы может быть достигнут, но только не за счёт снижения эффективности по отдельным элементам системы. Иными словами, мы приходим к некоторым аксиомам, которые важны в теории эффективности и которые необходимо учитывать при анализе эффективности функционирования сложных систем, а также при сравнении результатов развития таких систем. Сформулируем основные аксиомы теории эффективности. Эти аксиомы важны и при оценке эффективности «экологического» поведения.

*Аксиома №1.* Эффективность экономической системы не равна сумме эффективностей составляющих её элементов. Эффективность системы может оказаться выше или ниже суммарной эффективности элементов системы.

*Аксиома № 2.* Если все элементы системы неэффективны, то система не может быть эффективной.

*Аксиома №3.* Если все элементы системы эффективны, то, при определённых условиях, система может оказаться неэффективной (например, один из цехов при общей эффективности своей работы не успевает за высокой производительностью

других – общий монтаж и сборка оборудования становятся неэффективным).

*Аксиома №4.* Эффективность невозможно значительно увеличить за короткий промежуток времени, если не действуют специальные факторы и условия, позволяющие это сделать. Однако при прочих равных без изменения качественного соотношения элементов системы увеличить эффективность на коротком отрезке невозможно.

*Аксиома №5.* Эффективность можно быстро понизить в силу каких-либо ошибок, либо быстрого изменения ситуации в системе или её окружении.

*Аксиома №6.* Если один элемент системы неэффективен, то это не означает неэффективности системы в целом. Система может быть эффективной при неэффективности одного или нескольких элементов (один или два центра прибыли убыточны, но их деятельность компенсируется прибыльностью других центров прибыли корпорации).

*Аксиома № 7.* Эффективности различных элементов системы могут быть связаны, причём в отношении каждой пары элементов взаимосвязь может иметь свою особую характеристику. Поэтому ни суммировать, ни перемножать эффективности различных элементов системы для определения общей эффективности нельзя, если это не частный упрощённый (учебный) случай, где такие операции становятся допустимыми.

*Аксиома №8.* Экономическая система может быть эффективной, но вместе с тем ненадёжной.

*Аксиома №9.* Экономическая система может быть эффективной, но одновременно неустойчивой.

*Аксиома №10.* Экономическая система при любой эффективности может быть надёжной и неустойчивой и наоборот – устойчивой, но ненадёжной.

*Аксиома № 11.* Неэффективная экономическая система может быть надёжной, и/или устойчивой. Другое дело, что потенциал надёжности такой системы быстро сокращается, а вот устойчивой она может быть довольно долго (эффект существования неэффективных институциональных систем и конструкций является хорошим примером).

*Аксиома №12.* Свойством оптимальности системы (глобальный оптимум системы) можно считать состояние, когда экономическая система эффективна, устойчива и надёжна.

*Аксиома №13.* Свойством неоптимальности (пиком дисфункциональности) системы является её состояние, характеризующееся неэффективностью, ненадёжностью и неустойчивостью [10].

Особую проблему, разумеется, представляет собой оценка эффективности экономической политики и управленческих решений.

В рамках экономической науки было разработано множество агрегированных показателей эффективности для конкретных систем. Одним из таких показателей, который применим в различных вариантах к разным объектам, может быть коэффициент чувствительности  $\lambda$  (эластичности), который

представляет отношение относительного приращения опорного показателя к относительному приращению искомого показателя, при условии, что имеется связь между этими показателями:

$$\lambda = \frac{\Delta Fx}{\Delta Xf} \quad (1)$$

где  $\lambda$  – коэффициент чувствительности;  
 $\Delta F$  – приращение опорного параметра;  
 $\Delta X$  – приращение искомого параметра;  
 $x, f$  – темп изменения (роста) параметров.

Этот агрегированный показатель может успешно быть применён, когда экономическая (народнохозяйственная) эффективность по существу сведена к аллокативной (ресурсной) эффективности. Комбинирование и рекомбинирование факторов производства определяет такую эффективность. Ещё от К.Маркса пошло разделение факторов расширенного производства на экстенсивные и интенсивные. По аналогии стали выделять и типы экономического роста (интенсификация трудосберегающая, капиталосберегающая, всесторонняя). Интенсивное воспроизводство, как известно, в отличие от экстенсивного, основывается не только на расширении средств производства на существующей технико-технологической базе при той же квалификации и составе рабочей силы, а происходит за счёт расширения технико-технологической базы и обучения трудовых ресурсов, повышения их квалификации (инвестиции в человеческий капитал).

На протяжении многих лет в качестве успешной модели для измерения экономической эффективности применялась производственная функция Кобба – Дугласа. Её классический вид  $Y = A L^a K^b$ , где  $L, K$  – факторы труда и капитала, коэффициенты  $a, b$  – эластичности факторов по объёму производства. Данный вид функции изменялся многими исследователями: привносились добавочные факторы — типа технологий, технического прогресса, инвестиций в человека, информационный фактор и др. Однако это не меняло концептуальной основы кобба-дугласовской функции. Идея в том, чтобы задать соотношение факторов, которое на самом деле изменяется, к тому же постоянно динамически изменяются эластичности. Более того, априорно задаваемый вид умножения факторов слабо обоснован и часто не подтверждается эмпирически, даже несмотря на то что чисто математически эта модель вполне удовлетворяла исследователей и до сих пор активно используется при проектировании различных моделей.

