

НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ
ПРОБЛЕМЫ

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ НА МАКРОУРОВНЕ:
ПОТОКИ РЕСУРСОВ, МОДЕЛЬ МЕЖОТРАСЛЕВОГО БАЛАНСА
И ЭКСПОРТ ВОДЫ В РОССИЙСКОЙ ЭКОНОМИКЕ

© 2008 г. О. В. Кудрявцева

(Москва)

Рассмотрен метод анализа косвенных, или теневых, потоков ресурсов путем включения в модель “затраты–выпуск” экономической системы использования ресурсов и/или образования отходов и выбросов. Модель анализа теневых потоков рассматривается как часть модели полного учета потоков используемых ресурсов. Она позволяет исследовать как валовые, так и удельные показатели, а при совмещении с экономическими таблицами “затраты–выпуск” – экологические, экономические и социальные аспекты в комплексе. Впервые проводится вычисление “экологического рюкзака” продукции, которую Россия отправляет на экспорт, на примере потребляемых в процессе ее производства водных ресурсов.

Известное определение устойчивого развития общества, данное в докладе, выполненном в 1987 г. по заказу ООН комиссией под председательством Г.Х. Брундтланд, звучит следующим образом: “устойчивое развитие – такое развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под сомнение способность будущих поколений удовлетворять свои потребности”.

В научной литературе ведутся активные дискуссии по поводу конкретизации определения устойчивого развития в сторону большего акцента на его социальной составляющей. Так, например, предлагается следующее определение, отражающее направленность человечества на выживание: “устойчивое развитие – это такое общественное развитие, при котором не разрушается его природная основа, создаваемые условия жизни не влекут деградации человека и социально-деструктивные процессы не развиваются до масштабов, угрожающих безопасности общества” (Данилов-Данильян, 2003, с. 128).

Существуют следующие критерии устойчивого развития (Бобылев, Ходжаев, 2004, с. 34):

- 1) скорость использования возобновляемых природных ресурсов не должна быть больше скорости их восстановления;
- 2) невозобновимые природные ресурсы должны использоваться максимально медленно, с последующей их заменой на альтернативные;
- 3) использование малоотходных технологий;
- 4) загрязнение окружающей среды сведено к социально и экономически приемлемому уровню.

Можно представить устойчивость общества как скалярную функцию, зависящую от трех наборов переменных (эффективности экономики, экологической стабильности и социальной справедливости):

$$Y = a_1 Econ_1 + \dots + a_N Econ_N + b_1 Ecol_1 + \dots + b_N Ecol_N + c_1 S_1 + \dots + c_N S_N,$$

где $Econ$ – набор параметров, характеризующих уровень экономического развития общества, из которых каждый может входить в функцию устойчивости с определенным весом a_1, \dots, a_N ; $Ecol$ – набор параметров, обозначающий качество окружающей среды; S – социальная составляющая.

Пусть имеется некоторый ограниченный ресурс, который распределяется между этими направлениями. Эффективность экономики (экономический рост, например, ВВП на душу населения) и социальная справедливость взаимобратны (Галин, 2006, с. 20–25), экологическая составляющая (качество окружающей среды) также обратна эффективности экономики в краткосрочном периоде. Однако с течением времени ситуация меняется (подтверждение тому – известная кривая Кузнеця, согласно которой при достижении обществом определенного уровня благосостояния вредные выбросы на душу населения сокращаются). Экономический рост также будет страдать при загрязненной окружающей среде.

Если под эффективностью экономики понимать достижение максимального результата минимальными затратами (а под затратами понимать в том числе природные ресурсы в физическом выражении), отдавать предпочтение не просто экономическому росту как таковому, а устойчивому развитию общества, то экономическая эффективность хорошо согласуется с экологической (если интернализированы внешние эффекты).

Будем понимать под “социальной справедливостью” удовлетворение всех жизненно важных потребностей на уровне, не меньшем некоторого определенного. Она может характеризоваться средним доходом, кривой Лоренца, показателями здоровья и уровнем образования. Но для этого совсем не нужен огромный рост потребления, от чего-то избыточного и ненужного можно отказаться или минимизировать (например, компьютерные игры), использовать вторичные материалы, продлевать срок службы изделий, что оказало бы, в свою очередь, благоприятное влияние на окружающую среду, уменьшив вмешательство человека. Разумное регулирование потребления оказало бы благоприятный эффект на социальное расслоение. Чем лучше экологическая ситуация, тем лучше здоровье людей, тем проще достичь социальной справедливости (что невозможно в случае, когда эффективные лекарства, например, могут себе позволить лишь немногие богатые).

В этом случае экономическая эффективность, экологическая стабильность и социальная справедливость не вступают в конфликт друг с другом, грамотные действия, направленные на улучшения в одной сфере, приводят к улучшениям в других, и общество способно приблизиться к устойчивому развитию. На эти наборы переменных непосредственное влияние оказывают управленческие решения, принятые на всех уровнях власти.

