

## **Перспективы учета концепции виртуальной воды и водного следа в экономических отношениях водопользования**

*В статье рассмотрена концепция «виртуальной воды» и «водного следа», проведен анализ обеспеченности отдельных стран водными ресурсами. Выделена проблема оптимизации использования водных ресурсов на основе анализа возможности торговли объемами виртуальной воды.*

*Ключевые слова: водные ресурсы, водоемкость, виртуальная вода, водный след, виртуальная вода.*

### **Введение**

На современном этапе социально-экономического развития такие глобальные проблемы, как бедность, голод, глобальное потепление и возрастающий дефицит качественной питьевой воды, являются наиболее острыми и актуальными. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), только около трети населения планеты обеспечено водой соответствующего качества [1]. Сейчас в мире прогрессирует не только финансовый кризис, но и продовольственный, который обусловлен, в том числе, и проблемой воды. Так, в одном из заключений Комиссии ООН по экономическим, социальным и культурным правам человека (2002) указывалось, что достаточное количество воды для человека – 50 л, а минимальный, необходимый для жизни уровень, – 20 л. Хотя в некоторых странах в силу их обеспеченности водными ресурсами эти границы могут быть ниже. К таким регионам относятся страны Африки, где водный кризис обостряется с каждым годом.

Как известно, географическое распределение пресной воды в мире неравномерно. Наиболее обеспеченной водными ресурсами страной является Бразилия, в которой сосредоточено 19% мирового запаса пресной воды. На втором месте – Россия (10%), третье место разделили Канада, Индонезия и Китай (приблизительно по 7%) [2].

Водообеспеченность стран отображается с помощью таких показателей, как водный дефицит, водная зависимость, водная самостоятельность и др. [3], и в зависимости от величины этих показателей международные организации предлагают малообеспеченным водными ресурсами странам внедрять в практику водопользования уже известные инновационные методы экономии водных ресурсов. Одним из элементов системы управления водными ресурсами можно считать концепцию виртуальной воды Дж.Э. Алана.

### **Постановка задачи**

С обострением водного дефицита в ряде стран начали формировать стратегии его преодоления, которые включают экономию потребления воды, обессоливание солоноватой или соленой морской воды, учет воспроизводственной и ассимилирующей

---

*Мельник Ольга Ивановна, кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры финансов Сумского государственного университета; Маценко Елена Игоревна, аспирант кафедры экономики Сумского государственного университета; Хижняк Марина Алексеевна, студентка факультета экономики и менеджмента Сумского государственного университета.*

функций природы. Еще одно направление экономии пресной воды состоит в оптимизации ее потребления на основе внешней торговли водоемкой продукцией – как сельскохозяйственной, так и промышленной, включая энергетику. Пока не выявлено четкой зависимости между национальным дефицитом водных ресурсов и торговлей водоемкой продукцией (виртуальной водой), поскольку вода, как и большинство природных ресурсов, на наш взгляд, недооценена на мировых рынках. Таким образом, к основным задачам статьи следует отнести анализ концепции виртуальной воды и перспективы ее учета в управлении водными ресурсами с целью их экономии и оптимизации распределения.

#### **Анализ последних исследований и публикаций**

Вода как незаменимый ресурс широко используется в процессах производства. И часто при производстве на первый взгляд явно неводоемких товаров используются колоссальные объемы воды. Всем хорошо известно, что, например, алюминий является очень энергоемким продуктом. В СССР электростанции старались размещать именно для удовлетворения потребностей алюминиевых производств. К таким электростанциям относятся ДнепроГЭС, Красноярская ГЭС и др. Однако мало кто задумывается еще над одной особенностью алюминия – производство его колоссально водоемкое.

На практике расчет водоемкости товара предполагает определение удельного веса воды в нем, но часто игнорируются объемы воды, используемые при производстве продукции. Такие водные ресурсы в западной литературе называют «виртуальной водой». И если учету воды, непосредственно заключенной в продукции, посвящено достаточно много научных трудов, то виртуальные объемы воды стали учитываться совершенно недавно. Концепция виртуальной воды создана британским профессором Дж.Э. Аланом в 1993 г. Так, им была предложена формула, по которой можно рассчитать количество воды, необходимое для производства определенного продукта.