Оба подхода оказываются факторными, то есть предполагают установление взаимодействия различных факторов производства, определяющих выпуск и потребление. Однако первый подход предполагает выделение факторов сразу по относительному критерию эффективности (экстенсивные и интенсивные факторы), что равносильно условному ранжированию, а подход с производственной функцией оставляет этот вопрос не ясным до тех пор, пока эмпирически не оценены коэффициенты эластичности для каждого фактора. Вместе с тем, остаётся совершенно вне модели обстоятельство

взаимодействия факторов, а также изменения эластичности факторов от действия других факторов (замещения).

Иными словами, так называемая общехозяйственная (народнохозяйственная) эффективность может быть определена в виде масштаба интенсификации производства, что практически автоматически определяет и возможности потребления, поскольку производственная функция и функция потребления должны быть связаны.

Применительно к экономической системе целесообразно использовать такие агрегированные показатели:

- соотношение отдачи интенсивных и экстенсивных факторов;
- соотношение отдачи по каждому фактору производства (капитал/труд, технология/труд, технология (информация)/капитал и др.);
- соотношение норм социальной и частной отдачи [6].

На мой взгляд, наиболее интересной является оценка общеэкономической эффективности на основе категории богатства. Выделив элементы национального богатства, необходимо рассматривать эффективность как с позиций результативного (целевого) использования, так и экономного расходования, особенно невозобновляемой части богатства. При этом должна быть обеспечена финансовая макроэкономическая стабильность системы. Агрегированным показателем оценки может стать параметр производительного использования национального богатства, который определяется как для каждого элемента богатства, так и для его величины.

Экологическая эффективность – особый вид эффективности, который можно определить несколькими способами: как величину затрат на восстановление экологических систем и возврат их в прежнее состояние, из которого они были выведены совершаемыми загрязнениями (отрицательными экстерналиями) к общей величине создаваемого продукта (дохода), как отношение ущерба отрицательных экстерналий (загрязнений) к выгодам, которые приобретает система в результате положительных экстерналий. Кроме того, оценка экологической эффективности может быть дана по технологической результативности добычи, хранения, утилизации ресурсов, по сопоставлению общей величины загрязнений различных природных сред с параметрами их ассимиляционного потенциала.

Экологическая эффективность, на мой взгляд, может быть оценена следующим образом. Дать оценку общего ущерба от загрязнений и затрат на мероприятия, которые приводят к снижению показателей загрязнения по каждому виду загрязнений и каждому мероприятию, предназначенному для данного вида загрязнений. Можно оценить число лет жизни без функциональных нарушений и загрязнённости экосистем как прибавку к благосостоянию агентов и потери, связанные с жизнью в загрязнённых условиях, включая и повысившуюся вероятность возникающих заболеваний.

Экологические программы способствуют, с одной стороны, появлению новых технологий, совершенствуют средства производства, а, с другой стороны, повышают показатели качества жизни. Но главное их предназначение вкупе с развитием медицинского сектора – это продление жизни и создание благоприятных условий жизни. Эффективность в этом случае определяется как достижение необходимого результата при наименьших затратах. Здесь важным является сопоставительный анализ эффективности различных методов ликвидации загрязнений. Затраты (себестоимость) экологической программы предложим определить так:

$$Z_e = \sum_{i=1}^n z_i + P - \sum_{j=1}^m s_j, \quad (2)$$

где  $Z_e$  – затраты на реализацию программы;  
 $z_i$  – затраты на  $i$ -е мероприятие программы по числу  $n$ -мероприятий;  
 $P$  – суммарный побочный эффект от реализации программы, связанный с возможным причиняемым ущербом при ликвидации загрязнения;  
 $s$  – стоимость (затраты) превентивного предотвращения возможного неблагоприятного последствия по числу последствий ( $m$ ), которые бы могли произойти в случае неосуществления данной экологической программы.

Социальную ценность экологической программы или отдельного экологического мероприятия, как мне представляется, будет удобно определить так:

$$V_s = \frac{Z_e - B}{T_a}, \quad (3)$$

где  $V_s$  – социальная ценность экологической программы/мероприятия;

$Z_e$  – общие затраты по программе/мероприятию;

$B$  – общая выгода;

$T_a$  – период времени до восстановления ассимиляционного барьера экосистемы, либо  $T_a = T$ , где  $T$  – время на реализацию мероприятия.

Разумеется, оценка выгод и затрат должна осуществляться с учётом разновременной ценности денег, то есть с учётом дисконтирования.