Существует проблема оценки устойчивости развития общества, а именно, наличия ясных репрезентативных индикаторов, имеющих количественное выражение и базирующихся на статистических данных. Известны два подхода к ее решению. Первый – построение интегральных индикаторов, учитывающих социальные, экономические и экологические аспекты (система эколого-экономического учета (СЭЭУ) – System for Integrated Environmental and Economic Accounting), показатель истинных сбережений, экологический след (Бобылев, Ходжаев, 2004, с. 42–50). Также разрабатываются системы показателей, отражающие отдельные аспекты устойчивого развития, предлагаются базовые индикаторы. Для России были предложены семь таких индикаторов, среди которых энергоемкость, коэффициент обновления основных фондов, выбросы и сбросы на единицу ВВП, неиспользованные и необезвреженные отходы, площади особо охраняемых природных территорий, площади ненарушенных хозяйственной деятельностью территорий, выбросы парниковых газов (Бобылев, Макеенко, 2001).

В настоящее время наиболее эффективный способ снижения пагубного воздействия на окружающую среду – снижение использования природных ресурсов, известное как “фактор икс”, который, по разным оценкам, в зависимости от ситуации изменяется от 4 до 50 (во столько раз ученые рекомендуют снизить потребление ресурсов). Наиболее распространена концепция, согласно которой фактор икс должен равняться десяти (Carnoules declaration, 1995). В соответствии с этой концепцией общемировое потребление ресурсов необходимо снизить в два раза (в абсолютных величинах) до 2050 г. Для того чтобы развивающиеся страны могли осуществлять экономический рост, развитые страны должны снизить свое потребление ресурсов в 10 раз, или на 90%. Для достижения этой цели за 50 лет каждый год продуктивность ресурсов должна повышаться на 4.5%. Что касается целей сокращения потребления отдельных видов ресурсов, то таких исследований проводилось мало (Spandenberг, 2001).

Очень полезным является приобретающий все большее распространение подход учета потоков ресурсов и выбросов. С одной стороны, он позволяет исследовать как валовые, так и удельные показатели, а с другой – при совмещении с экономическими таблицами “затраты–выпуск” исследовать в комплексе экологические, экономические и социальные аспекты.

Традиционные методы экологической политики, как в России, так и в других странах, ориентированы в основном на снижение пагубного влияния на окружающую среду путем сокращения отходов и выбросов на конечных звеньях экономической цепочки, для чего применяются административно-командные механизмы (определяются ущерб, критические нагрузки, применяется законодательство, предписывающее плату за загрязнение и штрафы).

На локальном уровне при решении конкретной проблемы такая политика может быть эффективна, но в случае глобального избыточного потребления ресурсов и энергии подобный подход представляется неэффективным. При использовании такого подхода невозможно добиться и долговременного снижения материалоемкости, так как оно не подкрепляется экономическими стимулами. Поскольку многие экологические проблемы вызваны именно нерациональным ис-

пользованием ресурсов, единственным выходом является политика ресурсосбережения. Для устойчивого развития большое значение имеет экологически обоснованная продукция (Schmidt-Bleek, 1994), определяемая как конкурентный товар, дающий максимально возможную полезность на максимально долгий период времени с минимальными затратами ресурсов, энергии, земли и с минимальными отходами и выбросами.

Перечислим кратко стратегии оптимизации эффективности ресурсов, разработанные Институтом долговечности изделий в Женеве с позиций конечного потребления (Вайцзеккер, Ловинс Э., Ловинс Л., 2000). При переходе к “экономике услуг” необходимо следующее: сдача в аренду вместо продажи, усиление ответственности за качество выпускаемой продукции, возможность повторного использования продукции; совместное владение или использование; обновление; замена изношенных деталей; оптимизация конструкции изделия с точки зрения долговечности, обновления и переработки. Что касается непосредственно процесса производства, то хотелось бы отметить следующие стратегии (Hinterberger, Giljum, Hammer, 2003): повышение эффективности использования ресурсов в производственном процессе, сокращение количества используемых ресурсов путем применения заменителей и новых технологий производства, изменения продукции.

Таким образом, экологическая политика должна быть нацелена именно на предотвращение причин возникновения экологических проблем (что часто удается сделать с меньшими затратами), а не на борьбу с их последствиями. Для определения эффективности экологической политики и снижения использования ресурсов на единицу продукции обязательна полная и достоверная информация о взаимосвязях между экономической системой и окружающей средой, для чего необходимы адекватные инструменты и индикаторы.

Анализ потоков ресурсов признан Европейским Союзом в качестве основного инструмента анализа экологической эффективности (European Commission, 2003; OECD, 2004).

