Природните ресурси и устойчивото развитие

Юли Радев*

Резюме: Настоящата публикация анализира противоречивите определения за ефективност и устойчивост в макроикономическата литература на растежа. Посредством модела на оптималния растеж капитал-ресурси Дасгупта и Хил (1974), Пецей и Витаген (1998), Валенте (2005) оспорват формулата на устойчивото развитие на Солоу (1974), доказвайки, че при невъзстановими природни ресурси потреблението в дългосрочен план намалява. Представеният модел допълва тези анализи, като – наред с амортизацията на капитала и ръста на населението, отчита допълнително въздействието на техническия прогрес върху ресурсите, както и възстановимостта на самите ресурси. Основният извод е, че постоянно потребление може да се постигне само когато сумата от социалната дисконтова норма и ръста на населението не надвишава сумата от коефициента на въздействие на техническия прогрес и нормата на възстановяване на ресурсите. Амортизацията на капитала не влияе върху условията за устойчиво развитие на икономиката.

Ключови думи:

JEL: E 21, Q 11, Q 32.

1. Въведение

Концепцията за устойчивото развитие привлича от години интереса на икономистите и политиците. Една от най-популярните дефиниции на устойчивото развитие е, че то представлява траектория, която отразява ненамаляващото благополучие на бъдещите поколения. Тази дефиниция обикновено се интерпретира като ненамаляващи потребление и/или полезност. Икономистите асоциират устойчивото развитие с идеята на Солоу (1974) за потребление, което остава завинаги постоянно.

На основата на производствената функция Коб-Дъглас и асимптотичния подход Солоу (1974) определя първоначалното ефективно ниво на потребление, което е устойчиво, тъй като може да се поддържа постоянно. Това потребление обаче е изведено само на базата на производството и не отчита функцията на полезността и нейното дисконтиране. Участието на социалната дисконтова норма променя изводите но Солоу. Пецей и Витаген (1998, с. 522) например доказват, че потреблението на Солоу нараства и намалява паралелно с изменението на социалната дисконтова норма. Освен това, представяйки няколко алгебрични сценария, те потвърждават извода на Дасгупта и Хил (1974), че при невъзстановими ресурси потреблението в дългосрочна перспектива намалява. Двамата автори достигат до извода, че при непроменяща се технология с постоянна възвращаемост от мащаба траекторията на оптималното потребление всъщност е островърха, т.е. след определена точка потреблението монотонно намалява.

Забележителното е, че Пецей и Витаген (1998) конструират своите модели на

* Юли Радев е доктор, доцент в катедра "Икономика и управление" на МГУ "Св. Иван Рилски", e-mail: radev@bgc.bg .

икономическия растеж на база анализа на Стиглиц (1974), в който ключовите показатели са потреблението и производството, нормализирани спрямо капитала. Този подход се оказва особено провокативен и се използва и обогатява непрекъснато в анализите на икономическия растеж и устойчивото развитие (виж Валенте (2005)). В настоящата публикация, наред с амортизацията на капитала и ръста на населението, в анализа участват още въздействието, което техническият прогрес оказва върху ресурсите, както и възстановимостта на самите ресурси.

Възстановимостта на ресурсите следва концепцията за естествената регенерация, която е основно допускане в биоикономическите модели (виж Конрад и Кларк, 1987). В моделите на икономическия растеж тази концепция е използвана от Мърморос (1993) – от гледна точка на влиянието на припокриващите се генерации върху растежа, и от Белтрати и др. (1998) – в контекста на обобщаваща рамка на растежа.

По презумпция техническият прогрес повишава производството. Обикновено този процес се представя като експоненциална функция, чиято експонента представлява коефициента на въздействие върху производството. Развитието на технологиите може да се обвърже и с конкретен производствен фактор, например с природните ресурси, като експонентата в този случай показва въздействието на техническия прогрес върху избрания производствен фактор.