Отрицательный экстерналиный эффект возникает при перенесении издержек производства на окружающую среду, которая не может их не принять. При прочих равных это позволяет обеспечивать больший объём производства, но приобретения, связанные с этим большим объёмом вряд ли компенсируются потерями в качестве жизни, вызванными загрязнением. К тому же выгода большего объёма выпуска ещё не означает больший доход, поскольку этот параметр зависит от эластичности спроса. Если бы агент не принимал отрицательную экстерналию (в данном случае природа), тогда выпуск был бы явно ниже, но при неэластичном спросе совокупный доход мог быть и больше, чем при отрицательной экстерналии. Иными словами, при неэластичном совокупном спросе экологические программы становятся выгодными для экономической системы. Издержки, связанные с предотвращением отрицательной экстерналии, сокращают объём производства согласно этой модели, но при неэластичном совокупном спросе общая выручка (доход) не только не снижается, но и возрастает. Следовательно, экологизация производства более эффективна при определённом уровне монополизации рынка.

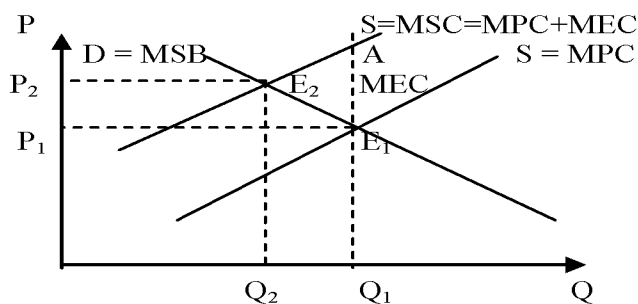


Рис. 1. Экологическая эффективность через оценку отрицательного экстерналиного эффекта

Как показано на рис. 1, в точке равновесия  $E_1$  предельные частные издержки и предельные социальные выгоды равны  $MSB = MPC$ . При этом предельные социальные издержки выше предельных частных издержек, поскольку некоторая величина издержек перекладывается на третьего агента (природу), что и обеспечивает довольно высокий выпуск  $Q_1$ . Реально предельные социальные издержки больше предельных частных на величину внешней отрицательной экстерналии  $MEC$  (предельные внешние издержки). Если ввести эти издержки в производственный процесс, тогда объём

выпуска будет  $Q_2$  в равновесной точке  $E_2$ , а предельные социальные выгоды будут равны предельным социальным издержкам. Потеря эффективности измеряется треугольником  $AE_1E_2$ . При учёте этих издержек сугубо производственная эффективность, условно говоря, понизится, но общая эффективность процесса производства и экологическая эффективность возрастут. Для того чтобы сохранить объём производства на уровне  $Q_1$ , понадобится перевести кривую спроса вверх вправо, то есть увеличить спрос, что переведёт равновесие в точку  $A$  при существенно более высоких ценах.

Если спрос будет эластичен, тогда треугольник потерь эффективности  $AE_1E_2$  будет явно больше по площади, нежели в случае неэластичного спроса, а потеря в совокупной выручке определится разницей  $P_1Q_1$  и  $P_2Q_2$ , при  $P_1 = P_2$ . Чтобы ликвидировать «разрыв» в эффективности, обеспеченный отрицательной экстерналией, необходимо перейти в равновесие  $E_2$ , когда более низкий объем выпуска не будет компенсироваться неэластично-

стью спроса, позволяющей сохранить выручку и величину дохода. Другой возможный вариант – это передвинуть кривую спроса параллельно себе так, чтобы она прошла через точку А. Тогда установится новое равновесие  $E_3 = A$  при том же объеме выпуска  $Q_1$ , но при более высоком уровне цен  $P_3$ . Однако отрицательная экстерналиа будет компенсирована, и предельные социальные издержки будут равны предельной социальной выгоде  $MSC = MSB = MPC + MEC$  (см. рис. 2).

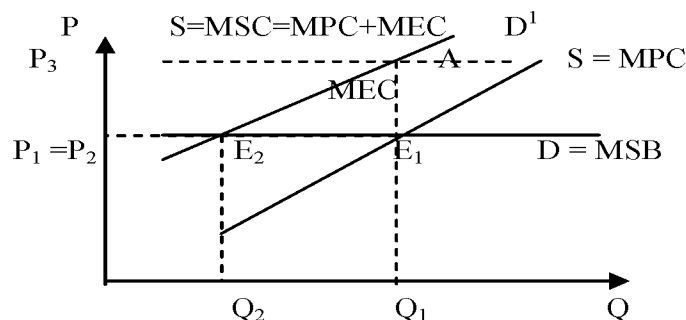


Рис. 2. Отрицательный эффект при абсолютно эластичном спросе

На рис. 3 показано изменение экологической эффективности в зависимости от динамики

внешних издержек (предельные внешние издержки показаны в долях предельных частных).