Проблемами грамотного и рационального использования природных ресурсов занимались и экономисты нашей страны еще в советское время. Например, академик Т.С. Хачатуров писал в 1985 г.: “Особое значение в современных условиях приобретает улучшение использования материальных условий, топлива, энергии, сырья и других материалов. Экономное их расходование — один из показателей культуры хозяйствования, целесообразной его организации и умелого ведения; это резерв интенсификации и повышения эффективности общественного производства” (Хачатуров, 1985).

В России среди нормативных документов, имеющих отношение к ресурсосбережению, следует отметить законы “Об охране окружающей среды” и “Об отходах производства и потребления”. Можно привести также некоторые документы, имеющие отношение к учету отходов ресурсов и позволяющие оценить потери ресурсов в процессе производства в физических показателях, например: Сборник удельных показателей образования отходов производства и потребления (Девяткин, Дюкин, 1999), содержащий среднестатистические и среднотраслевые значения удельных показателей образования основных видов отходов производства РФ и удельные показатели образования наиболее распространенных отходов производственного и бытового потребления; Инструкция по определению и нормированию потерь угля (сланца) при переработке (с изменением (РДИ 03-473(306)-02), утвержденному постановлением Госгортехнадзора России от 27 июня 2002 г. № 39; а также Типовые методические указания по определению, учету, экономической оценке и нормированию потерь твердых полезных ископаемых и содержащихся в них компонентов при переработке минерального сырья (утверждены Госгортехнадзором СССР 23.06.87 г.).

Исследования возможностей применения методологии учета потоков ресурсов в России находятся на начальном этапе развития (Сергиенко, Рон, 2004). Недостаток данных затрудняет внедрение этого метода, который необходим как при принятии решений на макроуровне, так и на микроуровне, при осуществлении экологического контроля и аудита. При этом следует учитывать, что производство и потребление на микроуровне определяют потоки ресурсов на национальном уровне. Данные по отдельным предприятиям могут быть агрегированы на уровне отраслей и далее — на национальном уровне. Таким образом, можно увидеть, как изменения в потреблении ресурсов или выбросах на микроуровне влияют на картину экоэффективности на макроуровне.

Начало анализу потоков ресурсов положил учет затраченных ресурсов и полученной энергии в 1970–1980 гг.

Первый пример учета потоков ресурсов на национальном уровне был представлен в начале 1990 г. в Австрии (Steurer, 1992) и Японии. В настоящее время подобный подход применяется во многих странах.

Модель межотраслевого баланса позволяет вычислять как прямые потоки ресурса, потребляемого отраслью в процессе производства для удовлетворения своего ассортиментного вектора, так и косвенные, вызванные потреблением продукции других отраслей. Рассмотрим примененные модели отраслевого потребления воды, комбинирующей модель межотраслевого баланса Леонтьева (Leontief, 1970) с моделью Прупса (Proops, 1998) для использования энергии. Впервые подобная модель была применена А. Веласкес (Velázquez, 2006) для изучения потребления воды в Андалузии.

Большой опыт расчета прямых и косвенных загрязнений окружающей среды накоплен в Германии и других европейских странах. Что касается применения межотраслевого баланса к водным ресурсам, следует отметить, например, работы по изучению потребления водных ресурсов в Андалузии (Sánchez, Bielsa, Arjojo, 1998; Velázquez, 2006). В России также начинают проводиться подобные исследования (Ляпина, 2002; Шаров, 2005).

Рассмотрим основные уравнения межотраслевого баланса. Существует некоторая экономическая система, состоящая из n отраслей. Согласно основным уравнениям в модели Леонтьева, производство в экономике зависит от межотраслевых отношений и окончательного спроса, или ассортиментного вектора (y_1, \dots, y_n) . (В данном случае ассортиментный вектор включает сумму расходов на конечное потребление, валового накопления основного капитала, изменения запасов материальных оборотных средств, чистого приобретения средств и экспорта, с вычетом импорта.) Пусть x_{ij} — часть продукции отрасли i , потребляемой отраслью j в процессе производства.

Соответствующая система уравнений может быть записана следующим образом:

$$x_1 - (x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n}) = y_1,$$

.....

$$x_n - (x_{n1} + x_{n2} + \dots + x_{nn}) = y_n.$$

Коэффициенты прямых затрат или технические (технологические) коэффициенты производства (a_{ij}) определяются как затраты продукции отрасли i , используемые отраслью j на изготовление единицы ее продукции (зависят от технологии в отрасли j): $a_{ij} = x_{ij}/x_j$. В зарубежной литературе технические коэффициенты также определяются как закупки, которые отрасль j делает у отрасли i на полную единицу производства отрасли j .

