

Е.С. Орлеанская

**АНАЛИЗ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ
РОССИИ И СТРАН МИРА НА ОСНОВЕ ИНДИКАТОРА ВОДНЫЙ СЛЕД**

E.S. Orleanskaya

**ANALYSIS OF GEOECOLOGICAL ASPECTS OF RUSSIA WATER
CONSUMPTION AND COUNTRIES OF WORLD ON BASIS OF INDICATOR
WATER FOOTPRINT**

Рассматриваются понятия: глобальный экологический кризис, кризис природных ресурсов, водный след, виртуальная вода. Приводятся количественные оценки водопотребления различных стран мира за период с 1996 по 2005 гг. Представлены значения общего, внутреннего и внешнего водного следа России. Обсуждаются мировые экологические последствия, связанные с недостатком водных ресурсов.

Ключевые слова: глобальный экологический кризис, водный след, экологический след, виртуальная вода, кризис водных ресурсов, экологические проблемы, устойчивое развитие.

The paper deals with the concept of a global ecological crisis, a crisis of natural resources, Water Footprint, Virtual Water, are quantitative estimates of water use around the world, for the period from 1996 to 2005. Shows the values of the total, internal and external water footprint of Russia. In conclusion, described global environmental impacts associated with lack of water resources.

Key words: Global ecological crisis, Water Footprint, Ecological Footprint, Virtual Water, the crisis of water resources, ecological problems, sustainable development.

В настоящее время в связи с продолжающимся глобальным экологическим кризисом (ГЭК) [4,5] остро встает вопрос даже не о дальнейшем устойчивом развитии, а выживании человечества в техногенной среде с увеличивающимся числом экологических катастроф, опасных гидрометеорологических явлений (ОГЯ), эпидемий и прочих последствий, вызванных изменением и загрязнением окружающей среды. Еще в 90-х годах XX века академик К.Я. Кондратьев публикует множество работ, статей и монографий, посвященных экологическому кризису, где он указывает, что для выхода из него «достаточно лишь ослабить антропогенное давление на естественную биоту, снизив уровень ее освоения» [4]. Но человечество находится в гонке за экономической прибылью, безвозвратно преобразовывая ландшафты, загрязняя и истощая ресурсы планеты и получая вместе с денежной прибылью глобальные проблемы. В декабре 2008 г. на XIV Международной Конференции ООН, посвященной глобальным изменениям климата планеты, президент Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), лауреат Нобелевской премии мира 2007 г. Раджендра Пачаури отметил, что «более половины населения планеты живет в районах, уже сегодня испытывающих недостаток пресной воды и подверженных засухам» [5].

Безответственная трата «природного капитала» весьма ощутимо отражается на экономическом положении всех стран, приводит к росту цен на продовольствие, воду и энергоресурсы, вызывает дополнительные расходы на медицину и здравоохранение и, в конце концов, ухудшает качество жизни людей [7]. Обеспечение повсеместного доступа к воде составляет одну из величайших проблем в области развития, с которой столкнулось международное сообщество. Ограничение доступа к воде является источником глубокого неравенства и гендерной дискриминации и служит одним из основных препятствий для ускорения прогресса на пути к достижению целей развития тысячелетия [15]. Многие страны отброшены назад в своем развитии в результате пагубного соединения нищеты и отсутствия водной безопасности.

Количественной оценкой использования населением водных ресурсов планеты помимо традиционных характеристик может служить индикатор водный след (Water Footprint). Водный след (ВС) является географическим индикатором, показывающим не только объемы потребления и загрязнения воды, но и их пространственное распределение. Принципиально ВС делится на ВС производства и ВС потребления, а также можно рассчитать ВС отдельного человека, организации или продукта. Данный показатель включает в себя термин «виртуальная вода» (Virtual Water) [10] — объем пресной воды, используемой для производства товара, взятый в том районе, где товар был фактически произведен [11]. Таким образом, ВС страны представляет собой общий объем воды, используемой для производства товаров и услуг, потребляемых населением этой страны. Единицей измерения ВС производства служит м³/год, а для ВС потребления м³/год/чел. В состав ВС входит вода, забираемая из рек, озер и водоносных горизонтов (поверхностных и подземных источников) и используемая в сельском хозяйстве, промышленности и для бытовых целей, а также дождевая вода, используемая в растениеводстве. Тем не менее ВС не дает качественных характеристик того, как виртуальная вода влияет на местные водные ресурсы и экосистемы.

