

нию Евросообществом необходимости привлечения крупных капиталовложений в поддержание стабильного природно-хозяйственного баланса в этом регионе;

- научно-информационную основу для ратификации Конвенций экологической направленности;

- интенсификация национального и транснационального экотуризма.

*На втором этапе необходима разработка Национальных планов действий как по водным ресурсам, так и по другим природным сферам с целью охраны окружающей среды для обеспечения экологической безопасности Белорусского Полесья в целом, что позволит обеспечить:*

- повышение эффективности водопотребления и водопользования региона на основе новых водо- и энергосберегающих и экобезопасных технологий;

- эффективное высокорентабельное использование имеющихся водных ресурсов в конкретных технологических цепях;

- надлежащую стоимостную оценку эксплуатируемых водных ресурсов и повышение коммерческого уровня местного ресурсного потенциала водных объектов в целом;

- внедрение новых способов и стандартов санитарно-экологической сертификации устойчивого качественного жизнеобеспечения людей;

- действенное сохранение ландшафтного и биологического разнообразия;

- методологическую и информационно-дифференцированную основу для устойчивого развития водопотребления и водопользования;

- схемы развития и пути ликвидации экологически аварийно опасных ситуаций;

- максимальное вовлечение рекреационного потенциала в практику здорового образа жизни и медицинской реабилитации населения.

Учитывая исключительную значимость проблемы необходима широкая кооперация усилий ученых по изучению, прогнозированию и управлению режимом и ресурсами вод Беларуси. Важно также развитие международного сотрудничества по этой проблеме путем совместного выполнения научных исследований, обмена информацией, включая разработку водных проектов.

УДК 556.5.06 (476)

А.А. Волчек, д-р геогр. наук, профессор, декан факультета инженерных систем и экологии;

Т.Е. Зубрицкая, старший преподаватель

Брестский государственный технический университет, г. Брест

## **ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ И ВОДООТВЕДЕНИЕ НА ВОДОСБОРАХ ТРАНСГРАНИЧНЫХ РЕК БЕЛАРУСИ**

Водные ресурсы – важнейший компонент природно-ресурсного потенциала страны, который интенсивно используется населением и различными отраслями экономики. Вода относится к категории возобновляемых природных ресурсов. Тем не менее, ее использование должно строго регламентироваться, т.к. ухудшение и сокращение водных ресурсов может не только нанести вред окружающей среде, снизить эффективность производства, сказаться на здоровье населения, но и стать причиной конфликтных ситуаций между государствами, расположенными в одном речном бассейне.

Необходимым и важным условием рационального использования водных ресурсов является наличие своевременной, достоверной и полной информационной базы о водных ресурсах, с помощью которой можно оценить фактическое водопотребление и водопользование, дать прогнозные оценки водных ресурсов в будущем. Кроме того, остро стоит проблема загрязнения природных вод вследствие сброса сточных вод и других видов антропогенного воздействия и одной из главных задач является сохранение требуемого качества воды во всех водных источниках. Проблема усугубляется тем, что все основные реки Беларуси яв-

ляются трансграничными, поэтому объективные оценки водных ресурсов и водопотребления по бассейнам рек, а также прогнозные оценки на перспективу крайне важны.

Целью настоящей работы является – оценка динамики водопотребления Республики Беларусь с дифференциацией его по основным трансграничным водосборам рек за период существования как суверенного государства.

### Исходные данные и методы исследования

Практически все бассейны основных рек Беларуси являются трансграничными. В бассейне Балтийского моря расположены бассейны рек Западная Двина (Россия-Беларусь-Латвия), Неман (Беларусь-Литва-Россия), Западный Буг (Украина-Беларусь-Польша). В бассейне Черного моря расположен бассейн реки Днепр (Россия-Беларусь-Украина), Припять (Украина-Беларусь-Украина).