Тогда $x = Ax + y$. Решая уравнение относительно x , получаем $x = (E - A)^{-1}y$, где $(E - A)^{-1}$ — обратная матрица Леонтьева, определяющая продукцию x , которую каждая отрасль должна произвести для удовлетворения ассортиментному вектору y экономики. Следовательно, производство в отрасли i можно представить следующим образом:

$$x_i = \sum \alpha_{ij} y_j, \quad j = 1, \dots, n,$$

где α_{ij} — увеличение производства в отрасли i , если спрос отрасли j на продукцию отрасли i увеличивается на одну единицу. Итак, обратная матрица Леонтьева выражает как прямой, так и косвенный спрос отраслей.

Определим переменные в модели, согласно (Velázquez, 2006): w_d — вектор реального потребления воды; w_{di} — вода, потребляемая непосредственно отраслью i (куб. м); w_i — вектор полного потребления воды; w_{ii} — полное потребление воды отраслью i (куб. м); W — матрица межотраслевых водных отношений; w_{ij} — элемент матрицы W , определяющий количество воды, потребляемое отраслью i для производства продукции, потребляемой отраслью j в своем производственном процессе; Q — матрица технических коэффициентов для воды, учитывающая прямое потребление воды; q_{ij} — элемент Q , определенный как технический коэффициент водного потребления, который выражает отношение “закупки” воды отраслью j у отрасли i к полным “закупкам” воды отрасли j . “Закупки” воды отраслью j у отрасли i — количество воды, потребляемое i для производства продукции, потребляемой отраслью j в своем производственном процессе; $(E - Q)^{-1}$ — обратная матрица Леонтьева для воды, элементы которой определяются как дополнительное ее количество, которое отрасль i будет потреблять, если спрос на воду отрасли j увеличится на одну единицу. Матрица учитывает полное потребление воды; w_{di}^y — количество воды, потребляемой непосредственно отраслью i для удовлетворения спроса, внешнего по отношению к рассматри-

ваемым отраслям, или ассортиментного вектора экономики; w_d^* (вектор) – индикатор прямого потребления воды на единицу произведенной продукции; w_{di}^* – индикатор прямого потребления воды на единицу произведенной продукции отраслью i , (куб. м/руб.); w^* (вектор) – индикатор полного потребления воды, или изменение в общем объеме потребленной отраслями воды, при изменении на единицу спроса любой заданной отрасли; w_{ind}^* (вектор) – показатель косвенного потребления воды, или разность между индикаторами полного и прямого потребления воды ($w_i^* - w_{di}^*$); w_i^* – индикатор полного потребления воды отраслью i , (куб. м); wm (вектор) – индикатор полного потребления воды; iw (вектор) – показатели косвенного водного потребления.

Потребление воды представляет собой объем воды, используемый отраслью, минус ее сброс. Основное уравнение модели Леонтьева может быть выражено в терминах потребления воды: количество воды, непосредственно потребляемой отраслью i (реальное потребление), зависит от межотраслевых отношений, установленных между этой отраслью и другими отраслями экономики, и от количества воды, потребляемой отраслью i при производстве продукции для удовлетворения конечного спроса: $w_{di} = \sum w_{ij} + w_{di}^y, j = 1, \dots, n$.

Определим множество технических коэффициентов водного потребления (q_{ij}), или количество воды, потребляемой отраслью j при производстве продукции, потребляемой отраслью i , по отношению к общему количеству воды, потребляемой отраслью j :

$$q_{ij} = w_{ij}/w_{dj} = w_{di}^* a_{ij}/w_{dj}^*, \quad j = 1, \dots, n.$$

Диагональные элементы матрицы технических коэффициентов q_{ii} повторяют a_{ii} . Тогда $w_d = Qw_d + w_d^y$, где Q – квадратная матрица технических коэффициентов потребления воды с элементами q_{ij} . Из уравнения получаем выражение, определяющее модель водного потребления: $w_d = (E - Q)^{-1} w_d^y$, где $(E - Q)^{-1}$ – обратная матрица Леонтьева для потребления воды, определяющая его изменение, если спрос на нее изменяется на единицу, а элементы этой матрицы указывают на дополнительное количество воды, которое потребит отрасль i , если спрос на воду отрасли j увеличится на единицу. По аналогии с обычной моделью Леонтьева, сумма строк в этой матрице выражает дополнительное количество воды, потребляемой экономической системой в целом, когда отрасль j увеличивает свой спрос на воду на одну единицу. Здесь учитывается косвенный спрос на воду, и можно перейти от реального потребления воды экономической системой w_d к полному ее потреблению w .

Полное потребление воды отраслями – сумма прямого и косвенного ее потребления. Прямое потребление отраслью i – количество воды, потребляемое ею для удовлетворения внешнего по отношению к рассматриваемой системе отраслей спроса на продукцию отрасли (или ее ассортиментного вектора), вычисляется как $w_{di}^* y_i$; косвенное потребление воды отраслью i – количество воды, потребляемой отраслью j , чтобы произвести продукцию, требуемую отраслью i для удовлетворения ее ассортиментному вектору.