След като се анализират зависимостите между участващите в модела показатели, се оказва, че устойчивото развитие е възможно само при условие, че социалната дисконтова норма не надвишава сумата от коефициента на въздействие на техническия прогрес и нормата на възстановяване на ресурсите, намалена с ръста на населението.

Оставащата част от публикацията е организирана по следния начин: раздел 2 представя модела *капитал-ресурси*, а раздел 3 динамичните характеристики на модела. В раздел 4 е направен традиционният обобщаващ коментар.

2. Модел на икономическия растеж *капитал-ресурси*

В стандартния модел на икономическия растеж *капитал-ресурси* ролята на целева функция изпълнява интегрираната функция от дисконтираните полезности (U):

$$U = \int_0^\infty u\left(c_{(t)}\right) e^{nt} e^{-\rho t} dt = \int_0^\infty u\left(c_{(t)}\right) e^{-(\rho - n)t} dt, \quad (1)$$

в която $c_{(t)}$, потреблението, и $x_{(t)}$, участващият в производството природен капитал, са контролните променливи, $\rho > 0$ е социалната дисконтова норма, а n е ръстът на населението.

Тази функция се максимизира по отношение на ограниченията за капитала ($k_{(t)}$) и общата наличност природни ресурси ($z_{(t)}$), представени съответно като:

$$\dot{k} = f\left(k_{(t)}, x_{(t)}\right) - c_{(t)} - (n + \delta) k_{(t)}, \text{ и} \quad (2)$$

$$\dot{z}_{(t)} = -x_{(t)} + (r - n) z_{(t)}, \quad (3)$$

където: δ е амортизацията, а r е норма на възстановяване на природните ресурси, без участвалите вече в производството.

Населението и съответно предлаганият труд $L_{(t)}$ нарастват експоненциално с постоянна норма $n > 0$, $L_{(t)} = L_{(0)} e^{nt} = e^{nt}$, при $L_{(0)} = 1$. Всички останали променливи в (1), (2) и (3) са нормализирани спрямо L, т.е. отнасят се за глава от населението.

От необходимите условия на оптимум на динамичното управление на Понтрягин и др. (1962) се дефинира динамиката на икономиката чрез правилото на Ойлер:

$$g_c = \frac{1}{\theta}\left[f_k\left(k_{(t)}, x_{(t)}\right) - \delta - \rho - n\right], \quad (4)$$

и ефективното правило на Хотелинг:

$$g_{f_x} = f_k\left(k_{(t)}, x_{(t)}\right) - r - \delta, \quad (5)$$

където $g_c = \dfrac{\dot{c}_{(t)}}{c_{(t)}}$ е темпът на растеж на потреблението, $g_{f_x} = \dfrac{\dot{f}_x\left(k_{(t)}, x_{(t)}\right)}{f_x\left(k_{(t)}, x_{(t)}\right)}$ е темпът на растеж на маргиналната производителност на ресурсите, а $0<\theta<1$ представлява кривината на функцията на полезността при постоянна еластичност[1].

Според правилото на Хотелинг ефективното управление на ресурсите изисква икономиката да минимизира използването на природните ресурси във времето. Уравнение (5), показва, че тази цел се постига, когато сумата от темпа на растеж на маргиналната производителност на природния капитал и нормата на неговото възстановяване е равна на маргиналната производителност на направения от човека капитал, намалена с амортизацията.

Стиглиц (1974), Пецей и Витаген (1998) и Валенте (2005) доказват, че по протежение на ефективната траектория в модел с производствена функция от вида Коб-Дъглас, с ненарастващи възвращаемости от мащаба и с изоеластична функция на полезността, агрегатното потребление в дългосрочен план намалява[2]. И в трите публикации агрегатната функция на производството се задава като: $F(K,X,t)=K^{\alpha}X^{\beta}e^{\omega t}$, където ω е екзогенннатa норма или коефициентът на въздействие на техническия прогрес, а $\alpha+\beta\leq 0$ и $0<\beta<\alpha\leq 1$[3].