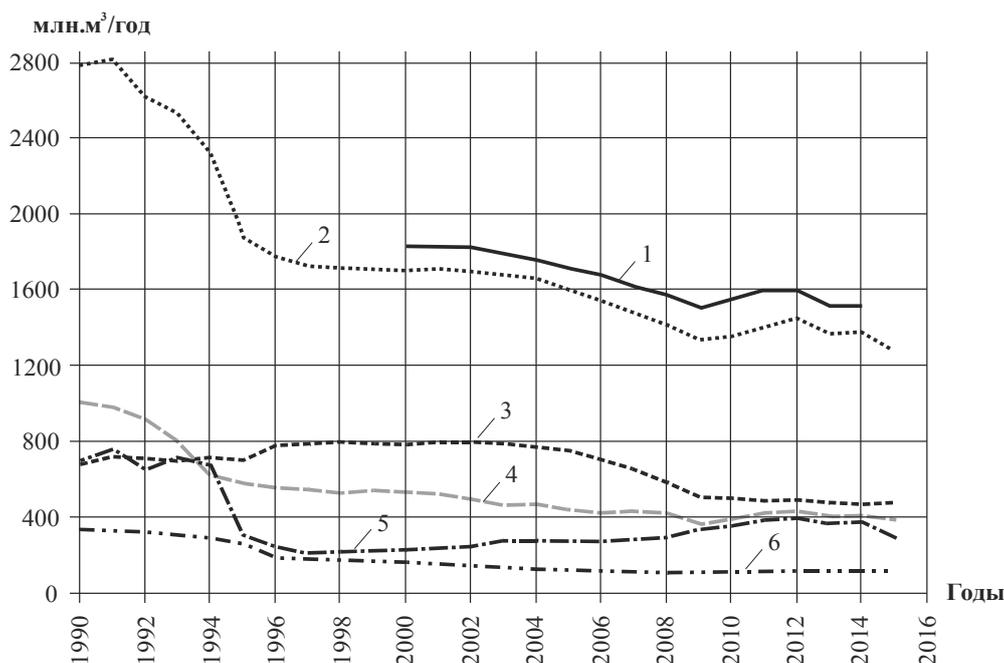
В статье представлены результаты исследования использования водных ресурсов на водосборах трансграничных бассейнов рек Республики Беларусь для различных отраслей, в частности хозяйственно-питьевое, промышленное, сельскохозяйственное водоснабжение, на нужды рыбо-прудового хозяйства [1].

Основой для комплексного анализа динамики водопотребления Республики Беларусь использованы материалы водохозяйственной статистики, почерпнутые из Статистических сборников за период с 1990 по 2015 гг., официальных сайтов Службы государственной статистики и Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь [2, 3], а использования воды основных рек Беларуси послужили данные статистической отчетности РУП «Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов» – сводные данные «Водные ресурсы, их использование и качество вод за 2000-2015 годы» [4].

Методологической основой исследований являются научные положения о стохастической природе изменчивости водопотребления, что позволило использовать современные статистические методы анализа временных рядов. Системный анализ накопленной информации и сравнительно-географический метод позволили синтезировать наиболее важные, ключевые положения пространственно-временных колебаний водопотребления.

### Результаты и обсуждения

На рисунке 1 представлен хронологический ход водопотребления в Республике Беларусь за период с 1990 по 2015 гг.



1 – водозабор, 2 – общее, 3 – хозяйственно-питьевое, 4 – промышленное; 5 – рыбо-прудовое; 6 – сельскохозяйственное водопотребление

**Рисунок 1 – Водопотребление в Беларуси за период с 1990 по 2015 гг**

Обращают на себя внимание следующие факты:

– динамика общего водопотребления почти повторяет динамику хозяйственно-питьевого использования вод, поскольку это основной потребитель воды. За период с 1995 по 2015 гг. сокращение водопотребления составило 227,4 млн. м<sup>3</sup>/год;

– использование воды в сельском хозяйстве и промышленности изменяется медленно и незначительно влияет на общее снижение водопотребления за рассматриваемый период.

В 2015 г. общее потребление пресной воды в Республике Беларусь составляло около 1270 млн. м<sup>3</sup>/год. Из них сельское хозяйство потребляло – 109,9 млн. м<sup>3</sup>/год, население – 473,6 млн. м<sup>3</sup>/год, промышленность – 389,2 млн. м<sup>3</sup>/год.

В результате структуризации исходной информации проанализированы данные о динамике использования воды в бассейнах вышеуказанных рек за период с 2000 по 2015 гг. Большая часть в Республике Беларусь общего объема водозабора осуществляется непосредственно из реки Днепр (61,1 %).

В последние 16 лет на основных бассейнах Республики Беларусь наблюдается общая тенденция к снижению объема водозабора из природных водных источников. При этом наиболее существенно снижается забор воды из подземных источников. Только в бассейне Западный Буг наблюдается увеличение использования поверхностных вод.

В отраслевом разрезе практически все снижение водопотребления связано с уменьшением забора воды в промышленности и на хозяйственно-питьевые нужды.