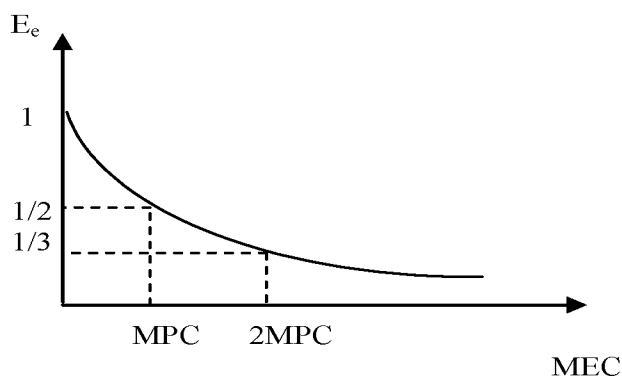


Рис. 3. Динамика показателя экологической эффективности в зависимости от величины экстерналиальных издержек

Показатель экологической эффективности предлагается определять следующим образом:

$$E_e = \frac{MPC}{MSC} = \frac{MPC}{MPC + MEC} = \frac{1}{1 + \frac{MEC}{MPC}}, \quad (4)$$

$$E_e = \frac{PC}{SC} = \frac{PC}{PC + EC} = \frac{1}{1 + \frac{EC}{PC}} = \frac{1}{1 + a}, \quad (5)$$

где  $MEC$ ,  $MPC$  – соответственно предельные внешние и частные издержки;  
 $EC$ ,  $PC$  – внешние и частные совокупные издержки;  
 $a$  – коэффициент отношения внешних и частных издержек.

При  $MEC = 0$  имеем максимальную экологическую эффективность системы, равную  $E_e = 1$ . При бесконечном возрастании  $MEC$  эффективность

стремится к нулю. При  $MEC = MPC$   $E_e = 1/2$ , при  $MEC = 2MPC$   $E_e = 1/3$ .

Рост внешних издержек (предельных и общих) будет действовать в направлении снижения экологической эффективности. Совокупное увеличение таких издержек снижает и эффективность экономической системы.

Довольно продуктивным методом борьбы с экологическими загрязнениями видится способ, связанный с введением внешних издержек в предельные частные издержки так, чтобы предельные социальные издержки становились выше; за счёт этого прибавления при одновременном расширении спроса в условиях его неэластичности удар по потреблению и производству не будет ощутимым. Это потребует изменения правил калькуляции издержек. Точнее, при эффективной организации мероприятий экологической и макроэкономической

политики речь об «ударе» по экологии становится неактуальной, поскольку производство и потребление становятся функцией не нанесения ущерба третьим агентам, что является целесообразной и адекватной постановкой проблемы.

Планирование опережающего развития должно учитывать «экологическую нагрузку» экономической системы. Экологическую нагрузку  $i$ -й страны, как известно, можно представить таким агрегированным показателем:  $I_i = P_i \times A_i \times T_i$ , где  $P_i$  — численность населения,  $A_i$  — уровень благосостояния,  $T_i$  — уровень технологического развития [1]. Однако такой показатель и его минимизация вряд ли особенно уместны и возможны практически. Достичь данной цели можно за счёт сдерживания прироста населения ( $P$ ), а также более высокой чистоты современных технологий ( $T$ ), то есть сокращения грязных технологий. Причём эта задача минимизации должна решаться при росте благосостояния, особенно беднейших стран — ( $A$ ). Хотя, безусловно, человеческое общество, если оно надеется выжить и развиваться, должно идею «ограниченности», «воздержания» использовать в качестве главного мотивационного принципа. Если ввести некую норму экологических расходов  $n_e = R_e / Y$ ,  $n_n = R_n / Y$ , где  $n_e$  — фактическая норма экологических затрат,  $n_n$  — потребная норма экологических затрат,  $R_e$  — фактическая величина затрат на экологические мероприятия,  $R_n$  — необходимые расходы, соответствующие реальному загрязнению,  $Y$  — валовой продукт страны, тогда минимизация может подлежать разнице  $n_e - n_n \rightarrow \min$ .

Введём показатель отношения валового национального продукта к стоимостной оценке национального богатства страны, тогда этот коэффициент можно считать интегрированной величиной, показывающей, насколько эффективна экономика, то есть продуктивно ли она пользуется богатством, имеющимся в её распоряжении, и создаёт национальный продукт. Математически данный показатель можно представить как отношение  $K_E = Y_t / W$ , где  $Y$  — национальный продукт года  $t$ ,  $W$  — национальное богатство по оценке на текущий год [7]. Наибольшая величина данного соотношения может представлять цель развития и экономической политики. Нетрудно показать, что в точке экстремума, максимума коэффициента эффективности  $K_E \rightarrow \max$ , величина самого коэффициента представляет собой отношение темпа роста текущего продукта к темпу роста национального богатства:

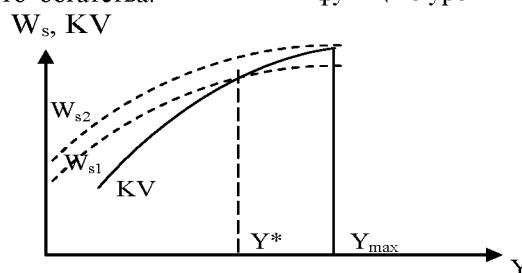


Рис. 4. Зависимость функции запаса здоровья и квалификации от дохода

$K_E = g_Y / g_W = [dY_t / dt] / [dW/dt]$ , при  $dK_E / dt > 0$ ,  $t < t_0$  и  $dK_E / dt < 0$ ,  $t > t_0$ , где  $t_0$  — точка максимума  $K_E$ .