Интензивната форма на тази производствена функция $f(k_{(t)},x_{(t)})$ се извежда от $F\left(K,X,t\right)\left(\dfrac{1}{L}\right)$, като:

$$f\left(k_{(t)},x_{(t)}\right)=\left[\left(\frac{K}{L}\right)^{\alpha}L^{\alpha}\left(\frac{X}{L}\right)^{\beta}L^{\beta},t\right]\left(\frac{1}{L}\right)=k^{\alpha}x^{\beta} \quad (6)$$

Имайки предвид, че $L_{(t)}=e^{-nt}$, и добавяйки $e^{\omega t}$, уравнение (6) се свежда до:

$$f\left(k_{(t)},x_{(t)}\right)=k^{\alpha}x^{\beta}e^{[\omega-n(1-\alpha-\beta)]t}, \quad (7)$$

където ω-$n(1$-α-$\beta)$ е коригираният – заради намаляващите възвращаемости от мащаба, коефициент на въздействие на техническия прогрес върху производството на глава от населението.

По подобие на Стиглиц (1974), в анализа се въвеждат променливите φ и ς, изразяващи нормализираните спрямо капила производство и потребление: $\varphi=f/k$; $\varsigma=c/k$. От (7), следва, че във всяко t $\varphi=\dfrac{k^{\alpha}x^{\beta}e^{(\omega-n(1-\alpha-\beta))}}{k}$.

С тези допълнения и от дефиницията на темпа на растеж на потреблението по-горе, условията за ефективност може да се представят чрез четири уравнения (от 8.1 до 8.4), изразяващи темповете на растеж съответно на капитала, използваните в производството природни ресурси, потреблението, производствената функция, нормализирана спрямо капитала, и потреблението, нормализирано спрямо капитала: g_k; g_x; g_c; g_{φ} и g_{ς} (виж Пецей и Витаген, 1998, с.521).

Първото уравнение се получава директно от дефиницията на темпа на растеж на φ:

$$g_{\varphi}=\beta g_x-(1-\alpha)g_k+\left(\omega-n^{(1-\alpha-\beta)}\right). \quad (8.1)$$

Имайки предвид, че $f_k=\alpha\varphi$ и $g_{f_x}=(\beta-1)g_x+\alpha g_k+\left(\omega-n^{(1-\alpha-\beta)}\right)$ и заместваики в ефективното правило на Хотелинг, $g_{f_x}=f_k-r-\delta$, се извежда второто уравнение, описващо зависимостта между g_k и g_x:

$$(\beta\text{-}1)g_x+\alpha g_k+(\varphi\text{-}n^{(1-\alpha-\beta)})=\alpha\varphi\text{-}(r+\beta) \quad (8.2)$$

[1] С f_k и f_x са означени първите производни на производствената функция спрямо k и x.

[2] Все пак Стиглиц (1974) твърди, че при значителен технически прогрес ненамаляващо потребление в дългосрочен план е възможно.

[3] Макар че същите изводи могат де се напрлавят и за хомогенна производствена функция от първа степен, при допускане за постоянна възвращаемаост от мащаба.

От правилото на Ойлер $g_c = \frac{1}{\theta}(f_k - \rho - \delta - n)$, и от $\varsigma = c/k$ и $g_\varsigma = g_c - g_k$, се получава третото уравнение на зависимостта между g_φ и g_ς:

$$\theta g\varsigma + \theta gk = \alpha\varphi - \rho - \delta - n. \qquad (8.3)$$

И накрая, от бюджетното ограничение се достига до четвъртото уравнение, представящо g_k:

$$gk = \varphi - \varsigma - (\delta + n). \qquad (8.4)$$

От уравнения $8.1 \div 8.4$ с кратки алгебрични преобразувания могат да се определят g_φ и g_ς като функции на зададените показатели. Имайки предвид, че в дългосрочното равновесие т. E, g_φ и g_ς са равни на нула, лесно могат да се изчислят координатите на т. E и нейното разположение спрямо постоянното потребление $g_c = 0$.