К водным ресурсам относят все пригодные для использования поверхностные и подземные воды Земли. Особенно велика потребность людей в пресной воде, запасы которой на Земле ограничены. Общие запасы воды на Земле, образующие ее гидросферу, оцениваются в 1338 млн. км³. Из них 96,5 % водных ресурсов приходится на соленые воды Мирового океана и 1 % — на соленые подземные воды. И только 2,5 % объема гидросферы составляют ресурсы пресной воды на земном шаре [3].

Население земного шара, испытывающее дефицит водных ресурсов или водный стресс (менее 1 тыс. м³ пресной воды на человека в год), составляло в 2005 г. около 1 млрд. человек, причем у 2,6 млрд. отсутствовала элементарная канализация. В 2025 г. водный стресс может наступить для 3,7 млрд. человек, а к 2050 г. — для 5,4 млрд. Рост населения, урбанизация, промышленное развитие и запросы сельского хозяйства породили потребность в ресурсе, имеющим свой предел. В результате глобальный водный кризис обрекает широкие слои населения на жизнь в нищете, уязвимости и опасности [15].

В настоящее время для непосредственного использования человеком доступен лишь один процент пресноводных ресурсов Земли [14], хотя на планете достаточно воды для удовлетворения потребностей человека и различных компонентов окружающей среды. Задача состоит в том, чтобы обеспечить достаточное количество воды

необходимого качества, не разрушив при этом те самые природные системы, которые служат источником этой воды — реки, озера и водоносные горизонты.

Водный след аналогичен экологическому следу [12]: если последний отражает общую продуктивную площадь, необходимую для производства товаров и услуг, потребляемых данным населением, то водный след отражает количество воды, необходимое для производства тех же товаров и услуг.

Общий водный след какой-либо территории (рис. 1) состоит из двух компонент [3]:

- внутренний водный след, представляющий собой объем воды, необходимый для получения товаров и услуг, которые производятся и потребляются внутри данной страны;
- внешний водный след, являющийся результатом потребления импортируемых товаров или, иными словами, отражающий использование воды при производстве товаров в стране-экспортере. Использование воды для производства товаров, поставляемых на экспорт, не учитывается в составе водного следа страны-экспортера.

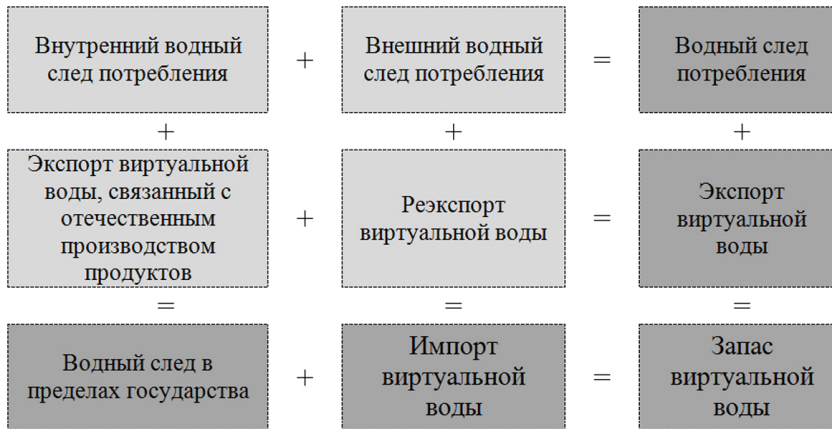


Рис. 1. Схема формирования водного следа потребления какой-либо территории.