Распределение отводимых сточных вод по главным бассейнам соответствует пропорциям, сложившимся между объемами забора и использования воды. Основная доля отводимых сточных вод поступает в р. Днепр (64,3 %).

В структуре сточных вод, сбрасываемые в водные объекты Республики преобладают нормативно-очищенные (71 %), без очистки (более 28 %) и загрязненные (менее 1 %).

Рассмотрим изменения использования вод по каждому из основных водосборов.

#### *1. Водосбор реки Днепр.*

От истока до устья Днепр протекает по территории трёх государств: России, Беларуси и Украины. На территории Беларуси бассейн расположен в Витебской, Могилевской, Минской и Гомельской областях.

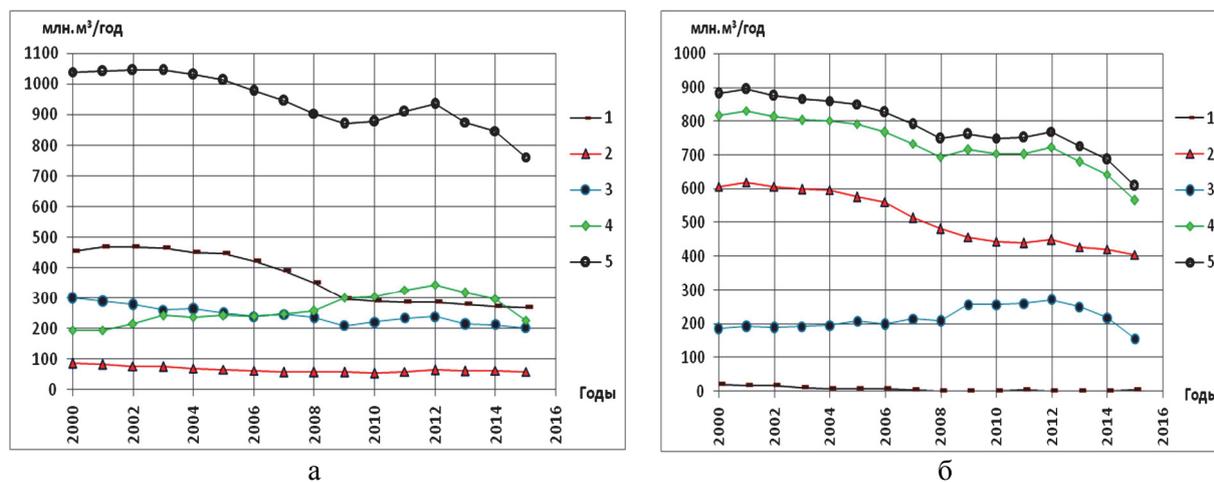
За период с 2000 по 2015 гг. количество отчитывающихся водопользователей варьировалось от 1709 до 2671. Общий водозабор составляющий в 2000 г. 1116 млн. м<sup>3</sup> уменьшился к 2015 году в 1,2 раза, при этом забор из поверхностных вод сократился почти на 8 %, а из подземных – 23 %. Общее водоотведение также имело тенденцию к уменьшению (в 1,45 раза).

Динамика водопотребления и водоотведения в бассейне р. Днепр за период с 2000 по 2015 гг. представлена на рисунке 2.

Водоснабжение на хозяйственно-питьевые нужды в 2000 г. составляло 44 %, а к 2015 г. этот показатель снизился до 35 % и происходит это главным образом из-за продолжающегося роста приборного учета использования воды в жилом фонде городов и городских поселков и усилением водосбережения в организациях. Доля промышленного водоснабжения в бассейне Днепра составляет 29 % и 27 % от общего водопотребления для 2000 и 2015 гг. соответственно. Водопотребление для целей сельскохозяйственного производства составило 60,4 млн. м<sup>3</sup> в 2015 г., что на 30 % меньше, чем в 2000 г. Что касается использования воды на рыбное прудовое хозяйство в бассейне реки Днепр то в сравнении с 2000 годом, где показатель составил 193,8 млн. м<sup>3</sup>, прослеживается увеличение к 2012 г. – 343,8 млн. м<sup>3</sup>, а затем постепенный спад водопотребления. Орошение зависит от климатических условий и значительных изменений за период 16 лет не наблюдается. Безвозвратное водопотребление составляет одну четвертую часть от общего (около 260 млн. м<sup>3</sup>). Его величины на протяжении 15 лет не остаются постоянными, а имеют некоторый колебательный характер.