За да се определи g_ς, е необходимо g_k от 8.4 да се замести в 8.3:

$$g_\varsigma = \frac{\alpha\varphi - \rho - \delta - n}{\theta} - \frac{\varphi\theta}{\theta} + \varsigma + \frac{(\delta + n)\theta}{\theta} =$$

$$= \varsigma + \frac{\varphi(\alpha - \theta)}{\theta} - \frac{\rho + \delta + n}{\theta} + \frac{(\delta + n)\theta}{\theta}, \text{ или:}$$

$$g_\varsigma = \varsigma + \frac{\varphi(\alpha - \theta)}{\theta} - \frac{\rho + (\delta + n)(1 - \theta)}{\theta}. \qquad (9)$$

След заместване на g_k в (8.2) с (8.4) се получава изразът

$$-(1-\beta)g_x + \alpha(\varphi - \varsigma - \delta - n) - \alpha\varphi + (r + \delta) + \left(\omega - n^{(1-\alpha-\beta)}\right) = 0,$$

от където следва:

$$g_x = -\frac{\alpha(\varsigma + \delta + n)}{(1-\beta)} + \frac{\left(r + \delta + \omega - n^{(1-\alpha-\beta)}\right)}{(1-\beta)}. \qquad (10)$$

Уравненията за g_x и g_k се заместват в (8.1), за да се получи g_φ:

$$g_\varphi = \frac{\alpha\beta(\varsigma + \delta + n)}{(1-\beta)} + \frac{\beta\left(r + \delta + \omega - n^{(1-\alpha-\beta)}\right)}{(1-\beta)} -$$

$$-(1-\alpha)(\varphi - \varsigma - (\delta + n)) + \left(\omega - n^{(1-\alpha-\beta)}\right) \qquad (11)$$

и след елементарни алгебрични действия се достига до:

$$g_\varphi = -(1-\alpha)\varphi + \frac{(1-\alpha-\beta)\varsigma}{(1-\beta)} + \frac{\beta r + \omega + (1-\alpha)\delta}{(1-\beta)}.[4] \qquad (12)$$

Уравнения (9) и (12) представят темповете на растеж на φ и ς в една ефективно развиваща се икономика.

Местоположението на дългосрочното ефективно равновесие се дефинира от уравненията:

$$g_\varphi = 0: \ \varphi = \frac{(1-\alpha-\beta)\varsigma}{(1-\alpha)(1-\beta)} + \frac{r\beta + \omega + (1-\alpha)\delta}{(1-\alpha)(1-\beta)}, \qquad (13)$$

$$g_\varsigma = 0: \ \varphi = \frac{\rho + (\delta + n)(1-\theta)}{\alpha - \theta} - \varsigma\left(\frac{\theta}{\alpha - \theta}\right) \qquad (14)$$

От (13) и (14) могат да се намерят дългосрочните равновесни стойности на φ и ς, (φ_E, ς_E):

$$\varphi_E = \frac{[\rho + \delta + n(1-\theta)](1-\alpha-\beta) + \theta[r\beta + \omega + \delta(1-\alpha)]}{\alpha(\theta\beta + 1 - \alpha - \beta)} \text{ и } (15)$$

$$\varsigma_E = \frac{[\rho + n(1-\theta)](1-\alpha)(1-\beta) + (r\beta + \omega)(\theta - \alpha)}{\alpha(\theta\beta + 1 - \alpha - \beta)} + \frac{\delta(1-\alpha)}{\alpha}. \qquad (16)$$

Допускайки, че $\varsigma_E > 0$, т.е. при положително потребление, равновесието (φ_E, ς_E) е седлова точка, а ефективната траектория е такава, за която координатите на равновесната точка винаги съвпадат с координатите на седловата точка.

От правилото на Ойлер $g_c = \frac{1}{\theta}(f_k - \rho - \delta - n)$ и уравнението $f_k = \alpha\varphi$ следва, че потреблението c намалява, когато $\varphi < \frac{\rho + \delta + n}{\alpha}$. И тъй като ефективната траектория конвергира спрямо т. E, можем да обобщим, че потреблението на глава от населението в дългосрочен план няма да намалява само когато $\varphi \geq \frac{\rho + \delta + n}{\alpha}$.

