



УДК 910.27

**О.В. Токарчук<sup>1</sup>, П.С. Лопух<sup>2</sup>, С.М. Токарчук<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>канд. геогр. наук, доц., доц. каф. географии и природопользования  
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

<sup>2</sup>д-р геогр. наук, проф., зав. каф. общего землеведения и гидрометеорологии  
Белорусского государственного университета

<sup>3</sup>канд. геогр. наук, доц., доц. каф. географии и природопользования  
Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина

## **КОНЦЕПЦИЯ ЭЛЕКТРОННОГО ЭКОЛОГО-ГИДРОГРАФИЧЕСКОГО АТЛАСА БЕЛОРУССКО-УКРАИНСКОГО ПОГРАНИЧЬЯ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ СБАЛАНСИРОВАННОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ**

*Разработана концепция электронного эколого-гидрографического атласа белорусско-украинского пограничья, заключающаяся в интеграции на основе ГИС-технологий межотраслевой информации для принятия решений по оптимизации использования водных ресурсов региона. Сформирована структура атласа, включающая разделы, посвященные: 1) выделенным структурам гидрографической сети и бассейнового строения региона; 2) основным природным средообразующим факторам; 3) основным факторам антропогенной нагрузки; 4) группировке водосборов и отдельных водных объектов, а также районированию региона по преобладающим видам антропогенных воздействий и степени потенциальной экологической опасности; 5) предложениям по рациональному использованию и охране поверхностных вод.*

### **Введение**

В настоящее время геоинформационные системы и созданные на их основе электронные картографические произведения нашли широкое применение. Достаточно актуально и востребовано создание гидроэкологических ГИС, которые имеют практическое применение в гидрологии и экологии (для управления водными ресурсами, обобщения результатов анализа качества вод, организации экологического мониторинга водных объектов и т.д.). Важным условием их создания является сбор и пространственная интерпретация информации о водных объектах и условиях их формирования. Особенностью водных объектов (рек, озер, каналов, водохранилищ) является наличие водосборных бассейнов, отличающихся пространственной неоднородностью, что усложняет задачу подобного моделирования.

Значительное количество русскоязычных научных работ по данной тематике опубликовано в журнале «ArcReview». К ним относятся работы, посвященные использованию современных ГИС-технологий при анализе техногенного загрязнения рек и озер, при проведении экологического мониторинга источников питьевого водоснабжения в бассейнах рек, ГИС-оценок и комплексного анализа экологической ситуации в пределах бассейнов рек, ГИС-анализа загрязнения водных объектов, системы расчетов нормативов допустимого воздействия на водные объекты в среде ГИС и др. Всего за период публикации газеты «ArcReview» вышло несколько десятков статей гидроэкологического направления, примерно половина которых посвящена исследованиям в бассейнах рек. Основные учреждения-разработчики данных проектов – УНЦ «ГИС технологии» Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета [1], Федеральное агентство водных ресурсов (г. Москва), Распределенный Информационно-аналитический Центр ИНТЕК-Украина (г. Киев), Институт географии имени В. Багратиони АН Грузии. Из работ белорусских ученых можно отметить опыт создания Атласа



экологических карт бассейнов рек (на примере бассейна р. Западной Двины) Белорусского научно-исследовательского центра «ЭКОЛОГИЯ» [2].

Основными проблемами создания гидроэкологических ГИС и электронной картографической продукции на их основе являются отсутствие статистической информации привязанной к бассейнам рек и условность выделения их границ. Использование же при проведении данных исследований административно-территориальных единиц затрудняет изучение реально существующих гидроэкологических (эколого-гидрологических) проблем. Еще больше задача усложняется в случае трансграничного характера объекта исследования.

### **Результаты исследования и их обсуждение**

Концепция электронного эколого-гидрографического атласа белорусско-украинского пограничья является результатом подготовки заявки на конкурс совместных проектов фундаментальных исследований Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований и Государственного фонда фундаментальных исследований Украины «БРФФИ – ГФФИУ – 2016» и основывается на современных представлениях об электронном атласном картографировании [3; 4], а также опыте ряда подобных работ.