Годовой объем водоотведения в бассейне Днепра за период 2000 – 2015 гг. значительно снизился: с 882,5 до 608,9 млн. м<sup>3</sup>, что обусловлено как проведением ряда водоохранных мероприятий, так и снижением потребности в воде на производстве. Самым мощным источником загрязнения водных объектов являются бытовые стоки, на которые при-

ходится две третьих годового объема сточных вод, доля стоков производства составляет четвертую часть. Из общего количества сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водоемы (566,4 млн. м<sup>3</sup> в 2015 г.), около 27 % являются нормативно-чистыми (отводятся без очистки), 72 % – нормативно очищенными и около 1 % – загрязненными. Неочищенные сточные воды нуждаются в многократном разбавлении чистой водой. Нормативно-очищенные воды также содержат загрязнения, и для их разбавления на каждый 1 м<sup>3</sup> требуется до 6-12 м<sup>3</sup> свежей воды.



- а
- 1 – хозяйственно-питьевое,
  - 2 – сельскохозяйственное,
  - 3 – промышленное;
  - 4 – рыбо-прудовое;
  - 5 – общее.

- б
- 1 – загрязненной,
  - 2 – нормативно-очищенной,
  - 3 – без очистки;
  - 4 – в поверхностные водные источники;
  - 5 – общее водоотведение

**Рисунок 2 – Динамика водопотребления (а) и водоотведения (б) в бассейне реки Днепр за период с 2000 по 2015 гг.**

Эффективным методом борьбы с загрязнением водоемов является внедрение повторного и оборотного водоснабжения на промышленных предприятиях. В настоящее время объем оборотного и последовательного использования воды в процентном отношении к общему объему водопотребления на производственные нужды в бассейне Днепра достигает 94 %.

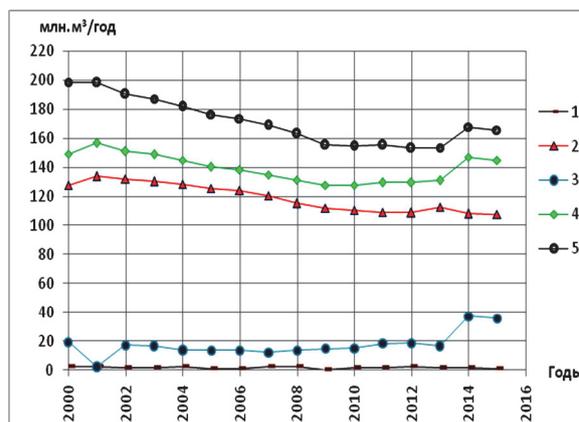
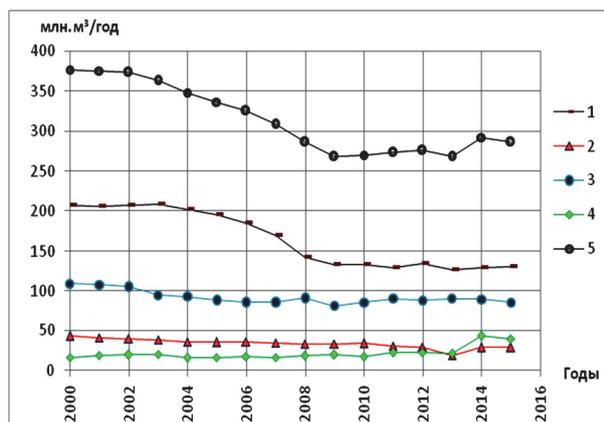
## 2. Водосбор реки Неман.

Река Неман, протекает по территории Беларуси, Литвы и Калининградской области России. Относится к бассейну Балтийского моря. Берёт начало на юге Минской возвышенности у села Красное Минской области. На территории Беларуси бассейн р. Неман расположен в Минской и Гродненской областях.

За период с 2000 по 2015 гг. количество отчитывающихся водопользователей варьировалось от 841 до 1141. Максимум общего водозабора в бассейне реки Неман наблюдался в 2000 году и составил 412 млн. м<sup>3</sup>, а к 2013 году этот показатель снизился в 1,3 раза, при этом забор из поверхностных вод сократился почти на 32 %, а из подземных – 15 %.

Динамика водопотребления и водоотведения в бассейне р. Неман за период с 2000 по 2015 гг. представлена на рисунке 3.