Имеются данные о количестве воды, потребляемой непосредственно каждой отраслью (в кубических метрах), или вектор реального водного потребления (w_d). Также имеются данные о продукции, произведенной каждой отраслью, выраженные вектором (x), элементы которого представлены в рублях. Можно вычислить индикатор прямого потребления на произведенную единицу (w_d^*), или количество воды, потребляемое непосредственно каждой отраслью на единицу произведенной продукции, представленное вектором, каждый элемент которого определен по формуле $w_{di}^* = w_{di}/x_i$.

Этот вектор также определяет прямое потребление на единицу ассортиментного вектора продукции. Полное потребление воды может быть найдено как количество воды, потребленное на единицу продукции непосредственно, умноженное на количество произведенной каждой отраслью продукции ($w_d^* x = w$).

Выразим вектор производства x согласно модели Леонтьева. Предыдущее уравнение перепишем как $w = w_d^* (E - A)^{-1} y$, где w – полное потребление воды экономической системой, а $w_d^* (E - A)^{-1}$ – вектор, каждый элемент которого определяет количество воды, потребляемой и прямо, и кос-

венно, если спрос какой-нибудь отрасли изменится на одну единицу, или индикатор полного потребления воды: $w^* = w_d^* (E - A)^{-1}$.

Теперь можно определить косвенное потребление воды на единицу продукции: $w_{ind}^* = w_i^* - w_{di}^*$.

Индикатор прямого потребления воды (wm) показывает, как увеличивается общее потребление воды при увеличении спроса в какой-либо отрасли: $wm_i = w_i^* / w_{di}^*$. Таким образом, wm определяет отношение полного объема воды, потребляемой на каждую единицу произведенной продукции, к количеству воды, потребляемой прямо при производстве единицы продукции. Далее можно определить показатель косвенного потребления воды (iw), вычитая единицу из этого множителя: $iw_i = wm_i - 1 = w_i^* / w_{di}^* - 1$.

Этот показатель определяет, сколько воды потребляется косвенно данной отраслью на каждую единицу воды, используемую напрямую.

Обозначив элементы матрицы $(E - Q)^{-1}$ через β_{ij} , получим матрицу межотраслевого потребления воды W :

$$\begin{pmatrix} \beta_{11} w_1^* y_1 & \dots & \beta_{1n} w_n^* y_n \\ \dots & \dots & \dots \\ \beta_{n1} w_1^* y_1 & \dots & \beta_{nn} w_n^* y_n \end{pmatrix}.$$

В этой матрице сумма элементов каждого столбца обозначает для соответствующей отрасли j полное потребление воды этой отраслью w_j для соответствия ассортиментному вектору экономики, а общее потребление всей экономической системы в целом можно выразить как скаляр $w_i = \sum w_{ij}$.

Проанализируем теперь потребление воды в разрезе основных отраслей экономики России. Для расчета прямого потребления воды на единицу продукции использовались данные системы таблиц “Затраты–выпуск” России за 2002 г., выпущенные Федеральной службой государственной статистики в 2005 г.

Для сопоставления данных об использовании свежей воды по отраслям экономики с данными, полученными из системы таблиц “Затраты–выпуск” России, было произведено следующее: строки системы таблиц “Затраты–выпуск” *продукты нефтедобычи* (02), *продукты нефтепереработки* (03) и *продукты газовой промышленности* (04) были объединены в *нефтегазовую промышленность*, а *торф и горючие сланцы* (06) были объединены с *угольной промышленностью* (05).

Также были объединены следующие отрасли экономики, не относящиеся к промышленному производству: продукция строительства (15), услуги транспорта и связи (17), продукты прочих видов деятельности (19), торгово-посреднические услуги (включая услуги общественного питания (18)), услуги здравоохранения, физической культуры и социального обеспечения, образования, культуры и искусства (21), услуги науки и научного обслуживания, геологии и разведки недр, геодезической и гидрометеорологической служб (22), услуги финансового посредничества, страхования, управления и общественных объединений (23). Рассмотрим полученные результаты.

Согласно Государственному докладу “О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2002 году”, основные потребители воды из промышленности – электроэнергетика, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная, химическая и нефтехимическая (табл. 1).

Как легко увидеть из данных, представленных в табл. 2, косвенное потребление воды на единицу продукции у пищевой и легкой промышленности, черной металлургии, машиностроения и металлообработки высоко по сравнению с прямым, из-за чего полное потребление воды на единицу продукции становится сопоставимым по величине между этими отраслями. В табл. 3 показаны индикатор прямого и показатель косвенного потребления воды в отдельных экономических отраслях.

