

УДК 504.06+556+004.9

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАЛАНСА УЧАСТКОВ БАССЕЙНОВ РЕК**

**Мокин В.Б., д-р техн. наук, проф., советник Главы Госводагентства,  
Крыжановский Е.Н., канд. техн. наук, доцент,  
Ящолт А.Р., канд. техн. наук, доцент, Скорына Л.Н., аспирант,  
Винницкий национальный технический университет**

Одним из приоритетных заданий Госводагентства, как и его бассейновых и областных управлений водных ресурсов, является формирование долгосрочного прогноза водохозяйственных балансов (п. 27 Положения о Государственном агентстве водных ресурсов Украины, утвержденного Постановлением Кабинета Министров Украины от 20 августа 2014 г. № 393).

Приказ Министерства экологии и природных ресурсов Украины «Об утверждении Порядка разработки водохозяйственных балансов» от 26.01.2017 г. № 26 регламентирует порядок разработки водохозяйственных балансов. В этот приказ вошли результаты многолетних наработок в результате выполненных научно-исследовательских работ научно-исследовательской лабораторией экологических исследований и экологического мониторинга Винницкого национального технического университета (НИЛ ЭИЭМ ВНТУ) под руководством доктора техн. наук, проф. Мокина В.Б. [1-4], а также научно-исследовательских работ, выполненных в Киевском национальном университете имени Тараса Шевченко под руководством доктора геогр. наук, проф. Хильчевского В.К. и доктора геогр. наук, проф. Гребеня В.В.

Наибольший опыт по разработке водохозяйственных балансов, их автоматизации и внедрению на международном уровне, а также по их долгосрочному прогнозированию с учетом изменений климата и изменений в промышленном развитии региона, был получен в рамках компонента «Изменение климата и безопасность в бассейне реки Днестр» проекта «Изменение климата и безопасность в Восточной Европе, Центральной Азии и на Южном Кавказе», который выполнялся Европейской экономической комиссией ООН (ЕЭК ООН) и Организацией по безопасности и сотрудничеству в Европе (ОБСЕ) под эгидой инициативы «Окружающая среда и безопасность» (ENVSEC), при финансовой поддержке Инструмента стабильности Европейского Союза и Австрийского агентства развития [5].

Создание автоматизированной системы для расчета водохозяйственных балансов водохозяйственных участков района речного бассейна р. Днестр, расположенного в Республике Молдова, Польше и Украине, выполнялось в 3 этапа:

Этап 1. Сбор максимально детальных данных за 2010 г. для расчета всех составляющих водохозяйственных балансов – к этому процессу были привлечены эксперты из Украины (включая доктора геогр. наук, профессора Гребеня В.В.), Республики Молдова и Польши (2014–2016 гг.).

В результате выполнения работ удалось собрать или оценить данные по всем составляющим баланса для всех участков бассейна р. Днестр. Для автоматизации расчета баланса было принято решение создать компьютерную программу. Было разработано и утверждено техническое задание по созданию локальной версии такой программы, т.е. для одного персонального компьютера.

Этап 2. Создание учеными НИЛ ЭИЭМ ВНТУ первой версии системы для автоматизированного расчета и прогнозирования водохозяйственных балансов водохозяйственных участков района речного бассейна р. Днестр – локальной версии для одного персонального компьютера (2014 г.). Тестирование этой версии прошло в 6 (Винницкой, Ивано-Франковской, Львовской, Одесской, Тернопольской и Черновицкой) областях Украины. Также был проведен обучающий семинар в г. Кишинёв (20–22 октября 2015 года). После завершения семинара автоматизированную систему было установлено в соответствующих отделах агентства «Апеле Молдовой», Бассейнового водохозяйственного управления и Государственной гидрометеорологической службы Республики Молдова (2015 г.).

Тестирование программы на данных, прежде всего 2010 г., доказало ее эффективность и пригодность, однако, выявило ряд недостатков, которые относились в большей мере не к самой программе, а к техническому заданию на нее:

1) из-за того, что программа не была сетевой, был затруднен процесс оперативного обновления информации в базе данных разными ведомствами в странах и обмен данными между ними;

2) система выводила результаты в MS Excel, но в разных ведомствах стран использовались разные версии MS Office (2003, 2010, 2013). Более того, на большинстве компьютеров в Агентстве «Апеле Молдовой» и Госгидрометслужбе Республики Молдова были установлены румынские MS Windows и MS Office (не английские с румынской локализацией, а именно – румынские), что сделало невозможным использование разработанных англоязычных средств автоматизации формирования отчетов в MS Office.