Целью создания электронного эколого-гидрографического атласа белорусско-украинского пограничья является сбор, обработка, систематизация, хранение и оценка пространственных данных, характеризующих современное состояние и структуру гидрографической сети и бассейнового строения региона, а также наиболее важные с точки зрения формирования качества поверхностных вод аспекты природной, социально-экономической и экологической сред для проведения сбалансированного природопользования и управления водными ресурсами.

Основными задачами исследования являются: разработка концепции и формирование структуры электронного эколого-гидрографического атласа пограничья; перевод в цифровую форму картографических изображений; формирование атрибутивных и графических баз данных территории исследования; компьютерная обработка данных и создание синтетических эколого-гидрографических карт белорусско-украинского пограничья; интеграция отраслевых потоков данных в единую систему географической информации (электронный эколого-гидрографический атлас исследуемой территории).

Актуальность заявленного исследования заключается в разработке методики создания электронного эколого-гидрографического атласа трансграничных бассейновых структур на базе геоинформационной системы (ГИС) и её апробирования на примере белорусско-украинского пограничья.

Белорусско-украинское пограничье можно определить как территорию, которая примыкает к общему участку государственной границы Беларуси и Украины. Очевидно, что в территориальном плане его можно определять по-разному: как совокупность административно-территориальных единиц, выходящих к общей границе (таблица 1), как совокупность ландшафтов трансграничного простираения и т.д. Однако с точки зрения управления водными ресурсами белорусско-украинское пограничье можно представить как совокупность бассейновых структур, которые имеют трансграничное положение (таблица 2). Таким образом, формирование общего стока в таких структурах происходит одновременно на территории и Беларуси, и Украины и требует комплексного изучения. Для объединения разнородной информации в разрезе трансграничных бассейновых структур необходимо провести совместные с украинской стороной научные исследования.



Учитывая определенный научно-практический задел авторов проекта с белорусской стороны, заявленные цель и задачи исследования представляются вполне выполнимыми. Руководитель проекта имеет научно-практический задел в физической географии, геоэкологии и экологическом картографировании, опыт изучения факторов формирования поверхностных вод речных бассейнов, анализа структур гидрографической сети и бассейнового строения освоенных в хозяйственном отношении территорий с антропогенно-преобразованной гидрографической сетью [5–7].

Таблица 1. – Административно-территориальные единицы белорусско-украинского пограничья

Страна	Область	Район	Площадь, км <sup>2</sup>
Беларусь	Брестская	Брестский	1 544
		Малоритский	1 374
		Кобринский	2 040
		Дрогичинский	1 855
		Ивановский	1 551
		Пинский	3 253
		Столинский	3 342
	Гомельская	Лельчицкий	3 221
		Ельский	1 366
		Наровлянский	1 589
		Хойникский	2 028
		Брагинский	1 960
		Лоевский	1 046
		Гомельский	1 956
		Добрушский	1 453
		Украина	Волинская
Ратновский	1 437		
Любешовский	1 450		
Ровенская	Заречненский		1 442
	Дубровицкий		1 820
	Рокитновский		2 350
Житомирская	Олевский		2 248
	Овручский		3 200
	Народичский		1 284
Киевская	Полесский		1 288
	Иванковский		3 616
Черниговская	Черниговский		2 547
	Репкинский		2 085
	Городнянский	1 566	

Авторы проекта участвовали в изучении и картографировании водных ресурсов и условий их формирования, разработке региональных и локальных ГИС эколого-гидрографической направленности, имеют опыт работы в различных ГИС-средах (ArcView GIS 3.2, ArcGIS 9.0) [8–11]. Ими были собраны материалы по состоянию водных объектов примыкающей к границе части белорусского Полесья.