Среднемировой ВС потребления в период с 1997 по 2001 г. составлял 1,24 млн. л на человека в год; это соответствует половине объема олимпийского плавательного бассейна. Методика расчета ВС [9], разработанная в 2002 г. как альтернативный метод оценки водопользования, в настоящее время распространяется и совершенствуется Всемирной сетью водного следа (Water Footprint Network).

Водный след потребления рассчитывается путем сложения прямого ВС потребителей и двух косвенных компонент ВС:

$$WF_{\text{cons}} = WF_{\text{cons, dir}} + WF_{\text{cons, indir (с/х товары)}} + WF_{\text{cons, indir (пром. товары)}} \quad (1)$$

где WF_{cons} — ВС потребления; $WF_{\text{cons, dir}}$ — прямой ВС, объем потребляемой и загрязняемой воды, связанный с хозяйственно-питьевым водоснабжением в преде-

лах страны; $WF_{\text{cons, indir (с/х товары)}}$ – косвенный ВС, объем воды, используемый для производства сельскохозяйственных товаров, потребляемых в данной стране; $WF_{\text{cons, indir (пром. товары)}}$ – косвенный ВС, объем воды, идущий для производства промышленных товаров, используемых населением данной страны.

В данном исследовании для оценки ВС используется база данных по отдельным странам за период с 1996–2005 гг. [14]. Прежде всего рассмотрим значения ВС потребления для отдельных континентов (табл. 1). Как видно из табл. 1, везде на земном шаре значения внутреннего ВС больше внешнего, т.е. использование собственных водных ресурсов преобладает над импортируемыми. Континентом с наибольшим показателем импортируемой воды является Европа. Лидирующие позиции в потреблении воды занимает Северная Америка, причем 80 % от общего ВС составляет внутренний ВС. Далее следует Австралия и Океания, а Южная Америка на третьем месте, внешний ВС которой всего 20 % от общего. Наименьшие показатели ВС – в Азиатском регионе, где общий ВС в 2,16 раза меньше, чем в Северной Америке. Оценки ВС России находятся примерно посередине от показателей континентов. Исключение составляет импорт виртуальной воды в РФ, который один из наименьших.

Таблица 1

Общий водный след потребления по отдельным континентам за период 1996 – 2005 гг.

| Регион | Общий водный след потребления, м ³ /год/чел | | |
|---------------------|--|---------|-------|
| | внутренний | внешний | общий |
| Азия | 998 | 178 | 1176 |
| Европа | 1051 | 711 | 1762 |
| Африка | 1084 | 191 | 1274 |
| Южная Америка | 1473 | 369 | 1843 |
| Австралия и Океания | 1752 | 394 | 2146 |
| Северная Америка | 2014 | 531 | 2545 |
| Россия | 1622 | 229 | 1851 |

В табл. 2 приводятся страны с максимальным и минимальным значением составляющих ВС. Монголия, Нигер, Боливия, США, Люксембург – страны, занимающие лидирующие позиции в своих регионах по потреблению воды в целях производства товаров и услуг, необходимых для их жизнеобеспечения. Проанализировав представленные цифры, можно сделать выводы, что даже в одном регионе показатели ВС меняются в широком диапазоне: Азия – от 769 до 3775 м³/год/чел, Африка – от 552 до 3519 м³/год/чел, что обусловлено различием количества водных ресурсов и развитием экономики страны. Из представленных стран Монголия и Люксембург, имеющие максимальные ВС в своих регионах, большую часть воды импортируют из других стран, их внешний ВС составляет 61,7 % и 75 % от общего ВС соответственно. Мировыми лидерами по значениям ВС потребления являются Монголия, Нигер, Боливия, в то время как среднемировое значение ВС – 1653 м³/год/чел, которое сравнимо с внутренним ВС России.