В связи с вышеуказанным было разработано новое техническое задание на создание веб-системы для автоматизации ведения, расчета и прогнозирования водохозяйственного баланса бассейна реки Днестр (англ. "WMBD" – "Water Management Balance of Dniester"), которая имела бы весь функционал локальной версии, содержала бы данные 2010 г., но дополнительно к этому, давала бы возможность расчета баланса еще и на текущий год (по просьбе специалистов Госгидрометслужбы Республики Молдова).

Этап 3. Создание и внедрение веб-системы для автоматизации ведения, расчета и прогнозирования водохозяйственного баланса бассейна реки Днестр (2016–2017 гг.). Система доступна по веб-адресу <http://vb.dniester-basin.org/>.

Интерфейс веб-системы 4-язычный:  
- английский (по умолчанию);

- русский (по-русски поданы и все данные в системе, что является традиционным для трансграничных проектов в бассейне Днестра);

- румынский; и

- украинский.

В дополнение к веб-системе разработан проект регламента работы системы. Кроме этого, 22 декабря 2016 г. был проведен тренинг с участием специалистов Министерства окружающей среды Республики Молдова Агентства «Апеле Молдовой» и Днестровско-Прутского бассейнового управления водных ресурсов (Украина), представитель которого является администратором этой веб-системы. Администратору были выданы логин и пароль, позволяющие ему выдавать логины и пароли другим пользователям как из Республики Молдова, так и из Украины. Во время тренинга было осуществлено рабочее тестирование системы, разработаны дополнительные требования по ее совершенствованию, а также построены и выложены в открытый доступ ряд водохозяйственных балансов для основных участков бассейна р. Днестр.

После проведения тренинга веб-система была усовершенствована. На 13-й (заключительной) встрече молдавско-украинской рабочей группы по снижению опасности наводнений и адаптации к изменениям климата в рамках этого же проекта был одобрен «Регламент украинско-молдавского сотрудничества по управлению общей веб-системой для автоматизации ведения, расчета и прогнозирования водохозяйственного баланса бассейна реки Днестр». В данное время система находится в стадии внедрения. В Республике Молдова и Украине определяются ответственные за ее внедрение уже не на экспертном, а на ведомственном уровне.

Система предоставляет такие основные возможности для авторизованных пользователей:

- выбор таких параметров для расчета водохозяйственного баланса:
  - водохозяйственный участок;
  - период, за который учитываются данные стока при расчете кривых обеспеченности;
  - год, на который делается прогноз;
  - прогноз объемов использования водных ресурсов относительно 2010 г. (10-190%) на год, на который делается прогноз;
- выбор результатов расчетов для пересмотра: баланс для 50%, баланс для 75%, баланс для 95%, баланс с учетом изменений климата; баланс на выбранный год;
- просмотр результатов расчетов в табличном и графическом представлении с возможностью дальнейшего сохранения в формате pdf и добавления в архив, который будет доступен для просмотра в том числе и неавторизованным пользователями системы;

- просмотр, редактирование и добавление данных, необходимых для постройки баланса (только для авторизованных пользователей);
- средства администрирования системы: управление пользователями, данными архива и т.д. (только для администратора веб-системы);
- выбор языка интерфейса (английский, русский, украинский, румынский);
- получение детальных инструкций по работе с системой.

На рисунке 1 приведен общий вид интерфейса созданной веб-системы.