При этом необходимые расходы могут быть довольно высоки, что потребует изменить не только правила ценообразования в мире, но и саму стратегию развития. Неравномерный уровень национального богатства разных стран и различные исторические условия их развития предопределили различные траектории социально-экономического прогресса этих стран.

В реалиях, безусловно, проблемы экологического ущерба и его влияния на экономику и социальные отношения существенно глубже и сложнее. Однако представленный мной ракурс экологической эффективности будет полезен при обеспечении экологической эффективности на практике. Не загрязнять должно стать выгодно — именно на это необходимо ориентировать все социальные правила, поощрять мотивы агентского поведения. Такой подход потребует изменения как «рыночной» логики хозяйствования, так и «рыночной» психологии предпринимательства, изменению привычки ориентирующего поведения. Однако не стоит поддаваться иллюзиям: проблема состоит в том, что потребуются понуждение к включению ущерба, наносимого природе, в затраты — иначе бухгалтерские правила калькуляции не позволят концентрировать капитал в фонды, восстанавливающие потери природы. Многочисленные макроэкономические модели обычно строятся на предположении, что «экологические затраты» как будто замедляют экономический рост и темп их роста вычитается из общего темпа экономического роста. Подобная парадигма представляется не просто некорректной, но и неверной, так как создание очистных сооружений, специальных систем очистки различных сред, иного оборудования необходимо рассматривать как основное условие современного развития и роста, изменяя экономическую психологию, мотивацию и модели. Далее покажем, каким образом функции экономических агентов — здоровья и квалификации (микроэкономические функции) — как две своеобразные экологические компоненты могут быть включены в анализ макроэкономических изменений.

## 2. Функции здоровья и квалификации экономических агентов

В зависимости от уровня дохода на одного агента можно представить функцию запаса здоровья и функцию уровня квалификации (см. рис. 4).

Допустим, для одного и того же уровня дохода запас здоровья выше запаса квалификации. Обе функции растут замедляющимся темпом, но с некоторого значения национального/ душевого дохода  $Y^*$  запас квалификации растёт сильнее, нежели запас здоровья, а затем этот рост при  $Y_{max}$  вообще прекращается. С момента  $Y^*$  квалификация становится более значимой. Именно её дальнейший рост, который можно связывать с технологическим прорывом, может обеспечить передвижение кривой  $W_{s1}$  в положение  $W_{s2}$ , тем самым возрастёт запас здоровья для данного уровня дохода. Привязка

функции запаса здоровья и квалификации к уровню дохода позволяет сформулировать задачу нахождения разрыва между двумя функциями и оптимального распределения инвестиций между сохранением, восстановлением или увеличением запаса здоровья либо повышением квалификации и наращиванием запаса капитала. Одним словом, наращение человеческого капитала посредством обучения и повышения квалификации сопровождается его износом, причём реальным физическим износом, выражающимся в ухудшении запаса здоровья, снижении работоспособности и производительности.

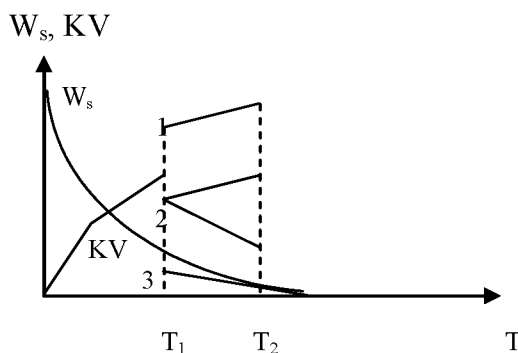


Рис. 5. Изменение функции квалификации

Изменение функции квалификации можно представить по периодам развития агента. Тогда в момент  $T_1$  вследствие стажировки и повышения квалификации эта функция смещается в положение 1 (рис. 5), а возможна ситуация дисквалификации, например в силу болезни (кривая 3 — участок функции  $W_s$ ), которая может описываться кривой 2, идущей вниз (деградация) или вверх (частичное восстановление квалификации). С возрастного момента  $T_2$  будет наблюдаться возрастное сокращение квалификации.