Таблица 2

Максимальные и минимальные значения водного следа потребления стран для отдельных стран за период 1996 – 2005 гг.

| Регион / значение | Страна | Водный след потребления, м ³ /год/чел | | |
|-------------------------|-----------------------|--|------------|---------|
| | | общий | внутренний | внешний |
| Азия | | | | |
| Мин | Бангладеш | 769 | 635,0 | 133,6 |
| Макс | Монголия | 3775 | 1444,0 | 2330,6 |
| Северная Америка | | | | |
| Мин | Никарагуа | 912 | 766,5 | 145,6 |
| Макс | США | 2842 | 2267,0 | 575,5 |
| Южная Америка | | | | |
| Мин | Перу | 1088 | 735,0 | 353,1 |
| Макс | Боливия | 3468 | 3140,5 | 327,4 |
| Европа | | | | |
| Мин | Босния и Герцеговина | 1256 | 696,9 | 559,3 |
| Макс | Люксембург | 2514 | 626,3 | 1888,0 |
| | <i>Россия</i> | 1851 | 1622 | 229 |
| Африка | | | | |
| Мин | Дем. Республика Конго | 552 | 535,8 | 16,2 |
| Макс | Нигер | 3519 | 3429,1 | 89,6 |

Россия занимает 55-е место с показателем общего ВС потребления в 1851 м³/год/чел, имея богатые запасы водных ресурсов, в том числе внутренний ВС составляет 87,6 % от общего ВС, т.е. импорт виртуальной воды составляет не больше 12,4 %. В исследуемый период 1996 – 2005 гг. самое большое потребление воды в России в сельском хозяйстве – ВС потребления 1690,8 м³/год/чел, а меньше всего идет на промышленные нужды – 69,7 м³/год/чел.

Для выделения групп риска было выполнено разбиение ВС потребления на душу населения по странам за период с 1997 – 2001 гг. на 5 однородных градаций методом кластерного анализа [6]. В качестве меры близости использовалось манхэттенское расстояние, а разбиение осуществлялось методом Уорда (табл. 3).

Среднее значение градации “Н” очень близко соответствует аналогичной величине, рассчитанной непосредственно по исходным данным для всего ряда, т.е. распределение значений водного следа близко к нормальному закону. Для более наглядного представления полученных результатов составлена табл. 4, в которой представлено распределение числа государств на 5 градаций по разным континентам.

Таблица 3

Разбиение водного следа государств ($n=139$) за период 1997-2001 гг. по градациям методом Уорда (ЗНН – значительно ниже нормы, НН – ниже нормы, Н – норма, ВН – выше нормы, ЗВН – значительно выше нормы), единица измерения - тыс. м³ на человека в год.

| Параметр | Градация | | | | |
|--------------------------------|----------|------|------|------|------|
| | ЗНН | НН | Н | ВН | ЗВН |
| Число случаев | 29 | 27 | 43 | 22 | 18 |
| Нижняя граница | 0,55 | 0,97 | 1,22 | 1,58 | 1,92 |
| Среднее | 0,80 | 1,10 | 1,36 | 1,70 | 2,15 |
| Верхняя граница | 0,95 | 1,20 | 1,55 | 1,88 | 2,46 |
| Стандартное откл. (σ) | 0,11 | 0,07 | 0,09 | 0,09 | 0,17 |
| Ср. значение выборки | 1,35 | | | | |

Таблица 4

Распределение числа государств (в скобках – в процентах) на 5 градаций по величине водного следа потребления на душу населения за 1997-2001 гг.

| КОНТИНЕНТЫ | | | | |
|------------------|-------------|-------------|------------|------------|
| ЗНН | НН | Н | ВН | ЗВН |
| Северная Америка | | | | |
| 5 (31,3 %) | 5 (31,3 %) | 2 (12,5 %) | 2 (12,5 %) | 2 (12,5 %) |
| Южная Америка | | | | |
| 3 (30 %) | 2 (20 %) | 4 (40 %) | 0 | 1 (10 %) |
| Европа | | | | |
| 3 (10 %) | 2 (6,7 %) | 11 (36,7 %) | 9 (30 %) | 5 (16,6 %) |
| Азия | | | | |
| 7 (18,9 %) | 8 (21,6 %) | 11 (29,7 %) | 8 (21,6 %) | 3 (8,2 %) |
| Африка | | | | |
| 11 (25 %) | 10 (22,7 %) | 13 (29,6 %) | 3 (6,8 %) | 7 (15,9 %) |
| Австралия | | | | |
| 0 | 0 | 2 (100 %) | 0 | 0 |

Введем три зоны риска: недопустимая (“ЗНН” и “НН”), повышенная (“Н”) и допустимая (“ВН” и “ЗВН”). Как следует из табл. 4, вся территория Австралийского континента, больше половины государств Северной Америки, половина территории Южной Америки и почти половина территории Африки относятся к зоне недопустимого риска, т.е. существует угроза недостатка водных ресурсов.