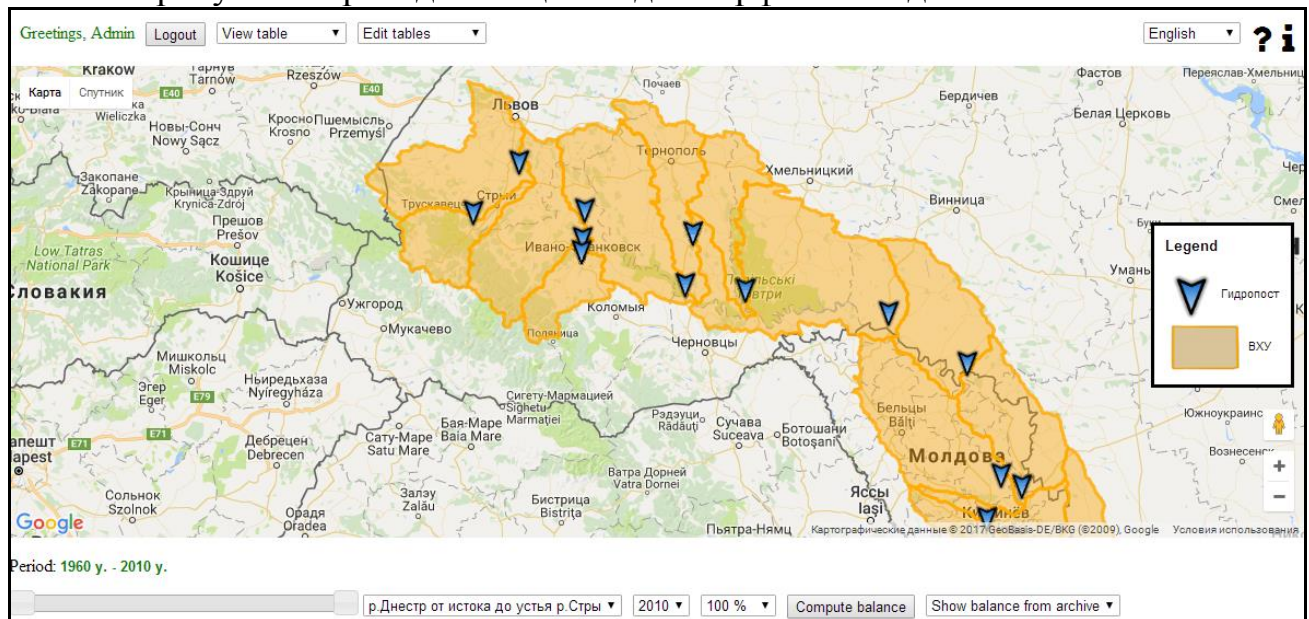


Рисунок 1 – Общий вид интерфейса веб-системы

В дальнейшем, в рамках нового проекта ПРООН/ОБСЕ/ЕЭК ООН «Содействие трансграничному сотрудничеству и комплексному управлению водными ресурсами в бассейне реки Днестр» при финансировании Глобального экологического фонда планируется выполнение и этапа 4, где кодирование и границы существующих водохозяйственных участков будут адаптированы к новому водохозяйственному районированию Украины (см. приказ Министерства экологии и природных ресурсов Украины от 03.03.2017 г. № 103 «Об утверждении границ районов речных бассейнов, суббассейнов и водохозяйственных участков»), сделана большая детализация водохозяйственного районирования (балансы будут строиться не для 16, а для ориентировочно 40 водохозяйственных участков бассейна Днестра), форма отчетности будет адаптирована к приказу Министерства «Об утверждении Порядка разработки водохозяйственных балансов» № 26 от 26.01.2017 г. (во время рассмотрения приказа в разработанную в проектах форму были внесены некоторые изменения).

Наработанный учеными НИЛ ЭИЭМ ВНТУ опыт создания и внедрения автоматизированной веб-системы построения водохозяйственных балансов водохозяйственных участков бассейнов рек может быть использован и для

других бассейнов рек Украины. В первую очередь, веб-системы целесообразно создать для речных бассейнов, где по заказу Госводагентства уже созданы локальные (на 1 персональный компьютер) автоматизированные системы для расчета водохозяйственного баланса [1-3]:

- суббассейн реки Припять (рис. 2);
- суббассейн реки Северский Донец (рис. 3);
- район бассейна реки Южный Буг (рис. 4).