Концепция виртуальной воды положила начало дополнительным научным исследованиям и разработкам в указанной сфере. Так, профессор университета Твенте в Нидерландах Arjen Y. Hoekstra предложил концепцию «водный след». Согласно этой теории водный след представляет собой всю потребленную регионом воду, в том числе виртуальную. Среди российских ученых следует выделить работы Р.А. Перелета [4, 5, 6], который подчеркивает, что одна из альтернатив борьбы с дефицитом воды состоит в минимизации потребления воды путём импорта сельскохозяйственной и промышленной (включая энергетику) водоемкой продукции.

#### **Изложение основного материала**

Под виртуальной водой понимается объем воды, необходимый для производства определенного продукта и попутных товаров, принимающих прямое участие в процессе производства [7]. По нашему убеждению, категория «виртуальная вода» является не совсем удачной в связи с тем, что виртуальную воду можно понимать как возможную (представляемую) воду, которой не существовало, хотя на самом деле ее использование имело место. Поэтому более корректным, на наш взгляд, будет применение термина «неявная вода». Также следует определиться с тем, что же тогда будет пониматься под «явной водой» - это вода, которая использована в процессе производства продукции, а также из которой состоит продукция.

Выделяют три вида виртуальной воды:

1) «зеленые» водные ресурсы – это дождевая вода, которая обычно испаряется при производстве, в т.ч. при выращивании сельскохозяйственных культур, включая испарение воды растениями;

ЧАСТИНА 2 НАУКОВІ ПОВІДОМЛЕННЯ

2) «синие» водные ресурсы – поверхностная, или грунтовая вода, которая испаряется при производстве продукции. В случае сельскохозяйственных культур, «синяя» виртуальная вода определяется как сумма испарения поливной воды с полей и испарения воды оросительных каналов и созданных водохранилищ. При промышленном производстве и водоснабжении внутри страны объем «синей» виртуальной воды в продукции или услуге состоит из части использованной поверхностной или грунтовой воды, которая испаряется и, таким образом, не возвращается в водоносную систему, откуда была получена;

3) «серые» водные ресурсы – это объем воды, загрязненной в процессе производства продукции, который определяется путем вычисления объема воды, необходимого для разбавления загрязняющих веществ, поступающих в природные водные системы в течение процесса производства, до получения качества воды, соответствующего стандартам [8].

Для представления объемов виртуальной воды приведем ее затраты на производство наиболее распространенных в быту товаров (табл. 1).

Таблица 1 – Учет виртуальной воды при производстве товаров \*

	Затраты воды, тыс. л	Товар	Затраты виртуальной воды на изготовление единицы продукции, тыс. л
1	2	3	4
1	до 1	чай (напиток), л	0,16
2		сахарный тростник, кг	0,18
3		помидоры, кг	0,19
4		картофель, кг	0,25
5		пиво, л	0,30
6		кукуруза, кг	0,45
7		апельсин, кг	0,50
8		яблоко, кг	0,70
9		апельсиновый сок, л	0,85
10		чипсы, кг	0,92
11		яблочный сок, л	0,95
12		вино, л	0,96
13	1–5	пшеница, кг	1,00
14		кофе (напиток), л	1,12
15		хлеб, кг	1,33
16		ячмень, кг	1,40
17		соя, кг	1,80
18		молоко, л	2,00
19		бумага (80г/м <sup>2</sup> ), кг	2,01
20		сталь, кг	2,10
21		рубашка, шт.	2,50
22		кокос, кг	2,60
23		сахар, кг	3,00
24		яйцо, кг	3,38
25		мясо курицы, кг	3,50
26		семена хлопчатника, кг	3,65
27		козлятина, кг	4,00
28		свинина, кг	4,80

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
29	5–10	сыр твердый, кг	5,00
30		рис, кг	5,00
31		баранина, кг	6,10
32		хлопчатая футболка, кг	8,00
33		кожаная обувь, пара	8,00
34		хлопок, кг	8,25
35		листья чая, кг	9,20
36	более 10	подгузники, кг	10,80
37		джинсы, кг	11,00
38		телятина, кг	16,00
39		микрочип, кг	16,00
40		масло, кг	18,00
41		кофе (зерна), кг	20,00
42		шерсть, кг	20,00

\* Таблица составлена авторами на основе [8].