Украинская сторона проекта представлена Национальным университетом биоресурсов и природопользования Украины (научный руководитель проекта – И.П. Коваль-



чук). Ею собран значительный фактический материал об условиях формирования поверхностных вод и состоянии водных объектов украинского Полесья [13; 14].

В ходе разработки проекта белорусской стороной была разработана содержательная часть концепции электронного эколого-гидрографического атласа белорусско-украинского пограничья (обоснована структура атласа, выбраны и обоснованы программные и аппаратные средства, определен план проведения исследования).

Таблица 2. – Основные трансграничные бассейновые структуры белорусско-украинского пограничья

Название	Положение в структуре гидрографической сети	Тип структуры
Бассейн р. Тетева	Правый приток р. Снов	Белорусско-украинский <sup>1</sup>
Бассейн р. Терюха	Левый приток р. Сож	Украинско-белорусский <sup>2</sup>
Пограничный участок р. Сож		Белорусско-украинский
Бассейн р. Немылья	Левый приток р. Сож	Белорусско-украинский
Пограничный участок р. Днепр		Белорусско-украинский
Бассейн р. Несвич	Правый приток р. Брагинка	Украинско-белорусский
Трансграничный участок р. Брагинка от впадения р. Несвич		Белорусско-украинский
Бассейн р. Илья	Левый приток р. Уж	Белорусско-украинский
Трансграничный участок р. Припять от впадения р. Желонь до впадения р. Уж		Белорусско-украинский
Бассейн р. Желонь	Правый приток р. Припять	Украинско-белорусский
Бассейн р. Словечна	Правый приток р. Припять	Украинско-белорусский
Бассейн р. Уборть от впадения р. Перга до впадения кан. Жмурнянский	Правый приток р. Припять	Украинско-белорусский
Бассейн р. Ствига до впадения кан. Плав	Правый приток р. Припять	Украинско-белорусский
Бассейн р. Льва до впадения р. Лесовая Речка (включая её бассейн)	Левый приток р. Ствига	Украинско-белорусский
Бассейн р. Горынь от впадения канала у д. Высоцк до оз. Виры	Правый приток р. Припять	Украинско-белорусский
Бассейн р. Стырь от р. Простыть до впадения мелиоративной системы у д. Ласицк	Правый приток р. Припять	Украинско-белорусский
Бассейн р. Простырь	Правый приток р. Припять	Украинско-белорусский

Примечание: <sup>1</sup> – сток направлен на территорию Украины, <sup>2</sup> – сток направлен на территорию Беларуси.

Научная идея (гипотеза) проекта заключается в объединении на основе ГИС-технологий разнообразной и разнородной информации о природных и антропогенных факторах трансграничных бассейновых структур в целостную объективную картину, отражающую остроту или напряженность экологической ситуации на отдельных водосборах и применительно к отдельным водным объектам. Собственно реализация идеи проекта заключается в разработке структуры и создании эколого-гидрографического атласа белорусско-украинского пограничья.

Для рассматриваемой территории такая идея является новой, так как направлена на изучение экологического состояния трансграничных бассейновых структур, которые до этого рассматривались в разрезе их национальных (белорусской и украинской час-



тей). Ее реализация создает основу для выработки предложений по рациональному использованию и охране поверхностных вод белорусско-украинского пограничья.

Исследование предполагает создание на основе ГИС-технологий электронного эколого-гидрографического атласа белорусско-украинского пограничья для целей сбалансированного природопользования и управления водными ресурсами как результата выполнения следующих этапов работы:

1. Выделение трансграничных структур гидрографической сети и бассейнового строения региона: применение картографического метода исследований – использование общегеографических карт масштаба 1:100 000 и данных дистанционного зондирования Земли, создание электронной модели гидрографической карты белорусско-украинского пограничья (совместно с зарубежными партнерами).