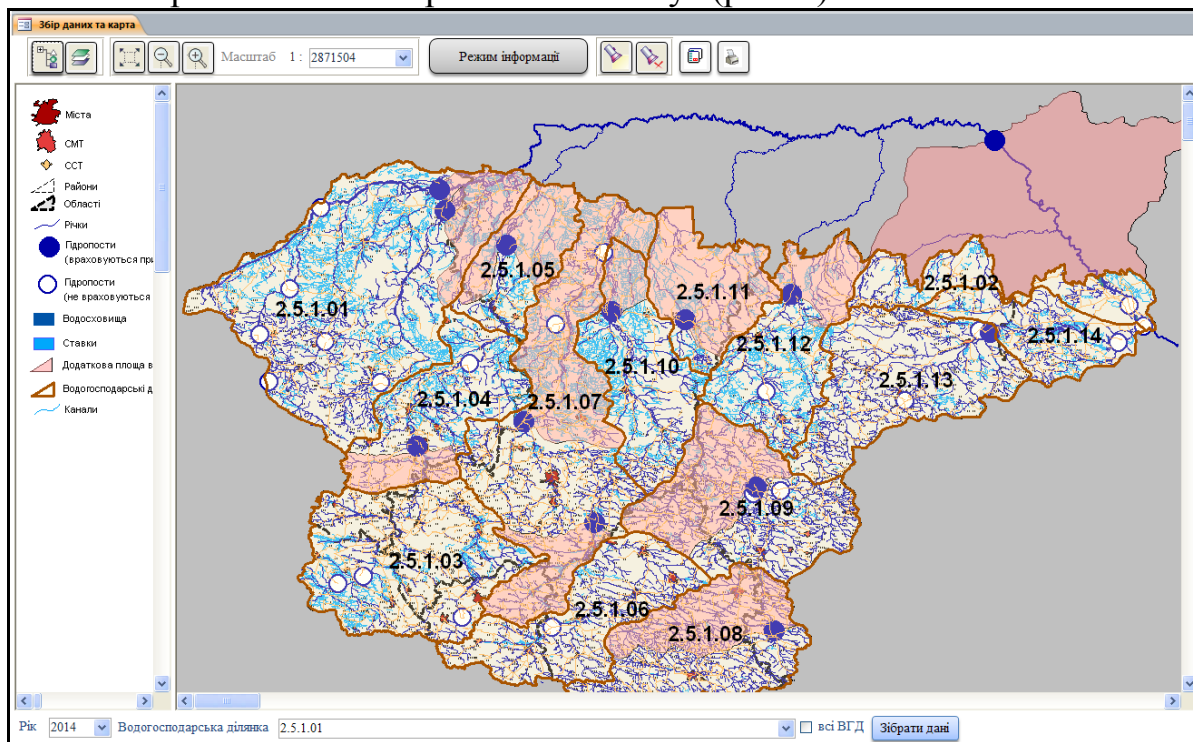


Рисунок 2 – Автоматизированная система расчета водохозяйственного баланса суббассейна р. Припять

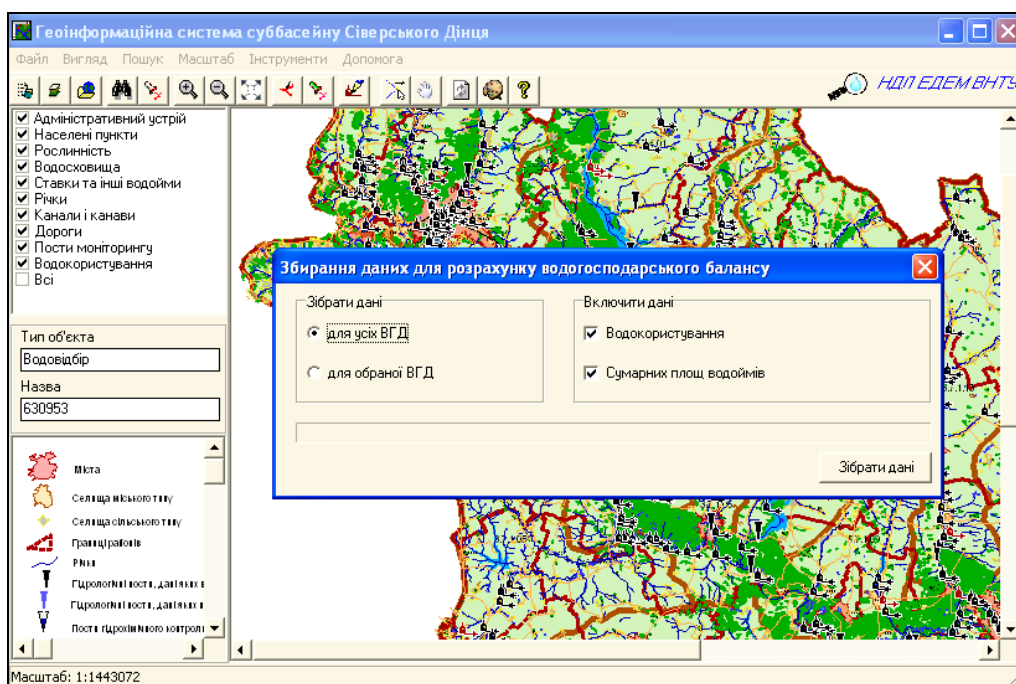


Рисунок 3 – Автоматизированная система расчета водохозяйственного баланса суббассейна р. Северский Донец