Анализируя данные табл. 1, можно сделать вывод о том, что наибольший удельный вес воды, затраченной на изготовление продукции, имеют сельскохозяйственные товары, среди которых наиболее водоемкие – мясные продукты. Нужно отметить, что в расчет виртуальной воды идут все возможные ее затраты: от рождения животного и его ежедневного рациона – до воды, которую может выпить персонал, обслуживающий его.

Еще одной категорией товаров, «содержащих» значительный объем виртуальной воды, являются такие напитки, как чай и кофе. В расчёте виртуальной воды для выращивания сельскохозяйственных культур учтены затраты воды на сбор, переработку товара, его упаковку и доставку потребителю.

*Определение национального водного следа.* Количество виртуальной воды может быть рассчитано не только для отдельных товаров, но и для человека, предприятия, региона и страны в целом. Для этого используется концепция «водного следа». Поскольку не все товары потребляются и производятся в одной стране, водный след состоит из двух частей: использование внутренних водных ресурсов и использование водных ресурсов из источников, находящихся за пределами страны. Водный след включает водозабор из поверхностных и подземных водных источников и использование почвенной влаги в сельскохозяйственном производстве.

Рассмотрим методику определения объема потока виртуальной воды, которая может быть использована для торговли, а также водного следа страны.

Сумму местного и импортируемого объема воды можно назвать «водным следом» страны по аналогии с «экологическим следом».

Водный след ( $BC$ ) страны или региона выражен как используемый годовой объем воды:

$$BC = V_m + V_u, \quad (1)$$

где  $V_m$  – объем местных водных ресурсов, м<sup>3</sup>/год;  $V_u$  – объем импортируемых водных ресурсов, м<sup>3</sup>/год.

Приведем некоторые данные, полученные профессором Arjen Y. Hoekstra, о годовых объемах «водного следа»: водный след Китая составляет 100 м<sup>3</sup>/чел., при этом только

7% его импортируется из источников за пределами страны; Японии – 1150 м<sup>3</sup>/чел., 65% из них – это импортируемые водные ресурсы; Турции – 1615 м<sup>3</sup>/чел., 15% из них – это импортируемые водные ресурсы [9].

*Определение водного следа человека.* Сегодня с помощью специально разработанной программы, расположенной на интернет-сайте [7], можно рассчитать индивидуальный водный след. Для расчета этого показателя необходимо ввести данные о потреблении следующих продуктов: крупы, мясные продукты, молочные продукты, овощи, фрукты, картофель, кг/нед., яйца, шт./нед., кофе, чай, чашек/день. При этом необходимо отметить, какую пищу вы предпочитаете по жирности (высококалорийную, среднекалорийную, низкокалорийную), по содержанию сахара (высокое содержание, среднее, низкое). Также в расчете используются данные о количестве гигиенических водных процедур и их продолжительности: душ (раз в день), ванна (раз в неделю); иных хозяйственно-бытовых потребностей: полива, мытья посуды, автомобиля (раз в день), стирка, наличие бассейна, количество и частота смены воды в нем.

После ввода такой информации программа подсчитывает и выдает объем виртуальной и явной воды, используемой человеком.

Таким образом, количественные показатели водного следа и виртуальной воды дают информацию, необходимую для принятия решений о производстве определенного товара для стран-производителей и распределения водных ресурсов в целом.

*Определение национального дефицита воды, водная зависимость и водная самостоятельность.* Концепцию виртуальной воды наиболее выгодно использовать странам, которые недостаточно обеспечены водными ресурсами. Торговля виртуальной водой потенциально сокращает водопотребление, как на уровне страны, так и на глобальном уровне. На глобальном уровне водная экономия путем торговли имеет место, когда сельское хозяйство страны-экспортера менее водоемкое, чем у страны-импортера. Торговля экономит воду для ирригации. Так, если экспортер выращивает сельскохозяйственную продукцию, используя лишь дождевую воду, то стране-импортеру пришлось бы из-за своих климатических условий применять систему ирригационного водоснабжения [8].