Водные запасы России велики, на её территории насчитывается более 2,5 млн. рек и 2,7 млн. озёр, естественные ресурсы подземных вод составляют примерно

790 км³/год и служат, главным образом, для питьевых целей [1,2]. На сегодняшний день чрезмерно активное использование водных ресурсов обусловлено увеличением населения и особенно ростом процесса его урбанизации. По данным Росстата в России численность населения убывает: в 1996 г. проживало 148,3 млн. чел., в 2005 г. — 143,5 млн. чел., в 2011 г. — 141,99 млн. чел., а к 2030 г. ожидается 139,37 млн. чел. [8]. Но нельзя утверждать, что Россия не будет испытывать водного стресса через несколько лет, поскольку её водные объекты являются источниками виртуальной воды для стран, которые уже сейчас испытывают или в ближайшее время будут испытывать острую нехватку воды. В связи с этим представляет интерес рассмотреть такое понятие, как водный след производства.

В каждой стране вода используется для производства товаров и услуг, которые либо потребляются внутри страны, либо экспортируются. ВС производства учитывает все потребление воды в стране для хозяйственно-бытовых, промышленных и сельскохозяйственных нужд независимо от того, где потребляется произведенная продукция. ВС производства состоит из трех компонент — «голубого», «зеленого» и «серого» водных следов — представляющих различные типы водопользования: «Зеленый» ВС — объем хранимой в почве дождевой воды, который испаряется с полей, используемых в сельском хозяйстве; «Голубой» ВС представляет собой объем пресной воды, безвозвратно забираемой из водных объектов. Основная часть этой воды используется в поливном земледелии и испаряется с полей; «Серый» ВС — объем воды, загрязненной в процессе производства. Он рассчитывается как количество воды, необходимое для разбавления сбрасываемых загрязняющих веществ до такого состояния, при котором качество воды отвечает приемлемым нормативам.

ВС производства используется для оценки нагрузки на водные ресурсы. Нагрузка на «голубые» водные ресурсы (водный стресс) рассчитывается за год как отношение общего ВС производства ($WF_{\text{общ}}$) за вычетом «зеленой» составляющей ($WF_{\text{зел}}$) к общему объему возобновляемых водных ресурсов ($V_{\text{общ}}$). В настоящее время около 45 стран уже испытывают постоянный умеренный или сильный водный стресс, в то время как многие другие сталкиваются с дефицитом воды в определенные периоды года. Из формулы видно, что минимальное значение K_s для континентов составляет 4,65 % (Южная Америка), а максимальное — 42,41 % (Азия).

$$K_s = (WF_{\text{общ}} - WF_{\text{зел}}) / V_{\text{общ}} \cdot 100 \% \quad (2)$$

Рассматривая параметры ВС для континентов (табл. 5), видно, что наибольший водный стресс испытывает Азиатская часть мира, а наименьший — Африка и Южная Америка, на фоне этих значений Россия почти не испытывает водного стресса. Вышеуказанные показатели связаны с географическим распределением водоемких промышленных объектов и территорий орошаемых сельскохозяйственных угодий.

По данным за 1997–2001 г. сильный водный стресс испытывают: Египет (111,79%), Узбекистан (115,44%), Саудовская Аравия (717,81%), Йемен (159,21%), Израиль (112,28%), Кувейт (2148,57%), Мальта (117,22%) [14]. Россия с показателем 2,52%, входит в группу стран, которые не испытывают водного стресса (меньше 5%), Это Бразилия (0,71%), Канада (1,57%), Нигерия (2,65%) [14].