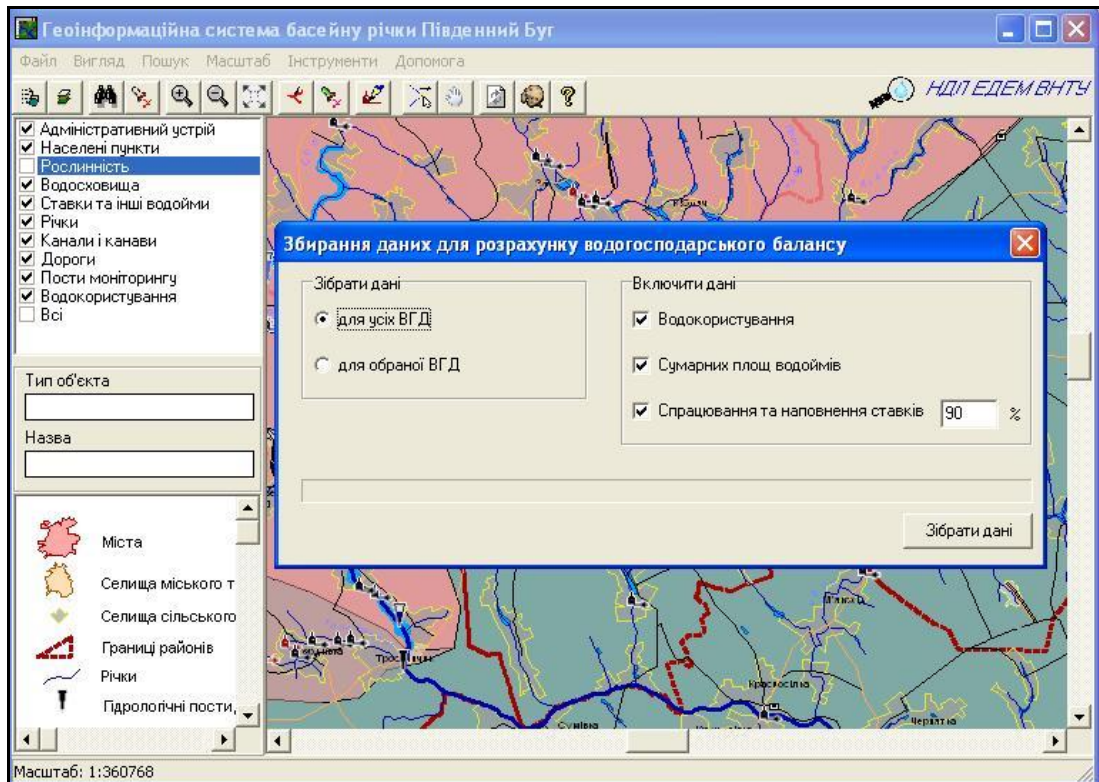


Рисунок 4 – Автоматизована система розрахунку водозаймального балансу району басейну річки Южний Буг

Подобные веб-системы могут быть созданы для всех областных и бассейновых управлений водных ресурсов Украины. Особенно быстро их можно создать для тех бассейнов рек и областей, для которых в ВНТУ уже созданы локальные автоматизированные геоинформационные системы для мониторинга состояния и управления водными ресурсами и гидротехническими сооружениями (рис. 5) [6, 7].



Рисунок 5. Бассейны рек и области Украины, где внедрены (2003–2014 гг.) созданные в НИЛ ЭИЭМ ВНТУ геоинформационные системы для мониторинга состояния и управления водными ресурсами и гидротехническими сооружениями

Более того, эти системы могут использоваться не только для расчета водохозяйственного баланса, а и как информационно-поисковые веб-системы по рекам, водохранилищам и прудам бассейна в разрезе административных областей, районов и сельсоветов, аналогично созданной в 2014 г. в НИЛ ЭИЭМ ВНТУ и внедренной тогда же в Николаевском областном управлении водных ресурсов информационно-поисковой веб-системы учета объектов водного фонда Николаевской области, в которой, правда, пока нет возможности расчета водохозяйственных балансов [8, 9].