Замествайки (15), последното неравен-

---

[4] 3. $g_\varphi = -(1-\alpha)\varphi - \frac{\alpha\beta(\varsigma + \delta + n)}{(1-\beta)} + \frac{\beta\left(r + \delta + \omega - n^{(1-\alpha-\beta)}\right)}{(1-\beta)} + (1-\alpha)(\varsigma + \delta + n) + \left(\omega - n^{(1-\alpha-\beta)}\right) =$

$-(1-\alpha)\varphi + \frac{(1-\alpha)(1-\beta)\varsigma - \alpha\beta\varsigma}{(1-\beta)}$

$-\frac{\alpha\beta(\delta + n)}{(1-\beta)} + \frac{\beta\left(r + \delta + \omega - n^{(1-\alpha-\beta)}\right)}{(1-\beta)} + (1-\alpha)(\delta + n) + \left(\omega - n^{(1-\alpha-\beta)}\right) = -(1-\alpha)\varphi + \frac{(1-\alpha-\beta)\varsigma}{(1-\beta)} + \frac{\beta r}{(1-\beta)}$

$+\frac{\omega}{(1-\beta)} - \frac{\alpha\beta(\delta + n)}{(1-\beta)} + \frac{\beta\left(\delta - n^{(1-\alpha-\beta)}\right)}{(1-\beta)} + (1-\alpha)(\delta + n) - n^{(1-\alpha-\beta)}.$

И тъй като $-\frac{\alpha\beta(\delta + n)}{(1-\beta)} + \frac{\beta\left(\delta - n^{(1-\alpha-\beta)}\right)}{(1-\beta)} + (1-\alpha)(\delta + n) - n^{(1-\alpha-\beta)} = \frac{(1-\alpha)\delta}{(1-\beta)}$, следва (12).

ство придобива следния вид:

$$\frac{\omega - n(1-\alpha-\beta)}{\beta} \geq \rho + n - r\,. \qquad (17)$$

Ако означим лявата страна на (17) с Ω, $\Omega = \frac{\omega - n(1-\alpha-\beta)}{\beta}$, то Ω представлява коригирания (заради намаляващите възвращаемости от мащаба) коефициент на въздействие на техническия прогрес върху природните ресурси.

За да онагледим тази интерпретация на Ω, ще представим производствената функция (7) във всяко *t* като:

$$y = k^{\alpha} x^{\beta} e^{[\omega - n(1-\alpha-\beta)]} =$$

$$= k^{\alpha}\left(x e^{\frac{[\omega - n(1-\alpha-\beta)]}{\beta}}\right)^{\beta} = k^{\alpha}\left(x e^{\Omega}\right)^{\beta}. \qquad (18)$$

От последното уравнение става ясно, че Ω обобщава въздействието на техническия прогрес върху ресурсите, използвани в производството, x. В действителност това въздействие е процесът на повишаване на производителността на природните ресурси, като резултат от внедряването на ресурсоспестяващи технологии.

Трябва да подчертаем, че коригираният коефициент на техническия прогрес е характерен за производствените функции с постоянни възвращаемости от мащаба. От уравнение (18) следва, че в сценария Коб-Дъглас с намаляващи възвращаемости от мащаба и с неутрални по Хикс технически изменения[5] се възпроизвеждат същите изводи за ролята на техническия прогрес, както при технологии с постоянни възвращаемости от мащаба.

Ако в горния сценарии допуснем постоянна възвращаемост от мащаба, т.е. $\alpha+\beta=1$, и липса на технически прогрес, (17) показва, че устойчивото развитие е възможно, когато сумата $\rho+n$ не надвишава естествената регенерация r. А дали в общия случай $(\omega>0, \alpha+\beta<1)$ тази най-ниска гранична стойност на *r* ще се понижи още повече, зависи от нетния ефект на двете противоположни сили, техническия прогрес и намаляващите възвращаемости от мащаба.