Для того чтобы производить эффективную торговлю виртуальной водой, необходимо определить, достаточны ли запасы воды в данной страны. Для этого используется такой показатель, как индекс национального водного дефицита, который вычисляется следующим образом:

$$I_{нво} = \frac{V_n}{V_{не}} \cdot 100\% , \quad (2)$$

где  $I_{нво}$  – индекс национального водного дефицита, %;  $V_n$  – полный объем использования пресной воды в стране, м<sup>3</sup>/год;  $V_{не}$  – национальная потребность в воде, м<sup>3</sup>/год.

Профессор Arjen Y. Hoekstra вводит показатель водной зависимости, который отображает процент использования собственной и импортируемой воды.

Индекс водной зависимости ( $I_{вз}$ ) государства рассчитывается как соотношение импорта виртуальной воды к общему объему использования явной и виртуальной воды:

$$I_{\text{вз}} = \begin{cases} \frac{V_{H_{\text{имп}}}}{V_n + V_{H_{\text{имп}}}} \cdot 100\%, & \text{если } V_{H_{\text{имп}}} \geq 0, \\ 0, & \text{если } V_{H_{\text{имп}}} < 0. \end{cases} \quad (3)$$

Значение индекса находится в пределах от 0 до 100%. Значение «0» означает, что валовый импорт и экспорт виртуальной воды находятся в балансе или имеет место экспорт виртуальной воды. Если же водная зависимость приближается к 100%, государство практически полностью зависит от импорта виртуальной воды.

Параллельно с водной зависимостью используется и такой показатель, как индекс водной самостоятельности. Он показывает, на сколько процентов страна сама себя обеспечивает водными ресурсами.

Индекс водной самостоятельности определяется следующим образом:

$$I_{\text{вс}} = \begin{cases} \frac{V_n}{V_n + V_{H_{\text{имп}}}} \cdot 100\%, & \text{если } V_{H_{\text{имп}}} \geq 0, \\ 100, & \text{если } V_{H_{\text{имп}}} < 0. \end{cases} \quad (4)$$

Водная самостоятельность государства связана с его водной зависимостью следующим образом:

$$I_{\text{вс}} = 1 - I_{\text{вз}}. \quad (5)$$

Уровень водной самостоятельности  $I_{\text{вс}}$  означает возможность поставки воды для нужд местного производства товаров и услуг. Стопроцентная самостоятельность обеспечивается, когда вся необходимая вода доступна и может быть взята из внутренних источников страны.  $I_{\text{вс}}$  приближается к 0%, если страна сильно зависит от импорта виртуальной воды.

*Международная торговля виртуальной водой.* Примерно 61% глобальной торговли виртуальной водой приходится на зерновые культуры, 17% – на торговлю продукцией животноводства и только 22% – промышленными товарами. В целом 16% воды, которая используется в мире для получения сельскохозяйственной и промышленной продукции, экспортируется как виртуальная вода. При этом годовой мировой объем потока виртуальной воды составляет около 1,6 млн м<sup>3</sup>/год [9].

В среднем по планете для получения 1 кг зерновых требуется 1,70 м<sup>3</sup> воды. Страны-экспортеры используют 1,23 м<sup>3</sup> воды, а страны-импортеры – 2,05 м<sup>3</sup> на 1 кг зерновых. Таким образом, страны-импортёры сельскохозяйственной продукции покупают вместе с ней на самом деле и водные ресурсы стран-экспортёров, т.е. они экономят воду, которая потребовалась бы для выращивания адекватного урожая приобретаемых сельскохозяйственных культур.

Так как большинство стран-экспортеров зерновых (США, Канада, страны ЕС) выращивают урожай за счет дождевой воды, а многим импортерам пришлось бы пользоваться водой для ирригации, торговля экономит использование воды в глобальном объеме 112 км<sup>3</sup>, что соответствует 11% общего объема воды для ирригации.