Водоснабжение на хозяйственно-питьевые нужды в 2000 году составляло 55 % от общего водопотребления, а к 2015 г. этот показатель снизился до 46 %. Доля промышленного водоснабжения в бассейне р. Неман составляет 29 % и 30 % от общего водопотребления для 2000 и 2015 гг. соответственно. Водопотребление для целей сельскохозяйственного производства составило 29 млн. м<sup>3</sup> в 2015 г., что на 33 % меньше, чем в 2000 г. Использование воды на рыбное прудовое хозяйство в бассейне р. Неман к 2015 г. увеличилось в 1,5 раза по сравнению с 2000 г. и занимает 14 % общего водопотребления. Орошение за период 16 лет сократилось почти на 31 %, что связано с уменьшением орошаемых земель и изменением климата.



- 1 – хозяйственно-питьевое,
- 2 – сельскохозяйственное,
- 3 – промышленное;
- 4 – рыбо-прудовое;
- 5 – общее.

- 1 – загрязненной,
- 2 – нормативно-очищенной,
- 3 – без очистки;
- 4 – в поверхностные водные источники;
- 5 – общее водоотведение

**Рисунок 3 – Динамика водопотребления (а) и водоотведения (б) в бассейне реки Неман за период с 2000 по 2015 гг.**

В динамике показателей водоотведения наблюдается следующие тенденции (рисунок 3б). Общее водоотведение сократилось за период с 2000 по 2015 гг. (в 1,2 раза). Сброс воды в поверхностные источники уменьшился в 1,03 раза. При этом сброс загрязненных вод уменьшился более чем в 1,6 раз, нормативно-очищенных почти в 1,2 раза, а сброс воды без очистки наоборот возрос более чем в 1,8 раз. Основную же долю в общем сбросе в поверхностные источники составляют очищенные воды (более 70 %). Безвозвратное водопотребление уменьшилось более чем в 1,3 раза (с 308,6 млн. м<sup>3</sup> в 2000 г. до 229,4 млн. м<sup>3</sup>).

### 3. Водосбор реки Западная Двина.

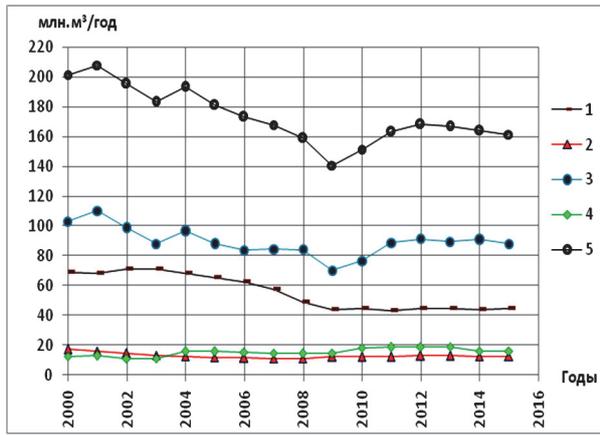
Западная Двина – река в России, Беларуси и Латвии, бассейн Балтийского моря. Бассейн реки на территории Беларуси расположен в Витебской области.

За период с 2000 по 2015 гг. количество отчитывающихся водопользователей варьировалось от 400 до 633. Общий водозабор составляющий в 2000 году 222,8 млн. м<sup>3</sup> уменьшился к 2014 г. более чем в 1,3 раза. При этом водозабор из поверхностных источников сократился на 18 %, а из подземных – 24 %. Постепенное сокращение водозабора связано с падением объемов производства, сокращением поголовья скота и площадей орошаемого земледелия. Общее водоотведение также имело тенденцию к уменьшению почти в 1,3 раза. Динамика водопотребления и водоотведения в бассейне р. Западная Двина за период с 2000 по 2015 гг. представлена на рисунке 4.

За 16 лет структура водопотребления претерпела значительные изменения. Если в 2000 г. на хозяйственно-питьевые нужды использовалось 34 % всей воды, а на производство 51 %, то к 2015 г. эти величины стали равны 28 и 55 % соответственно. Общее использование свежей воды уменьшилось в 1,25 раза. Водопотребление для нужд сельскохозяйственного производства сократилось почти 1,4 раза. Использование воды на рыбное прудовое хозяйство в бассейне реки Западная Двина увеличилось к 2015 году в 1,3 раза. Затраты воды на орошение составляют незначительную долю от общего водопотребления и за период с 2000 по 2015 гг. практически не изменились.