Индикатор прямого потребления воды для каждой отрасли отражает отношение полного потребления воды в отрасли на единицу продукции к количеству воды, потребленной прямо на единицу продукции.

Показатель косвенного потребления воды для каждой отрасли определяет, сколько воды используется косвенно данной отраслью на каждую единицу воды, используемую прямо, для удовлетворения спроса на продукцию этой отрасли. Пищевая промышленность, например, на каждый куб. м потребленной прямо воды потребляет косвенно 9.13 куб. м, угольная промышлен-

Таблица 1. Реальное потребление воды и отечественная продукция в 2002 г.

Отрасли	Реальное потребление воды, млн. куб. м	Всего продукции отечественного производства в основных ценах, тыс. руб.
Электроэнергетическая промышленность	4281.6	725901223
Нефтегазовая промышленность	482.1	1514682861
Угольная промышленность	31.3	99746201
Черная металлургия	959.7	491556207
Цветная металлургия	481.7	669083682
Химическая и нефтехимическая промышленность	1069.8	446498810
Машиностроительная и металлообрабатывающая	956.8	1280188941
Деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная	1394.8	312428472
Промышленность строительных материалов	124.5	231843548
Легкая промышленность	117.1	153540326
Пищевая промышленность	495.7	1205237950
Другие отрасли промышленности	309.91	190557548
Вся промышленность	10705.01	7321265769

Таблица 2. Потребление воды на единицу ассортиментного вектора в 2002 г., куб. м на тыс. руб.

Отрасли	Прямое	Косвенное	Полное
Электроэнергетическая промышленность	5.9	2.0	7.9
Нефтегазовая промышленность	0.3	1.1	1.5
Угольная промышленность	0.3	2.1	2.4
Черная металлургия	2.0	2.3	4.2
Цветная металлургия	0.7	1.9	2.6
Химическая и нефтехимическая промышленность	2.4	3.1	5.5
Машиностроительная и металлообрабатывающая	0.7	2.2	3.0
Деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная	4.5	3.0	7.4
Промышленность строительных материалов	0.5	2.0	2.6
Легкая промышленность	0.8	2.8	3.5
Пищевая промышленность	0.4	3.8	4.2
Другие отрасли промышленности	1.6	3.0	4.6

ность – 6.57, строительных материалов – 3.63, легкая – 3.52. При увеличении прямого потребления воды в данных отраслях за счет повышения спроса на их продукцию при условии неизменности технологий производства полное потребление воды в этих отраслях возрастет согласно указанным коэффициентам (табл. 4).

У угольной промышленности, промышленности строительных материалов, легкой промышленности сравнительно небольшое прямое потребление, что может привести к недооценке влияния этих отраслей на окружающую среду, если не учитывать косвенное потребление этих отраслей.

Результаты можно использовать как инструменты хозяйственного планирования с учетом воздействия на окружающую среду, как в масштабах национальной экономики, так и на региональном уровне путем анализа изменений в структуре производства при изменениях в потреблении воды и наоборот.

Рассмотрим теперь использование этого метода для вычисления “экологического рюкзака” экспортируемой водоемкой продукции.

Таблица 3. Индикаторы потребления воды в 2002 г.

Отрасли	Индикатор прямого потребления воды	Показатель косвенного потребления воды
Электроэнергетическая промышленность	1.3	0.3
Нефтегазовая промышленность	4.6	3.6
Угольная промышленность	7.8	6.8
Черная металлургия	2.2	1.2
Цветная металлургия	3.6	2.6
Химическая и нефтехимическая промышленность	2.3	1.3
Машиностроительная и металлообрабатывающая	4.0	3.0
Деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная	1.7	0.7
Промышленность строительных материалов	4.8	3.8
Легкая промышленность	4.6	3.6
Пищевая промышленность	10.3	9.3
Другие отрасли промышленности	2.8	1.8

Таблица 4. Полное потребление воды в 2002 г., млн. куб. м

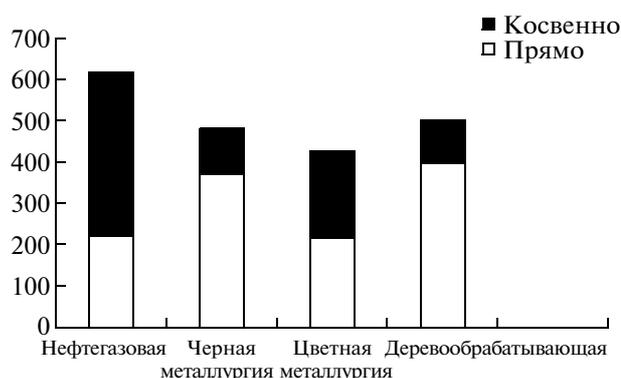
Отрасли	Прямое	Косвенное	Полное
Электроэнергетическая промышленность	516.91	172.25	689.16
Нефтегазовая промышленность	226.08	804.10	1030.18
Угольная промышленность	3.52	23.84	27.36
Черная металлургия	244.99	285.67	530.65
Цветная металлургия	171.16	451.46	622.61
Химическая и нефтехимическая промышленность	95.54	122.03	217.57
Машиностроительная и металлообрабатывающая	341.02	1013.88	1354.90
Деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная	388.60	257.36	645.95
Легкая промышленность	19.42	70.20	89.62
Пищевая промышленность	282.03	2619.87	2901.90
Другие отрасли промышленности (включая промышленность строительных материалов)	41.13	382.11	423.24