Оценки общего водного следа и водного стресса континентов и России

| Регион | Общий ВС (WF _{общ}), км ³ /год | Запас пресной воды (V _{общ}) тыс. км ³ /год | Зеленый ВС (WF _{зел}) км ³ /год | Водный стресс, % |
|--------------|---|--|--|------------------|
| Европа | 1214339 | 1400 | 931066 | 20,23 |
| Азия | 4301369 | 3455 | 2836113 | 42,41 |
| Юж. Америка | 1064360 | 3010 | 924518 | 4,65 |
| Сев. Америка | 1310182 | 4400 | 940602 | 8,40 |
| Африка | 1025064 | 2390 | 906448 | 4,96 |
| Россия | 396164 | 1025 | 370286 | 2,52 |

Китай, США, Бразилия, Россия, Нигерия, Австралия имеют наибольшие значения общего ВС производства в своих регионах (табл. 6). Россия занимает четвертое место в мире по значению общего ВС производства. Мировыми лидерами являются Китай, Индия, США, Бразилия, Россия, Индонезия, для которых общий ВС равен соответственно 1207, 1181, 1053, 481, 396, 332 км³/год [3]. Высокие показатели ВС Китая, Индии и Индонезии обусловлены процессами затраты воды на орошение сельскохозяйственных культур, а в странах США, Бразилии и России - наибольшие затраты на водоснабжение промышленного производства. В начале XX в. в России 90 % всей используемой воды расходовалось в сельском хозяйстве. В последующие десятилетия резко возросло водопотребление в промышленности и к началу 1980-х годов промышленное и сельскохозяйственное водопотребление почти сравнялись, но в последнее время, (табл. 5) лидирующую позицию по потреблению воды в России снова занимает сельское хозяйство (зеленый водный след) [1,2].

Проблема обеспеченностью водными ресурсами с каждым годом становится всё острее, темпы роста водопотребления в мире оцениваются в современных условиях в среднем 5–6 % в год, а в отдельных странах – в 10–12 % [3]. В связи с неравномерным распределением водных ресурсов по земному шару возникает ряд проблем:

- появление «экологических беженцев» - людей, которым пришлось покинуть свои дома из-за ухудшения экологической обстановки (недостаток воды, опустынивание);
- увеличение числа эпидемий из-за отсутствия доступа к качественной питьевой воде;
- ухудшение продовольственной ситуации, голод;
- возникновение вооруженных конфликтов на почве регулирования стоков или владения водными объектами.

Поскольку экологические проблемы уже давно приобрели глобальный масштаб, и человечество осознало, что большинство из них невозможно решить на локальном уровне, понятие ВС даёт интегрированные оценки количества водных ресурсов в любом масштабе – от земного шара до индивидуального человека, помогает составить прогноз экономических последствий при изменении природной среды. Например, климатические изменения, включая колебания температуры, осадков и уровня морей, влияют на доступность пресной воды в мире. При этом влияние изменений климата будет наибольшим в странах с высоким соотношением относительного ис-

пользования водных ресурсов к их общему запасу (с высоким водным стрессом). Регионы, богатые водными запасами, вряд ли сильно ощутят изменения климата, за исключением возможного увеличения количества наводнений. Схожая ситуация, как это ни парадоксально, предполагается и в странах, которые в настоящее время не имеют запасов пресной воды и получают ее в значительной степени путем опреснения соленой или приобретением виртуальной воды.