Таким образом, дисфункция экономического агента ( $DF_A$ ) — это, по существу, совокупность дисфункции здоровья ( $D_{W_s}$ ) и квалификации ( $D_{KV}$ ). Дисфункция квалификации — это дисквалификация, которая выражается в потере необходимого знания либо неумении применить то знание, которое находится в распоряжении агента. Такую же аналогию можно перенести на крупные и малые социальные системы. Саму дисфункцию по каждой составляющей можно представить через функции запаса здоровья и квалификации. Определённые участки этих функций будут соответствовать дисфункции. Тогда запишем:

$$DF_A = D_{W_s} + D_{KV}. \quad (6)$$

Макроэкономическая политика должна исходить тогда из необходимости минимизации этой функции, либо потребуются по-другому поставить задачу, представить функцию благосостояния ( $SFW$ ) в виде суммы функции запаса здоровья ( $W_s$ ) и уровня квалификации ( $KV$ ). Тогда будет сформулирована задача поиска глобального максимума — для всей системы, однако никто не мешает сохранить формулировку для микроэкономического уровня:

$$DF_A \rightarrow \min,$$

$$SFW(t) = W_s(t) + KV(t) \rightarrow \max. \quad (7)$$

Функция дисфункциональности символизирует минимум потерь при достижении конкретного максимума, поскольку траекторий движения, а значит, и максимумов может быть несколько (для каждой траектории свой). Возможно, что придётся эмпирически строить каждую функцию, учитывая возрастную структуру агентов экономической системы, поскольку эта структура будет сильно влиять на вид соответствующих функций. Как было показано на теоретических графиках, функции могут иметь ломаный вид в связи с тем, что для данных отрезков времени имеют свою эластичность.

Разные квалификации и число специалистов каждой квалификации имеет свою значимость в экономике относительно их вклада в темп экономического роста и в прирост национального дохода. Поэтому имеет смысл задача определения и прогноза квалификационной матрицы экономики по величине вноса каждой профессиональной группы в развитие. В такой постановке данная задача, будучи решённой, позволит управлять и системой образования, и рынками труда, и развитием в целом.

Благосостояние агента складывается из запаса здоровья и накопленной квалификации. Фактически его можно представить как сумму двух функций:  $V_1(t) = W_{s1}(t) + KV_1(t)$ . Имеющиеся ресурсы, проектируемые институты, накопленный физический запас капитала (жильё, инфраструктура, производственные площади/мощности и т.д.) обслуживают эти базовые функции и обеспечивают либо не обеспечивают их приращение.

К оценке системы образования может быть применён так называемый квалификационный подход. В этом случае математическая модель описывает динамику уровня квалификации:

$$\frac{\partial k}{\partial t} = f(k) + Z(t), k(t=0) = k_0, \quad (8)$$

где  $k(t)$  – квалификация специалиста или накопленный вследствие обучения образовательный капитал (компетенции);

$k_0$  – квалификация до обучения, в некий начальный момент времени;

$Z(t)$  – функция затрат системы образования.

Решение этого дифференциального уравнения зависит от подбора функции  $f(k)$ , а также от допущений, определяющих усвоение материала в процессе обучения, использование данной квалификации в экономике и т.д. Представляется, что эти решения могут восприниматься лишь как ориентировочные, поскольку, во-первых, не учитывают институционального качества и эффектов, с ним связанных, во-вторых, зависят от подбора указанной функции, в-третьих, например, предполагают «неживые» допущения, как то: постоянную интенсивность функции затрат, линейность функции  $f(k)$ , интенсивное использование специалиста приводит к его дисквалификации, а не повышению мастерства и накоплению большего опыта и др. Важно учесть, как накапливаемый опыт определяет динамику квалификации уже после того, как обучение давно завершено. То же относится и к состоянию рынка труда и экономики в целом, в которой могут быть востребованы или не востребованы специалисты того или иного уровня. Иными словами, компетенции могут не найти практического приложения и апробации.

С накоплением опыта работы квалификация обученных специалистов должна расти, а не снижаться или оставаться на неизменном уровне, что при современной конкуренции фактически означает снижение квалификации. Это оптимальный вариант. Иными словами, система образования, если она эффективна, должна обеспечивать дальнейшее развитие специалистов по обученным специальностям с приращением квалификации.

Сокращение запаса здоровья или, как иногда говорят, снижение «здоровья нации» как макроэкономического показателя, сказывается на возможности производства знаний и уровне квалификации, который понижается. В результате сокращается производительность, технологический уровень производства, снижается и качество жизни.

Исходя из сказанного, представим в соответствии с приведенными выше графическими зависимостями функции запаса здоровья и квалифи-

кации в аналитическом виде. Тогда можно записать:

$$W_s = a_1 - a_2 e^{-\beta_1 y}, \quad KV = b_1 - b_2 e^{-\beta_2 y}. \quad (9)$$

Продифференцировав по уровню душевого дохода, получим:

$$\frac{\partial W_s}{\partial y} = c_1 e^{-\beta_1 y}, \quad \frac{\partial(KV)}{\partial y} = c_2 e^{-\beta_2 y}. \quad (10)$$

Зависимость функции запаса здоровья и уровня квалификации можно представить следующими двумя способами:

$$W_s = a - b e^{-\alpha KV}, \quad \frac{\partial KV}{\partial t} = AKV_0 e^{\mu W_{sw}}. \quad (11)$$