Таблица 5. Экспорт воды из России с основной продукцией отраслей в 2002 г., тыс. т

Отрасли	Прямое	Косвенное	Всего
Нефтегазовая промышленность	221.18	391.40	612.58
Угольная промышленность	4.81	3.88	8.69
Черная металлургия	370.95	107.79	478.75
Цветная металлургия	217.36	209.52	426.88
Деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная	398.45	98.29	496.74

Вопрос экспорта воды из России актуален и интересен по ряду причин. Вода – особый и уникальный природный ресурс, возобновимый, но незаменимый. Россия по водообеспеченности на душу населения занимает в мире второе место после Бразилии. Видные ученые России в последнее время рассматривают водные ресурсы России как серьезную альтернативу невозобновимым ресурсам на мировом рынке. В недавно опубликованной статье директор Института водных проблем РАН В.И. Данилов-Данильян указывает, что в “постнефтяной” период Россия может укрепить

пить свои позиции на мировом рынке именно за счет экспорта готовой водоемкой продукции, причем в достаточно скором будущем — через 20 лет (возрастет спрос на воду и водоемкую продукцию, соответственно, поднимутся цены на воду). При этом ключевая роль отводится именно промышленности, а внутри нее — электроэнергетике, металлургии, химии полимеров (Данилов-Данильян, 2007, с. 112). Согласно прогнозу, экспортеры воды “окажутся в положении, аналогичном тому, которое обеспечивает благоденствие нынешних экспортеров нефти” (Данилов-Данильян, 2007, с. 113). Кроме того, рост цен на продовольственные товары (настоящий и прогнозируемый) также будет способствовать повышению спроса на воду.



Экспорт воды из России с основной продукцией отраслей в 2002 г., млн. куб. м.

Но для того чтобы наша страна смогла реализовать свой потенциал в этой области, необходима комплексная серьезная подготовка. Для полной оценки всех затрат воды при производстве водоемкой продукции на экспорт необходимо учитывать и ее косвенные затраты, чтобы в полной мере оценивать соответствующий “экологический рюкзак”, совершенствовать технологии производства и вовремя принимать меры, способствующие снижению затрат воды на всех этапах производства.

На основании данных об экспорте основной продукции отраслей минерально-сырьевого комплекса России (Система таблиц “Затраты—выпуск” России за 2002 год, 2005) были получены данные по экспорту воды из России, а именно, полным затратам этого природного ресурса на производство продукции на экспорт. Здесь учитываются полные затраты воды на производство конечной экспортируемой продукции отраслей. Выбор отраслей минерально-сырьевого комплекса был не случаен, поскольку здесь экспортируемая продукция подвергается наименьшему переделу (табл. 5).

В рассматриваемых отраслях наблюдается значительное косвенное потребление воды, что находит свое отражение в “экологическом рюкзаке” экспортируемой за рубеж продукции (см. рисунок).

Модель межотраслевого баланса можно применять также при анализе эффективности природоохранных мероприятий, прогнозах воздействия экономической системы на окружающую среду на региональном и глобальном уровнях, оценке экологического ущерба (Кудрявцева, 2007).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Бобылев С.Н., Ходжаев А.Ш. (2004): Экономика природопользования. М.: ИНФРА-М.

Бобылев С.Н., Макеенко П.А. (2001): Индикаторы устойчивого развития России (эколого-экономические аспекты). М.: ЦППР.

Вайцеккер Э., Ловинс Э., Ловинс Л. (2000): ФАКТОР ЧЕТЫРЕ. Затрат — половина, отдача — двойная. Новый доклад Римскому клубу. М.: Academia.

Галин В.В. (2006): Запретная политэкономия-1. Революция по-русски. М.: Алгоритм.

Данилов-Данильян В.И. (2003): Устойчивое развитие (теоретико-методический анализ) // *Экономика и мат. методы*. Т. 39. № 2.

Данилов-Данильян В.И. (2005): Дефицит пресной воды и мировой рынок // *Водные ресурсы*. № 5.