Вероятнее всего, что объемы международной торговли виртуальной водой и, тем самым, водосбережение в ближайшие десятилетия возрастут.

С целью выявления соответствия между обеспеченностью стран водными ресурсами и объемами торговли виртуальной водой в таблице 3 сгруппированы 10 стран с наибольшим объемом экспорта и 10 стран с наибольшим объемом импорта виртуальной воды, а также обеспеченность этих стран ресурсами полного речного стока на душу населения.

Таблица 2 – Экспорт-импорт виртуальной воды\*

Страна	Обеспеченность ресурсами полного речного стока, тыс. м <sup>3</sup> на душу населения	Объемы виртуальной воды, млрд м <sup>3</sup>
<b>Экспорт</b>		
США	20,0	758,3
Канада	115,0	272,5
Таиланд	4,3	233,3
Аргентина	17,0	226,3
Индия	5,0	161,1
Австралия	26,0	145,6
Вьетнам	23,0	90,2
Франция	5,0	88,4
Гватемала	24,0	71,7
Россия	28,5	47,7
Бразилия	48,0	45,0
Украина	1,1	21,0
<b>Импорт</b>		
Шри-Ланка	5,0	428,5
Япония	2,0	297,4
Нидерланды	0,7	147,7
Корейская Республика	5,0	112,6
Китай	3,0	101,9
Индонезия	6,0	101,7
Испания	4,2	82,5
Египет	<1,0	80,2
Германия	2,0	87,9
Италия	3,5	64,3
Украина	1,1	4,2

\*Таблица составлена авторами на основе [9].

Представленные данные свидетельствуют, что страны, которые импортируют виртуальную воду, недостаточно обеспечены водными ресурсами. Страны с достаточным и избыточным обеспечением, то есть с обеспечением свыше 25 тыс. м<sup>3</sup> на душу населения, экспортируют виртуальную воду в виде сельскохозяйственной продукции и промышленных товаров, также в группу наибольших экспортеров виртуальной воды вошли страны со средней обеспеченностью (от 5 до 25 тыс. м<sup>3</sup> на душу населения). Выделяются только Индия, Франция и Таиланд с обеспеченностью до 5 тыс. м<sup>3</sup> на душу населения.

Несмотря на то, что водообеспеченность Индии находится на границе между недостаточной и средней, эта страна экспортирует очень водоемкие продукты, такие, как рис, пшеница, хлопок, чай. Для получения этих продуктов необходимы не водные ресурсы речного стока, а достаточно высокая влажность воздуха, что отвечает

климатическим условиям Индии. Основная часть риса и хлопка выращивается в междуречии Инда и Ганга, и на экспорт идет прежде всего продукция, выращенная именно здесь.

Франция, как известно, является одним из ведущих экспортеров мясной продукции в Европе, которая, как уже отмечалось, является одним из наиболее водоемких продуктов сельского хозяйства. Для выращивания животных необходимо такое количество воды, которое может быть обеспечено за счет обильных осадков на склонах Альп и Пиренеев и достаточного среднего количества осадков в целом по стране.

Что касается Таиланда, то он находится во влажном субтропическом и тропическом климате. Эта страна является одним из основных мировых экспортеров риса и резины. Такие товары требуют для своего производства большого количества воды, но здесь зачастую используется не речная вода, а дождевая, т.к. эта страна находится в тропическом влажном климате с обильными осадками.

Таким образом, решить проблему дефицита водных ресурсов можно, используя преимущества глобальной экономики. Многие страны мира импортируют продукцию, для производства которой необходимы значительные объемы воды, что создает большую нагрузку на водные ресурсы стран-производителей.

Международная торговля может обеспечить в глобальных масштабах экономию воды, если продавать водоемкие товары из стран с высокой водообеспеченностью странам с более низкой.

### **Выводы**

Наличие и экономное использование пресной воды приобретают все большее значение.

Хотя водосберегающий потенциал торговли может показаться значительным, надо иметь в виду, что по направлениям торговли, не связанным с виртуальной водой, большая часть торговли ведется и будет продолжаться между странами, которые не испытывают водного дефицита. На сегодняшний день не вся водная «экономия» эффективна. Более того, сокращение глобального водопользования относится к различию в производительности импортеров и экспортеров, а не к дефициту воды. И, наконец, на торговлю влияет не только дефицит, но также политические и иные факторы.