В икономика, в която $n=\omega=0$, (17) се свежда до неравенството:

$$r \geq \rho\,. \qquad (19)$$

В анализа на производствената функция за удобство се абстрахирахме от производствения фактор труд, като приехме, че той се представя с променливата, L^1. Ако допуснем, че предлагането на труд е нееластично, т.е. L^{χ}, където $\chi<0$, това все пак няма да промени съществено крайните резултати. Общата производствена функция в този случай е $F(K,X,L,t)=K^{\alpha}X^{\beta}L^{\chi}e^{\omega t}$, а инетнизвната ѝ форма се свежда до:

$$f\left(k_{(t)}, x_{(t)}\right) = k^{\alpha} x^{\beta} e^{[\omega - n(1-\alpha-\beta-\chi)]t}.$$

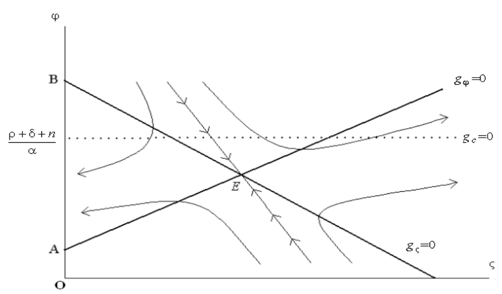
След тези преобразувания неравенство (17) се представя като:

$$\frac{\omega - n(1-\alpha-\beta-\chi)}{\beta} \geq \rho + n - r\,, \qquad (20)$$

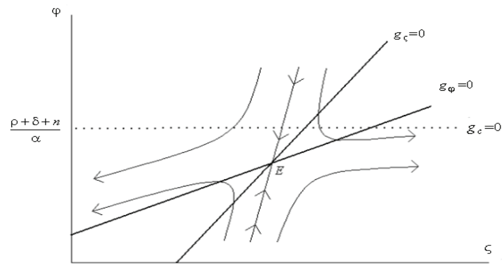
където χ е участието на труда в производствената функция, а $\omega - n(1-\alpha-\beta-\chi)$ е коригираният (заради намаляващите възвращаемости от мащаба) коефициент на въздействие на техническия прогрес върху производството на глава от населението.

На фигури 1 и 2 са илюстрирани два възможни сценария (при различни съотношения между α и θ) за динамиката на икономиката, на които се вижда разположението на дългосрочното равновесие (т. Е) и постоянното потребление ($g_c=0$).

---
[5] Според Джон Хикс (1932), производствената функция е с неутрални технически изменения, когато в $Y = A * F(K,X)$ се променя само А, а балансът между производствените фактори се запазва.



Фигура 1. *Фазова диаграма на уравнения (13) и (14), при условие $\alpha>\theta$ и отрицателен наклон на $g_{\varsigma}=0$, ($OB>OA$).*



Фигура 2. *Фазова диаграма на уравнения (13) и (14), при условие $\alpha<\theta$ и положителен наклон на $g_{\varsigma}=0$.*

Хоризонталната линия $\varphi=\dfrac{\rho+\delta+n}{\alpha}$, за която $g_{\varsigma}=0$, всъщност олицетворява устойчивото потребление на глава от населението. Под тази линия $\dot{c}<0$. И в двата случая условие (17) не е изпълнено и потреблението на глава от населението в дългосрочен план намалява.

От направения до момента анализ ще изведем следната теорема.

Теорема: При зададена технология Коб-Дъглас с ненарастващи възвращаемости от мащаба (както и при по-опростена технология с постоянни възвращаемости от мащаба) и изоеластична функция на полезността, ефективната икономика отговаря на условията за устойчиво развитие, но само докато социалната дисконтова норма не превишава сумата от нормата на възстановяване на ресурсите и коефициента на въздействие на техническия прогрес, намалена с ръста на населението.