Таким образом, во время создания веб-системы для автоматизации ведения, расчета и прогнозирования водохозяйственного баланса бассейна реки Днестр наработан ценный опыт, который может быть использован в бассейновых и областных управлениях водных ресурсов для создания веб-систем для расчета водохозяйственного баланса водохозяйственных участков районов речных бассейнов, которые позволят автоматизировано рассчитывать водохозяйственные балансы для различной обеспеченности стока и представлять результаты согласно утвержденным ответственными ведомствами форм.

## ЛІТЕРАТУРА:

1. Розробка моделі водогосподарського балансу району річкового басейну Південного Бугу: Звіт про НДР / В.Б. Мокін, Є.М. Крижановський та ін. / Вінниц. нац. техн. ун-т. — Київ, 2013.— 88 с. — 2845 (№ ДР 0113U005101) — Інв. № 0213U004246.
2. Розробка моделі водогосподарського балансу району річкового басейну Сіверського Дінця: Звіт про НДР / В.Б. Мокін, Є.М. Крижановський та ін. / Вінниц. нац. техн. ун-т. — Київ, 2015.— 98 с. — 2848 (№ ДР 0114U001879)
3. Розробка моделі водогосподарського балансу району річкового суббасейну Прип'яті : Звіт про НДР / В.Б. Мокін, Є.М. Крижановський та ін. / Вінниц. нац. техн. ун-т. — Київ, 2016.— 111 с. — 2851 (№ ДР 0116U004965).
4. Рациональное використання та відновлення водних ресурсів. Монографія / М.О. Клименко, В. Б. Мокін, І. І. Овчаренко, А. М. Прищепа та ін. [15 співавторів] / За заг.ред. Фещенка В.П. – Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2016. – 250 с.
5. Методика расчета водохозяйственного баланса и ее апробация на примере бассейна реки Днестр / В. Гребень, В. Мокин, Е. Крыжановский, Г. Беженару и др. [10 соавторов] // Сайт «United Nations Economic Commission for Europe» (UNECE). – 2016. – 42 с. – Режим доступа: <https://ehlm.unece.org/download/attachments/33619970/9Metodyka.pdf?version=1&modificationDate=1461993686547&api=v2>
6. Мокін В. Б. Розробка геоінформаційних систем для моніторингу та управління водними ресурсами та основними гідротехнічними спорудами Рівненської та Сумської областей / В. Б. Мокін, Є. М. Крижановський, О.В. Гавенко, Л. М. Скорина // Сборник докладов международной научно-технической конференции «Геоинформационные системы, компьютерные технологии эколого-экономического мониторинга, ГИСКТЭЭМ – 2014», 9 – 11 апреля 2014. – Днепропетровск: НГУ, 2014. – Режим доступа: [http://gis.dp.ua/conf2014/sections/gis/6\\_skorina.pdf](http://gis.dp.ua/conf2014/sections/gis/6_skorina.pdf)
7. Мокін В. Б. Створення і впровадження обласних геоінформаційних систем для моніторингу стану та управління водними ресурсами з використанням басейнового принципу / В. Мокін, Є. Крижановський, І. Варчук, Л. Скорина // Водне господарство України. – 2015. – № 3(117). – С. 39-44.
8. Мокін В. Б. Створення та впровадження геоінформаційної системи з основними даними про водні ресурси та даними моніторингу якості вод і водокористування Миколаївської області / В. Б. Мокін, С. М. Письменний М. О. Баранов, Є. М. Крижановський, О. В. Гавенко, Е. О. Коцюба, А. В. Брагін // Досягнення та перспективи розвитку водогосподарської галузі: до 100-річчя від дня народження М.А.Гаркуші – першого міністра меліорації і водного господарства України: Матеріали міжнародної наук.-практ. конф. 11-12 вересня 2014 р.; м. Київ. – К.: Державний інститут управління та економіки водних ресурсів, 2004. – С. 7-10.
9. Мокін В. Досвід створення інформаційно-пошукових систем для забезпечення доступу населення до даних про водні ресурси / В. Мокін, Ю. Гавриков, Є. Крижановський, О. Гавенко, Е. Коцюба // Водне господарство України. – № 2(110). – 2014. – С. 23-25.