На современном этапе развития международных отношений цены на продаваемые товары редко отражают расходы на использование водных ресурсов в странах – производителях. Например, Мексика импортирует из США пшеницу, маис, сорго, для производства которых в США потребляется 7,1 Гм<sup>3</sup> воды. Если бы Мексика производила их у себя, на это ушло бы 15,6 Гм<sup>3</sup> воды. Общая экономия воды, получаемая в результате международной торговли виртуальной водой в виде сельскохозяйственных продуктов, эквивалентна 6% от общего объема воды, используемой в сельском хозяйстве [10].

Проблема водного обеспечения, ее актуальность, серьезность и важность, побуждает ученых всего мира объединиться и направить свои знания и возможности на создание новых концепций рационального водопользования, таких, как «виртуальная вода» и «водный след». Анализ рассмотренных концепций предоставляет возможность предложить следующие рекомендации по управлению потоками виртуальной воды, которые можно внедрить в Украине:

- принять концепцию виртуальной воды с целью оптимизации использования водных ресурсов, а также интегрировать отдельные ее положения в национальную и региональную водную политику;

- трансформировать методику определения содержания виртуальной воды в товарах под региональные особенности водопользования;

- сформировать стратегию экспорта-импорта виртуальной воды с учетом водообеспеченности регионов Украины;

- реализовать систему мониторинга с целью контроля исполнения управленческих решений в сфере управления виртуальной водой.

1. *10 фактов* о нехватке воды // Официальный сайт ВОЗ [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу : <http://www.who.int/ru>.
2. *Дефицит* водных ресурсов, риск и уязвимость // Официальный сайт ООН [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу : <http://www.un.org/ru>.
3. *An improved water footprint methodology linking global consumption to local water resources: A case of Spanish tomatoes* // Сайт Elsevier [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу : [www.elsevier.com/locate/jenvman](http://www.elsevier.com/locate/jenvman).
4. *Перелет Р. А.* Виртуальная вода / Р. А. Перелет // На пути к устойчивому развитию России. – М. : Центр экологической политики России, 2009. – № 50. – С. 14–19.
5. *Перелет Р. А.* Торговля виртуальной водой / Р. А. Перелет // Международная экономика. – 2008. – № 12. – С. 25–29.
6. *Перелет Р. А.* Фьючерсы на воду / Р. А. Перелет // Деловой экологический журнал. – 2007. – № 4. – С. 12–17.
7. *Виртуальная вода* Джона Алана // Сайт Trendclub [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу : <http://trendclub.ru/>.
8. *Водный след* // Официальный сайт водного следа [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу : <http://www.waterfootprint.org>.
9. *Виртуальная вода* // Официальный сайт Всемирного водного совета [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу : <http://www.cawater-info.net>.
10. *Вода – это жизнь* // Сайт канала ТРТ Россия [Электронный ресурс]. – Режим доступа к ресурсу : <http://www.trtrussian.com>.

Получено 06.12.2010 г.

**О.І. Мельник, О.І. Маценко, М.О. Хижняк**

**Перспективи урахування концепцій віртуальної води та водного сліду в економічних відносинах водокористування**

*У статті розглянута концепція «віртуальної води» і «водного сліду», проведено аналіз забезпеченості окремих країн водними ресурсами. Виділено можливість оптимізації використання водних ресурсів на основі аналізу можливості торгівлі обсягами віртуальної води.*

*Ключові слова: водні ресурси, водомісткість, віртуальна вода, водний слід, віртуальна вода.*

**O.I. Melnyk, O.I. Matsenko, M.O. Khizhnyak**

**Prospects of accounting concepts virtual water and water footprint of the economic relations of water use**

*The concept of "virtual water" and "water footprint" are considered and water availability of individual countries was also analyzed in this article. Well as consider the possibility of optimizing the use of water resources based on analysis of trade opportunities implicit volumes of water.*

*Keywords: water, hygrosopic, virtual water, water footprint, implicit water.*