Изводите от тази теорема са в две посоки. От една страна тя обобщава резултатите на Стиглиц (1974) относно характеристиките на полезността и въздействието на технологиите, с допълнителното участие на възстановимостта на ресурсите[6]. От друга страна тя показва, че противоречивите зависимости между ефективност и устойчивост не се разрешават с присъствието на техническия прогрес и възстановимостта на ресурсите. Високите стойности на коригирания коефициент на въздействие на техническия прогрес върху ресурсите и нормата на възстановяване на ресурсите ще позволят да се поддържа постоянно потребление в дългосрочен план. При ниски стойности на тези показатели обаче – заради положителната дисконтова норма, потреблението нараства до ясно изразен връх, след което постепенно започва да намалява.

3. Обобщаващ коментар

Настоящата публикация представя икономическия растеж през призмата на модела *капитал-ресурси*, като специален акцент е поставен върху възстановимостта на ресурсите и техническия прогрес. Извършеният анализ доказва твърдението на Пецей и Витанген (1998), че когато в икономиката Дасгупта-Хил (1974) ресурсите са изчерпаеми, а технологиите постоянни, потреблението на глава от населението в дългосрочен план намалява. Освен това, при постоянна норма на времевите предпочитания траекторията на ефективното потребление действително е островърха.

Когато ресурсите са възстановими, а

[6] В анализа на Стиглиц (1974) от функцията на полезността се отчислява социална дисконтова норма, която е равна на нормата на чистите времеви предпочитания, намалена с ръста на населението.

техническият прогрес е действащ, все пак може да се поддържа постоянно потребление на глава от населението, стига социалната дисконтова норма да не надвишава сумата от нормата на възстановяване на ресурсите и коригирания коефициент на въздействие на техническия прогрес, намалена с ръста на населението. Физическата амортизация на „направения от човека" капитал не влияе върху траекторията на устойчивото развитие. Освен за сценария Коб-Дъглас с намаляващи възвращаемости от мащаба, тези изводи се отнасят за всяка обикновена технология с постоянни възвращаемости от мащаба.

Противоречията между ефективното и устойчивото икономическо развитие, произтичащи от дисконтирането с положителна норма, не се разрешават с присъствието на възстановимостта на ресурсите и техническия прогрес. Безспорно е обаче, че постоянно потребление на глава от населението е възможно само при достатъчно висок коефициент на въздействие на техническия прогрес. Това, от своя страна, зависи от разработването на нови производствени методи и спестяващи ресурсите технологии.

На фона на нарастващото търсене на природни ресурси, участващи в производството, логично възниква въпросът как тези теоретични изводи кореспондират с реалните процеси? Очевидно е, че устойчивото развитие е предизвикателството пред човешката изобретателност да продължи да преодолява неизбежната ресурсна ограниченост. Емпиричните данни показват, че съотношението на запасите от въглеводородни (фосилни) горива спрямо ръста на потреблението е същото, както през миналия век, и това е доказателство за ефективното внедряване на технологиите за проучване и разработване на минерални и енергийни ресурси през последните десетилетия. Все пак глобалното предлагане на нефт и газ е ограничено и не може да продължава вечно. Повечето прогнози сочат, че вече е достигнато подножието на производствения връх. Запасите от въглища са по-големи от тези на нефт, но и негативните екологични последици от тяхното използване в производството на енергия са много по-мащабни.

Основни възобновими заместители на традиционните енергийни източници за сега са слънчевата термална и волтаична енергия, вятърът, геотермалната енергия, и енергията от биомаса. Но дали новите технологии и възстановимостта на ресурсите ще позволят същия стандарт на живот, какъвто осигуряват фосилните горива, трудно някой може да прогнозира. Независимо от оптимистичните и песимистичните сценарии за бъдещето, поне в близка перспектива няма признаци за някакъв особен дефицит.

Подобна констатация може да се направи за повечето минерални ресурси. Най-голямата дилема остава състоянието на океанския риболов и особено на най-предпочитаните видове от морската хранителна верига. Заради институционални пропуски много от по-старите риболовни предприятия са в режим на свръхпроизводство и тяхната производителност постоянно намалява. Недостигът на пресноводни източници също застрашава много региони, особено когато тези източници не се управляват по най-рационалния в икономическо отношение начин.