Тогда:

$$\frac{\partial W_s}{\partial t} = c_3 e^{-\alpha KV}, \quad \frac{\partial W_s}{\partial t} = \frac{\partial W_s}{\partial t} \frac{\partial y}{\partial y} = \frac{\partial W_s}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial t} = c_1 e^{-\beta_1 y} \frac{\partial y}{\partial t},$$

откуда следует, что

$$\frac{\partial y}{\partial t} = c_4 e^{\beta_1 y - \alpha KV}.$$

Выразив функцию квалификации, получим:

$$KV = \frac{\beta_1}{\alpha} y - \frac{1}{\alpha} \ln \left[ \frac{1}{c_4} \frac{\partial y}{\partial t} \right].$$

Подставив это выражение в функцию запаса здоровья, получим:

$$W_s = a - \frac{b}{c_4} \frac{\partial y}{\partial t} e^{-(1+\beta_1 y)}.$$

Таким образом, решение, как и вид функций квалификации и запаса здоровья, будут зависеть от представления динамики  $y$  – валового продукта (на душу населения). Иной способ – задать функцию квалификации и интенсивность затрат системы образования, то есть воспользоваться уравнением

$$\frac{\partial KV}{\partial t} = f(KV) + Z(t), \quad KV(t=0) = RV_0.$$

Приняв  $f(KV) = \phi KV$  ( $\phi < 0$  – показатель, характеризующий восприятие знаний, то есть эффективность усвоения (скорость) знаний) и  $Z(t) = Z_0$ ,

$$\text{получим } \frac{\partial KV}{\partial t} = \phi KV + Z_0.$$

Решением данного уравнения в общем виде является выражение:

$$KV(t) = -\frac{Z_0}{\phi} + (KV_0 + \frac{Z_0}{\phi}) e^{\phi t}. \quad (12)$$

Приняв  $KV_0 = 0,5$ ,  $Z_0 = 1$ ,  $\phi = -0,5$ , получим  $KV(t) = 2 - 1,5 e^{-0,5 t}$ . График будет отражать возрастание квалификации в зависимости от времени (см. рис. 6).



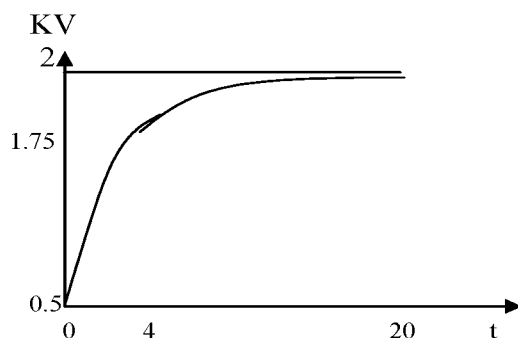


Рис. 6. Изменение функции квалификации

Если же принять  $KV = a - b e^{-\alpha W_s}$  и  $W_s = b_1 + b_2 e^{-\beta t}$  при  $a=1$ ,  $b=0,2$ ,  $\alpha=0,3$ ,  $\beta=0,5$ ,  $b_1=1,5$ ,  $b_2=0,5$ , получим  $W_s = 1,5 + 0,5 e^{-0,5t}$ , и тогда графики

для функции запаса здоровья и квалификации примут вид, как на рис. 7.

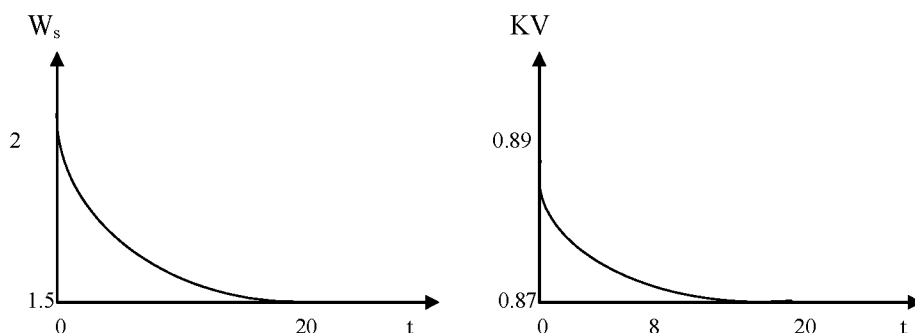


Рис. 7. Изменение функции запаса здоровья и квалификации

Как видно из рис. 7, снижение запаса здоровья способно пусть и незначительно при использованных значениях, но понизить возможности в повышении квалификации. Функция квалификации снижается так же, как и функция запаса здоровья. Такое изменение отличается от представленной выше модели, где задавалась некая постоянная интенсивность расходов на образование  $Z_0$ .

Таким образом, при формировании макроэкономических моделей следует учитывать действие различных факторов и взаимосвязанность различных систем, в частности экологических условий и факторов, к коим можно уверенно отнести присутствие функции здоровья и квалификации, которые могут обнаруживать тесную связь для одних систем и ситуаций и не обнаруживать её в иных обстоятельствах. «Экологическая экономика» может составить альтернативу современной «ростовой» парадигме развития.