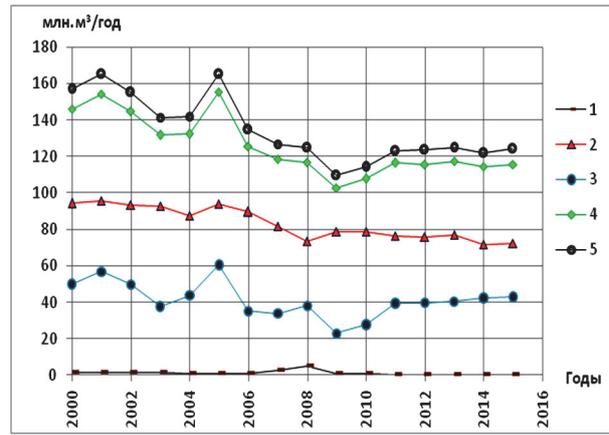
Сброс воды в поверхностные водные источники уменьшился в 1,26 раз, при этом наиболее сильно уменьшился сброс загрязненной воды в 17 раз, нормативно-очищенных вод сократилось в 1,3 раз, а вод без очистки – 1,16 раз (рисунок 4б). Основную долю в общем сбросе в поверхностные источники составляют очищенные воды (63 %).

Безвозвратное водопотребление в среднем равняется 67,7 млн. м<sup>3</sup> и в последние годы имеет некоторую тенденцию к сокращению. В 2015 г. оно составило 61,6 млн. м<sup>3</sup>. Большую роль в этом сыграло увеличение повторного и оборотного водоснабжения.



а

- 1 – хозяйственно-питьевое,
- 2 – сельскохозяйственное,
- 3 – промышленное;
- 4 – рыбо-прудовое;
- 5 – общее.



б

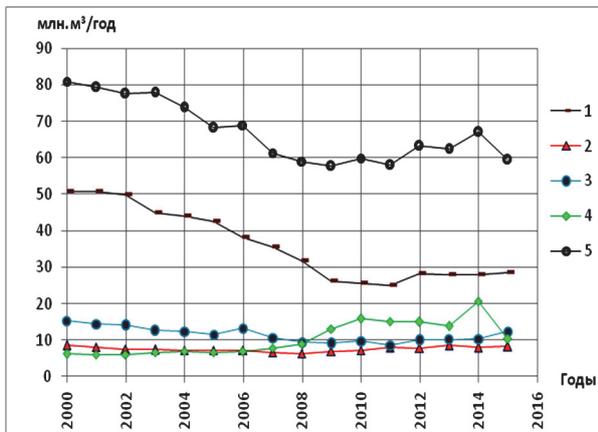
- 1 – загрязненной,
- 2 – нормативно-очищенной,
- 3 – без очистки;
- 4 – в поверхностные водные источники;
- 5 – общее водоотведение

**Рисунок 4 – Динамика водопотребления (а) и водоотведения (б) в бассейне реки Западная Двина за период с 2000 по 2015 гг.**

#### 4. Водосбор реки Западный Буг.

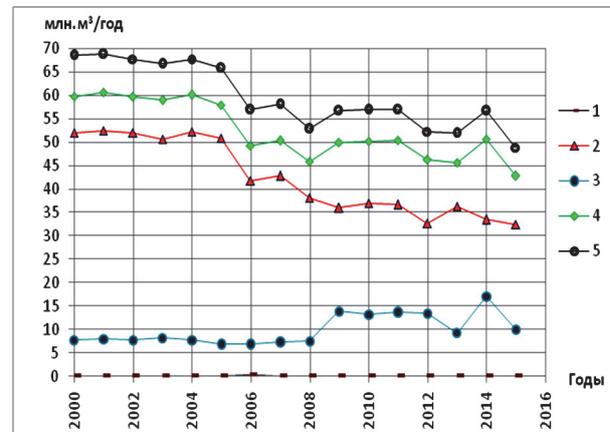
Река Западный Буг протекает по территории Украины, Беларуси и Польши. Исток реки находится на Подольской возвышенности, впадает в р. Нарев.

Основной анализ выполнен для периода 2000-2015 гг. Отчеты по водопотреблению и водоотведению представлены от 195 до 311 пользователями.



а

- 1 – хозяйственно-питьевое,
- 2 – сельскохозяйственное,
- 3 – промышленное;
- 4 – рыбо-прудовое;
- 5 – общее.