Данилов-Данильян В.И. (2007): Вода — стратегический фактор развития экономики России // *Вестник РАН*. Т. 77. № 2.

Девяткин В.В., Дюкин В.А. (1999): Сборник удельных показателей образования отходов производства и потребления. М.: Научно-исследовательский центр по проблемам управления ресурсосбережением и отходами при Министерстве экономики РФ и Государственном комитете РФ по охране окружающей среды.

Кудрявцева О.В. (2007): Возможности применения межотраслевого баланса при изучении воздействия экономики на окружающую среду: экологический ущерб от выбросов. В сб. “*Есть ли у России несырьевое будущее?*” Тезисы выступлений VI Международной Кондратьевской конференции. М.: Международный фонд Н.Д. Кондратьева.

- Кудрявцева О.В.** (2007): Принятие экономических управленческих решений с учетом экологических последствий: применение межотраслевого баланса при изучении образования отходов. В кн.: “*Экономическая эффективность развития России*”. М.: Экономический факультет МГУ, ТЕИС.
- Кудрявцева О.В.** (2007): Применение межотраслевого баланса при определении экологического ущерба // *Использование и охрана природных ресурсов в России*. № 5 (95).
- Кудрявцева О.В.** (2007): Учет потоков природных ресурсов и межотраслевой баланс как средства осуществления ресурсосбережения и анализа экологической эффективности мероприятий. М.: ТЕИС.
- Ляпина А.А.** (2002): Природный фактор в национальном достоянии страны. М.: МИРЭА.
Закон “Об охране окружающей среды” № 7-ФЗ от 10 января 2002 года.
- Сергиенко О., Рон Х.** (2004): Основы теории экоэффективности. СПб.: СПбГУНИПТ.
- Система таблиц (2005): Система таблиц “Затраты–выпуск” России за 2002 год. Статистический сборник. [Http://www.gks.ru](http://www.gks.ru).
- Хачатуров Т.С.** (1985): Экономия материальных ресурсов – важный резерв роста производства. В сб.: “*Материальные ресурсы: рациональное использование и экономия*”. М.: Экономика.
- Шаров С.Ю.** (2005): Учет экологического фактора в рамках системы макроэкономической информации (на примере водных ресурсов). Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук, на правах рукописи. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова.
- European Commission (2003): European Commission. Towards a Thematic Strategy for the Sustainable Use of Natural Resources, COM (2003) 572 final. Brussels: DG Environment.
- Carnoules declaration. Factor 10 Club (1995): Carnoules declaration. Wuppertal Institute for Climate, Environment, Energy. Wuppertal.
- Hinterberger F., Giljum S., Hammer M.** (2003): Material Flow Accounting and Analysis (MFA). A Valuable Tool for Analyses of Society-Nature Interrelationships. Internet Encyclopedia of Ecological Economics. International Society for Ecological Economics. [Http://www.ecoeco.org/pdf/material.pdf](http://www.ecoeco.org/pdf/material.pdf).
- Leontief W.** (1970): Environmental Repercussions and the Economic Structure: An Input-Output Approach // *Rev. of Econ. Statistics*. Vol. 52.
- OECD (2004): Recommendation on Material Flows and Resource Productivity. Adopted by the OECD Council on 21 April 2004. Paris: OECD.
- Proops J.L.** (1998): Energy Intensities, Input-output Analysis and Economic Development. In: Ciaschini M. “*Input-output analysis of current developments*”. L.: Chapman and Hall.
- Sánchez C.J., Bielsa J., Arrojo P.** (1998): Water Quality as a Limiting Factor: Concepts and Applications to the Mid-ebro Valley. Zaragoza: University of Zaragoza.
- Schmidt-Bleek F.** (1994): Wie viel Umwelt bracht der Mensch? MIPS-das Mass fuer oekologisches Wirtschaften. Birkhauser, Berlin, Basel: Birkhauser.
- Spandenber J.** (2001): The Environmental Kuznetz Curve: A Methodological Artifact? // *Population and environment*. Vol. 22. № 6.
- Steuere A.** (1992): Stoffstrombilanz Österreich. Schriftenreihe Soziale Ökologie // *Social Ecologies*. Vol. 26.
- Velázquez A.E.** (2006): An Input-output Model of Water Consumption: Analysing Intersectoral Water Relationships in Andalusia // *Ecological Economics*. Vol. 56.

Поступила в редакцию
22.03.2007 г.

Ecological Efficiency at Macro-level: Material Flow Analysis, Input–Output Intersectoral Model and Export of Water in the Russian Economy

O. V. Kudryavtseva

The article presents an analysis of indirect material flows (used natural resources are included in input–output tables). The model permits to study at the macrolevel ecological, economic and social aspects of the influence on the national economy as a whole. An “ecological” rucksack of Russian export is estimated (water is an example).