#### Список литературы

1. Вайцзеккер Э., Ловинс Э., Ловинс Л. Фактор четыре. М.: Академия, 2000. 400 с.
2. Коуз Р. Рынок. Фирма. Право. М.: Дело, 1993. 192 с.
3. Остром Э. Управляя общим. Эволюция институтов коллективной деятельности. М.: ИРИСЭН, Мысль, 2010. 448 с.
4. Пигу А. Экономика благосостояния: в 2 т. М.: Прогресс, 1985.
5. Петраков Н.Я. Избранное: в 2 т. М.-СПб.: Нестор-История, 2012.

6. Системный мониторинг. Глобальное и региональное развитие. М.: Либроком, 2009.
7. Сухарев О.С. Теория эффективности экономики. М.: Финансы и статистика, 2009. 368 с.
8. Feldman A., Serrano R. Welfare Economics and Social Choice Theory. Springer Science+Business Media Inc., 2006. 403 p.
9. Sen A. On Economic Inequality. N. Y., Norton, 1997. 260 p.
10. Sukharev O.S. Theory of Economic Changes. Problems and Decisions. Moscow (eng): KRASAND, 2013. 368 p.

Получено: 28.07.2014.

#### References

1. Vaytszeker E., Lovins E., Lovins L. Faktor chetyre [Factor four]. Moscow, «Academy», 2000. 400 p.
2. Kouz R. Rynok. Firma. Pravo [Market. Firm. Right.]. Moscow, Delo, 1993. 192 p.
3. Ostrom E. Upravljaja obshhim. Jevoljucija institutov kolektivnoj dejatel'nosti [Directing the general. Evolution of institutes of collective activity]. Moscow, IRISEN, Thought. 2010. 448 p.
4. Pigu A. Jekonomika blagosostojanija [Ekonomika of welfare]. 2 V. Moscow, Progress. 1985.
5. Petrakov N. Izbrannoe [Favourites]. 2 V. Moscow-St. Petersburg, «Nestor History», 2012.
6. Sistemnyj monitoring. Global'noe i regional'noe razvitie [System monitoring. Global and regional development]. Moscow, Librokom, 2009.

7. *Suharev O.S.* Teorija jeffektivnosti jekonomiki [Theory of efficiency of economy]. Moscow, Finance and statistics, 2009. 368 p.

8. *Feldman A., Serrano R.* Welfare Economics and Social Choice Theory. Springer Science+Business Media Inc, 2006. 403 p.

9. *Sen A.* On Economic. Inequality, New York, Norton, 1997. 260 p.

10. *Sukharev O.S.* Theory of Economic Changes. Problems and Decisions. Moscow (eng), KRASAND. 2013. 368 p.

*The date of the manuscript receipt: 28.07.2014.*

---

## ECOLOGICAL EFFICIENCY AND FUNCTIONS OF AGENTS' BEHAVIOUR: WHAT CAN ECONOMIC THEORY SAY?

*Oleg S. Sukharev, Doctor of Economics, Professor, Chief Researcher*

**Institute of Economics of the Russian Academy of Sciences; 32, Nakhimovsky Avenue, Moscow, 117218, Russia**

The problem of social efficiency and ecological efficiency correlation is considered in the paper. Conceptual framework describing "ecological" efficiency of various systems, such as macroeconomics, a firm or any other system, in terms of economic theory is elaborated. It is shown how ecological efficiency and the problem of market economy regulation, external effects in particular, correlate. The author introduces correlations which allow to estimate ecological efficiency and ecological programs cost value. Besides, the basic idea is that modern economic theory does not consider ecological development tasks as an integral condition for economic growth. This dominating theoretical paradigm demands changing. In some models of economic growth ecological costs are considered as a factor of its inhibition and its rate reduction. Such representation is not correct in the author's opinion. In the article the concept of social, national economy and ecological efficiency is highlighted, the basic axioms of efficiency theory are formulated. From the perspective of an economic agent functioning the concept of function of health and qualifications is introduced and a model assessing the state of the agent and its changes in terms of these functions is provided. The author enounces an agent's welfare model from the standpoint of these functions, demonstrates a special state - dysfunction, moreover, introduces an analytical solution for the model, which provides connection between the function of health and qualifications, and demonstrates the possibility of using this approach at the level of macroeconomic analysis.

*Keywords: ecological efficiency, externalities, function of health reserve and agents' qualifications.*

### **Просьба сослаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:**

*Сухарев О.С.* Экологическая эффективность и функции поведения агентов: что может сказать экономическая теория? // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика» = Perm University Herald. Economy. 2014. № 3(22). С. 5–14.

### **Please cite this article in English as:**

*Sukharev O.S.* Ecological efficiency and functions of agents' behavior: what can economic theory say? // Vestnik Permskogo universiteta. Seria Ekonomika = Perm University Herald. Economy. 2014. № 3(22). P. 5–14.