2. Характеристика основных природных средообразующих факторов в пределах трансграничных бассейновых структур: рельеф, климат, сток рек и их гидрологический режим, типы растительности и почвы; использование картографического и справочного материала, литературных источников (отдельно каждой стороной).

3. Анализ основных факторов антропогенной нагрузки в пределах трансграничных бассейновых структур и определение их количественных характеристик: использование картографического и справочного материала, литературных источников (отдельно каждой стороной).

4. Картографирование выявленных природных и антропогенных факторов в разрезе единиц исследования, создание базы данных эколого-гидрографических характеристик трансграничных бассейновых структур (отдельно каждой стороной).

5. Составление матрицы характеристик природных факторов и антропогенной нагрузки трансграничных бассейновых структур в абсолютных и относительных (балльных) показателях и проведение геоэкологической оценки отдельных водосборов и водных объектов (совместно с зарубежными партнерами).

6. Группировка водосборов и отдельных водных объектов, а также районирование белорусско-украинского пограничья по преобладающим видам антропогенных воздействий и степени потенциальной экологической опасности (совместно с зарубежными партнерами).

7. Обоснование предложений по рациональному использованию и охране поверхностных вод белорусско-украинского пограничья, изучение перспектив дальнейшего развития и практического использования полученных результатов (отдельно каждой стороной).

Заявленные этапы работы в целом соответствуют предполагаемой структуре атласа следует отметить, что все существующие в данный период времени на территории Республики Беларусь региональные ГИС ограничиваются государственной границей, функционируют разрозненно и решают узкие отраслевые задачи, в то время как для принятия решений по оптимизации использования какого либо из видов природных ресурсов определенной трансграничной территории необходима полная (по всем национальным частям территории) межотраслевая информация.

Итогом выполнения проекта может стать принципиально новый алгоритм создания электронного эколого-гидрографического атласа белорусско-украинского пограничья, а также наглядные и пространственно визуализированные предложения по рациональному использованию и охране поверхностных вод.

Научная значимость результатов исследования заключается в том, что в них впервые раскрыто экологическое состояние трансграничных бассейновых структур территории белорусско-украинского пограничья – региона активного и неоднородного хо-





зайтвенного освоения, расположенного в разнородных физико-географических условиях. Практическая значимость предполагаемых результатов обусловлена их востребованностью на локальном и региональном административных уровнях в практике сбалансированного природопользования и управления водными ресурсами. Результаты работы могут стать основой развития нового направления в отечественной практике геоэкологического картографирования.

### **Заклучение**

Планируемые результаты исследования могут быть востребованы на локальном и региональном уровнях для обоснования проектов природоохранных мероприятий, направленных на улучшение состояния поверхностных вод белорусско-украинского пограничья. При этом основными преимуществами создания и использования электронного эколого-гидрографического атласа исследуемой территории являются:

- 1) практически бесплатное тиражирование;
- 2) обеспечение оперативного отображения на картах меняющейся ситуации, обновление атласа;
- 3) возможность сопровождения отдельных карт графиками, таблицами, текстами;
- 4) автоматизация процесса классификации и выявления объектов и систем, инвариантных в пространственно-временном отношении;
- 5) использование полученных данных для информирования государственных и общественных организаций и населения о состоянии окружающей среды.

Эколого-гидрографический атлас белорусско-украинского пограничья может быть использован:

- 1) в деятельности органов государственного управления в области природопользования и охраны окружающей среды при разработке территориальных комплексных схем охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов;
- 2) в деятельности научных учреждений при проведении исследований по биосферно-совместимому природопользованию, в ходе осуществления мониторинга природной среды, при разработке и реализации региональных проектов в сфере охраны природы.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Алексеев, В. В. Геоинформационная система мониторинга водных объектов и нормирования экологической нагрузки / В. В. Алексеев, Н. И. Куракина, Н. В. Орлова // *ArcReview*. – 2006. – № 1 (36). – С. 9.
2. Высоченко, А. В. Опыт создания Атласа экологических карт бассейнов рек / А. В. Высоченко, Ж. А. Капилевич // *ArcReview*. – 2003. – № 1 (24). – С. 22.
3. Геоэкологическое картографирование / Б. И. Кочуров [и др.] ; под ред. Б. И. Кочурова. – М. : Академия, 2009. – 192 с.
4. Стурман, В. И. Экологическое картографирование / В. И. Стурман. – М. : Аспект Пресс, 2003. – 251 с.
5. Токарчук, О. В. Комплексная оценка экологического состояния малых водосборов трансграничной части бассейна реки Западный Буг / О. В. Токарчук, С. М. Токарчук // *Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі*. – 2010. – № 1. – С. 120–128.
6. Токарчук, О. В. Электронный эколого-гидрографический атлас Брестской области / О. В. Токарчук, Е. В. Трофимчук // *Вуч. зап. Брэсц. ун-та*. – 2015. – Вып. 11. – Ч. 2. Прыродазн. навукі. – С. 115–124.



7. Токарчук, О. В. Анализ условий формирования поверхностных вод урбанизированных территорий (на примере центральной части г. Бреста) / О. В. Токарчук, Д. В. Хоменко // Псков. регионолог. журн. – 2015. – № 23. – С. 33–50.
8. Гидрографическая карта. Гидрологическое районирование. Сток. Озерность Беларуси / П. С. Лопух [и др.] // География Беларуси. 10 класс : атлас. – Минск : Белкартография, 2009. – С. 16–17.
9. Лопух, П. С. Влияние атмосферной циркуляции на гидрологический режим рек Беларуси / П. С. Лопух, И. С. Партасёнок. – Минск : БГУ, 2013. – 216 с.
10. Токарчук, С. М. Опыт создания гидроэкологической геоинформационной системы речного бассейна (на примере трансграничной части бассейна реки Западный Буг) / С. М. Токарчук, О. В. Токарчук // Вуч. зап. Брэсц. ун-та. – 2009. – Вып. 5. – Ч. 2. Прыродазн. навукі. – С. 157–165.
11. Токарчук, С. М. Методические основы создания региональных электронных эколого-географических атласов / С. М. Токарчук, О. В. Токарчук, Е. В. Трофимчук // Псков. регионолог. журн. – 2015. – № 22. – С. 95–110.
12. Токарчук, О. В. Направления микрорегиональных эколого-гидрографических исследований (на примере Берёзовского района Брестской области) / О. В. Токарчук, С. М. Токарчук, О. И. Новик // Псков. регионолог. журн. – 2016. – № 26. – С. 32–47.
13. Ковальчук, И. П. Методология и опыт ландшафтно-лимнологических исследований озёрно-бассейновых систем Украины / И. П. Ковальчук, В. А. Мартынюк // География и природные ресурсы. – 2015. – № 3. – С. 182–190.
14. Ковальчук, И. П. Гідроекологічний стан басейну Західного Бугу і тенденції його зміни / І. П. Ковальчук // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. географ. – 1998. – Вип. 21. – С. 3–7.

Рукапіс паступіў у рэдакцыю 03.10.2016 г.

***Tokarchuk O.V., Lopuh P.S., Tokarchuk S.M. Conception of Ecological-Hydrographical Atlas of Belarusian-Ukrainian Transboundary Part for the Balanced Nature and Water Resources Management***

*The article describes the concept of electronic ecological-hydrographical atlas of Belarusian-Ukrainian transboundary part, consisting in integration on the basis of GIS-technologies of intersectoral information is developed for decision-making on optimization of use of water resources of the region. The structure of the atlas includes 5 sections: 1) structures of a hydrographic network and basin structure of the region, 2) the main natural factors forming the environment, 3) main factors of anthropogenous loading, 4) group of reservoirs and separate water objects, and also division into districts the region by prevailing types of anthropogenous influences and degree of potential ecological danger, 5) offers on rational use and protection of a surface water of the Brest region.*