Таблица 5

Страны с максимальными и минимальными значениями общего водного следа производства для отдельных стран континентов

| Регион / значение | Страна | Водный след производства, км ³ /год |
|-------------------------|---------------------|--|
| Азия | | |
| Мин | Сингапур | 20 |
| Макс | Китай | 1 207 393 |
| Северная Америка | | |
| Мин | Багамы | 56 |
| Макс | США | 1 053 462 |
| Южная Америка | | |
| Мин | Суринам | 444 |
| Макс | Бразилия | 481 722 |
| Европа | | |
| Мин | Мальта | 85 |
| Макс | Россия | 396 164 |
| Африка | | |
| Мин | Сейшельские острова | 84 |
| Макс | Нигерия | 200 512 |

Итак, водный след – это интегральный индикатор, который количественно показывает распределение водных ресурсов по территории, по отраслям и по экономической значимости. Принимая во внимание характеристики ВС, государство или регион может корректировать эффективность стратегии устойчивого развития. Например, столкнувшись с дефицитом собственных водных ресурсов, формирование ВС за счет внешних источников может оказаться эффективной политикой, но одновременно такой подход подразумевает экспорт воздействия на окружающую среду. Для восполнения недостатка воды в районах с малой водообеспеченностью, но большим водопотреблением используют системы переброски воды, которые, в свою очередь, влекут за собой ряд экологических проблем.

К сожалению, оценить ВС для отдельных регионов России в настоящее время весьма сложно из-за несовершенства государственного статистического учета, особенно товарных потоков межрегионального экспорта и импорта, а также из-за отсутствия полных

данных по потреблению продукции населением. В связи с этим важной задачей представляется совершенствование статистического учета на региональном уровне.

Литература

1. *Алексеевский Н.И., Гладкевич Г.И.* Россия в окружающем мире: 2003 (Аналитический ежегодник). – М.: Изд-во МНЭПУ, 2003. – 336 с.
2. *Бабкин В.Н., Клиге Р.К.* Приток речных вод в Мировой океан. / Ученые записки РГГМУ, 2009, № 13, с. 17-20.
3. *Догановский А.М., Малинин В.Н.* Гидросфера Земли. – СПб., Гидрометеиздат, 2004. – 365 с.
4. *Кондратьев К.Я., Донченко В.К.* Экодинамика и геополитика Т.1. Глобальные проблемы (К.Я. Кондратьев). – СПб., 1999. – 1032 с.
5. *Кравчук М.А., Краснов Ю.И., Малинин В.Н.* Глобальные экологические проблемы: стратегия выживания. // Общество. Среда. Развитие, 2009, №1, с. 194-205.
6. *Малинин В.Н.* Статистические методы анализа гидрометеорологической информации. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2008. – 406 с.
7. *Орлеанская Е.С.* Изменение глобальной экосистемы в период потепления климата. // Общество. Среда. Развитие, 2011, №1, с. 223-227.
8. Федеральная служба государственной статистики «Предположительная численность населения Российской Федерации до 2030 года» (статистический бюллетень). – М., 2010.
9. *Arjen Y. Hoekstra, Ashok K. Chapagain, Maite M. Aldaya and Mesfin M. Mekonnen.* The Water Footprint Assessment Manual. Setting the Global Standard. Earthscan, London, Washington, 2011.
10. *Hoekstra A.Y.* (2003) (ed.) Virtual water trade: Proceedings of the International Expert Meeting on Virtual Water Trade. Value of Water Research Report Series No.12, UNESCO-IHE.
11. *Hoekstra A.Y., Chapagain A.K.* (2007). Water footprints of nations: water use by people as a function of their consumption pattern. *Water Resources Management* 21 (1).
12. *Loh J., Collen B., McRae L., Carranza T.T., Pamplin F.A., Amin R. and Baillie J.E.M.,* 2008. Living Planet Index. In: Hails, C. (ed.), *Living Planet Report 2008*, WWF International, Gland, Switzerland.
13. *Mekonnen M.M., Hoekstra A.Y.* (2011) National water footprint accounts: The green, blue and grey water footprint of production and consumption. Value of Water Research Report Series No. 50, UNESCO-IHE, Delft, the Netherlands.
14. UNESCO-WWAP (2006) *Water a shared responsibility: The United Nations World Water Development Report 2*. UNESCO, Paris, France, 550 p.
15. [Электронный ресурс]: <http://www.un.org/russian/esa/hdr/2006/>.
16. Сборник статистической информации России [Электронный ресурс]: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/publishing/catalog/statisticJournals/doc_1140095525812.