б

- 1 – загрязненной,
- 2 – нормативно-очищенной,
- 3 – без очистки;
- 4 – в поверхностные водные источники;
- 5 – общее водоотведение

**Рисунок 5 – Динамика водопотребления (а) и водоотведения (б) в бассейне реки Западный Буг за период с 2000 по 2015 гг.**

Значительный изменений в водозаборе за рассматриваемый период не произошло. Наблюдается некоторое уменьшение общего водозабора (в 1,2 раза), который в среднем составляет 74,8 млн. м<sup>3</sup>. Это происходит за счет уменьшения подземного водозабора почти в 1,5 раза. Использование поверхностных вод колеблется из года в год. Динамика водопотребления и водоотведения в бассейне р. Западный Буг за период с 2000 по

2015 гг. представлена на рисунок 5. Основную долю в структуре водопотребления имеет хозяйственно-питьевое водоснабжение (почти 50 %), хотя за рассматриваемый период уменьшилось в 1,8 раза. Использование воды на промышленное производство сократилось в 1,24 раза.

Водопотребление для целей сельскохозяйственного производства и орошения не имеет ярко выраженной тенденции и в среднем за 2000-2015 гг. равно 7,5 млн. м<sup>3</sup> и 1,7 млн. м<sup>3</sup> соответственно. Использование воды на рыбное прудовое хозяйство в бассейне реки Западный Буг к 2015 году увеличилось в 1,66 раза по сравнению с 2000 г. и занимает 17 % общего водопотребления.

Водоотведение сократилось в 1,4 раза (рисунок 5б). Сброс воды в поверхностные источники уменьшился в 1,03 раза и в среднем за 16 лет равно 59,6 млн. м<sup>3</sup>. Более 80 % сбросных вод попадает в поверхностные водные источники, из них 76 % – нормативно-очищенных, 23 % – вод без очистки и 1 % – загрязненных вод.

Безвозвратное водопотребление уменьшилось почти в 1,2 раза (с 26,2 млн. м<sup>3</sup> в 2000 г. до 22 млн. м<sup>3</sup>).

### Заключение

Современный этап использования водных ресурсов в Республике Беларусь характеризуется стабилизацией их потребления. В обозримом будущем в стране не следует ожидать значительного роста или падения водопотребления и существующие водные ресурсы в полной мере будут удовлетворять потребности всех отраслей экономики и требованиям экологического стока. Во всех крупных городах Республики Беларусь имеются очистные сооружения, однако, до сих пор существует проблема их реконструкции и углублении степени очистки биогенных элементов сбрасываемых сточных вод.

Водная стратегия Республики Беларусь разработанная на период до 2020 года позволит улучшить состояние поверхностных и подземных вод; обеспечить население, промышленность и сельское хозяйство водой надлежащего качества; уменьшить негативные последствия наводнений и засух; расширить использование водных объектов для рекреационных целей, ограничить трансграничный перенос загрязняющих веществ [5].

#### *Список использованных источников*

- 1 Природная среда Беларуси /под ред. В. Ф. Логинова Мн.: ООО «БИП-С», 2002.
- 2 Окружающая среда и природные ресурсы Республики Беларусь: Статистический сб. Минстат Республики Беларусь, НИИ статистики. Минск, 1995-2015 гг.
- 3 Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод. Минск: Минприроды Республики Беларусь, 1994-2015 гг.
- 4 Водные ресурсы, их использование и качество вод за 2000-2015 годы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cricuwr.by/gvk/>. – Дата доступа: 14.01.2014.
- 5 Водная стратегия Республики Беларусь на период до 2020 года. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [http://minpriroda.gov.by/ru/new\\_url\\_1649710582-ru](http://minpriroda.gov.by/ru/new_url_1649710582-ru).

УДК 556.5

В.С. Холоденко, доц., канд. геогр. наук; Косяк Д.С., доц., канд. геогр. наук,  
Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно, Украина

### СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЙ ВОДНОГО СТОКА РЕК

Изменения, происходящие в естественной среде и общественной сфере, влияют на водный сток рек. В случае уменьшения водных ресурсов под влиянием климатических изменений проблема водоснабжения хозяйственной сферы существенно обостряется. Также неверные стратегические концепции, принципы, методы и технологии расчетов приводят к ошибкам в сфере хозяйственного использования водных ресурсов, ухудшая экологическое, экономическое положение в стране, регионе и мире в целом.