За съжаление световната икономика не разполага с достатъчно опит в опазването на природните ресурси, които не участват в производството, но осигуряват благоприятна среда за живеене. Заради специфичната си същност тези ресурси са обект на множество пазарни и правителствени пропуски. Ползите от тях невинаги са забележими и затова, когато се взимат решения за експлоатацията на ресурсите, участващи в производството, те често се пренебрегват. Това води до деградиране на много от екосистемите на земята. Неспособността да се отделят и оценят ползите от природните ресурси, осигуряващи благоприятна среда за живеене, ограничават възможностите за разработването на технологии, които запазват или възстановяват естествените екосистеми. По нататъшното разрастване на населението и икономиката означава още по-голям екологичен натиск. Затова, без значително подобрение на опазването на околната среда, бъдещето на ресурсите, осигуряващи благоприятна среда за живеене, е сериозно застрашено.

Първата стъпка в това отношение изисква да се предприемат действия за коригиране на институционалните пропуски, водещи до подценяване на тези екологични стоки и услуги. Такива действия са необходими, независимо дали устойчивият растеж се разглежда като ефективност или справедливост.

Трябва да признаем обаче, че сами по себе си подобни действия са огромно предизвикателство. Функционирането на екосистемите и взаимодействието между отделните техни елементи е прекалено сложен процес, за да се предлагат прости рецепти.

Литература

1. Beltratti, A., G. Chichilnisky and G. M. Heal (1998), *Sustainable Use of Renewable Resources,* in G. Chichilnisky, G. M. Heal and A. Vercelli, eds., *Sustainability: Dynamics and Uncertainty.* Dordrecht: Kluwer.
2. Conrad, J. M. and C. W. Clark (1987), *Natural Resource Economics*. New York: Cambridge University Press.
3. Dasgupta, P., and G. M. Heal. (1974), *The Optimal Depletion of Exhaustible Resources.* Review of Economic Studies 41 (Symposium on the Economics of Exhaustible Resources): 3–28.
4. Heal, G.M. (1998), *Interpreting Sustainability*, in G. Chichilnisky, G. M. Heal and A. Vercelli, eds., *Sustainability: Dynamics and Uncertainty*.
5. Hicks, J. R. (1966) [1932]. *The Theory of Wages.* St. Martins Press
6. Mourmouras, A. (1993), *Conservationist government policies and intergenerational equity in an overlapping generations model with renewable resources*, Journal of Public Economics 51, 249–268.
7. Pezzey, John C.V. and C. A. M. Withagen, (1998), *The Rise, Fall and Sustainability of Capital-Resource Economies,* Scandinavian Journal of Economics *100 (2)*, 513-527.
8. Pontryagin L. S, Boltyanskii V. G, Gamkrelidze R. V, Mishchenko E. F, (1962), *The Mathematical Theory of Optimal Processes* (Russian), English translation: *Interscience.*
9. Solow, Robert M., (1974), *Intergenerational Equity and Exhaustible Resources*, *Review of Economic Studies, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources,* 29-46.
10. Solow, Robert M., (1956), *A Contribution to the Theory of Economic Growth,* Quarterly Journal of Economics 70.1:65-94.
11. Stiglitz, Joseph, (1974), *Growth with Exhaustible Natural Resources: Efficient and Optimal Growth Paths,* Review of Economic Studies, Symposium on the Economics of Exhaustible Resources, 123-137.
12. 1979. *A Neoclassical Analysis of the Economics of Natural Resources*. In *Scarcity and Growth Reconsidered,* edited by V. K. Smith. Baltimore: Johns Hopkins University Press for Resources for the Future, 36–66.
13. Valente, Simone, (2005), *Sustainable Development, Renewable Resources and Technological Progress,* Environmental & Resource Economics 30: 115–125.