

**Н.С. Лобода, д.геогр.н., В.В. Пилипюк, асп.**  
*Одеський державний екологічний університет*

## **ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕК ПСЕЛ И ВОРСКЛА ПО УРОВНЮ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОД В ТРАНСГРАНИЧНОЙ ЗОНЕ «РОССИЯ - УКРАИНА»**

*Дана оценка антропогенной нагрузки на экологическое состояние рек Псел и Ворскла в трансграничной зоне Россия - Украина, а также в пределах водосборов. Установлено, что водопользование в российской части водосбора р. Ворскла значительно ухудшает экологию реки.*

**Ключевые слова:** антропогенная нагрузка, водно-ресурсный потенциал, трансграничная зона, водосбор.

**Введение.** Актуальность работы обусловлена необходимостью оценки водно-ресурсного потенциала, а также экологического состояния трансграничных вод Украины [1], среди которых значительное место занимает р.Днепр. В 1999 году был создан совет по экологическим проблемам Днепра. Усилия – Белоруссии, Украины и Российской федерации, объединились для подготовки и выполнения международной программы «Экологическое оздоровление Днепра» в 1995 году. В рамках программ UNDP/GEF, а также JDRC (Канада) заложены теоретические основы создания бассейновой информационной системы реки Днепр.

**Постановка проблемы.** Реки Псел и Ворскла находятся в трансграничной зоне Россия-Украина. Верхняя часть р. Псел находится в пределах Курской области России, р.Ворскла – Белгородской. Общее число гидрологических постов, находящихся на водосборе р. Псел, равно 12, из них в пределах России - два. Из 9 гидрологических постов, действующих в пределах водосбора р. Ворскла, на российской территории находится три (рис.1).

Расстояние по длине реки Псел между ближайшими водосборами, расположенными по обе стороны границы, равно 108 км, а по р.Ворскла – 93 км (табл.1). При переходе от территории России к Украине площадь водосбора увеличивается в 1,6 раза для р. Псел и в 3,09 раза - для реки Ворскла. Объем годового стока возрастает в 1,56 раза для р.Псел и 2,9 раза - для реки Ворскла.

Верховья рек Псел и Ворскла находятся в пределах Курской магнитной аномалии, запасы железной руды которой на 2000 год составляли 10 млн. тонн. Наиболее значительное месторождение, находящееся на территории России - Михалковское, содержит до 400 млн. тонн руды (58% железа). Таким образом, значительная часть переработанной железной руды и других, сопутствующих отходов предприятий тяжелой промышленности, может поступать в трансграничную зону рассматриваемых рек.

По данным сводного отчета международной программы «Экологическое оздоровление Днепра», начавшейся в 1995 году, основную часть переносимых через границу химических веществ составляют сульфаты, хлориды, азот минеральный, фосфор и железо (табл.2).

Значительная количество источников загрязнения сосредоточено на украинской части территории рассматриваемых водосборов, где находится около 300 месторождений нефти и газа, добыча которых стабилизировалась на уровне 2,0 млн. т/год. Добыча ископаемых углеводородов носит рассредоточенный характер [4-7].

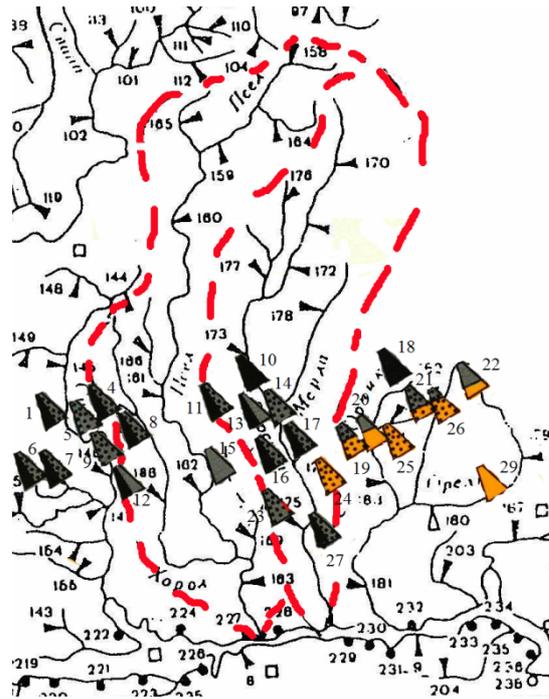
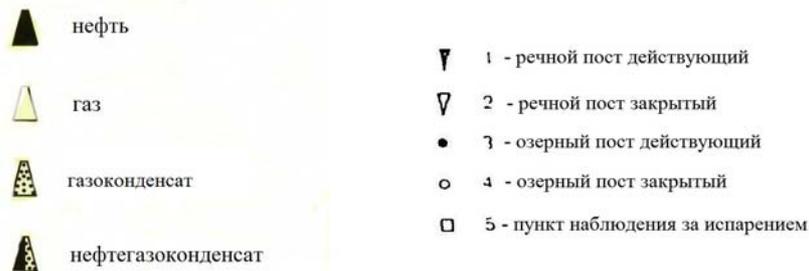


Рис. 1 – Карта-схема расположения гидрологических постов [2] с указанием основных нефтегазоместорождений [3] (пунктиром нанесены границы водоразделов).



### Месторождения полезных ископаемых

1 - Талалаевское	9 - Рудивско-Краснозаводское	17 - Матвеевское	25 - Медведивское
2 - Малодевицкое	10 - Бугруватовское	18 - Юлевское	26 - Ефремовское
3 - Прилуцкое	11 - Кочановское	19 - Розпашневское	27 - Руденкивское
4 - Анастасиевское	12 - Яблочное	20 - Западно-Христищенское	28 - Макеевское
5 - Коржовское	13 - Рыбальское	21 - Мелехивское	29 - Багайское
6 - Лесякивское	14 - Котеливское	22 - Шебелинское	30 - Лобачевское
7 - Гнидицивское	15 - Комышенское	23 - Абазовское	31 - Кондрашевское
8 - Глинско-Розышевское	16 - Опышнянское	24 - Машевское	

По отчетам международной программы «Экологическое оздоровление Днепра» (табл. 3,4) установлено, что воды рек Псел и Ворскла используются для хозяйственно - питьевого водоснабжения, причем этот вид потребления воды на территории Украины в 7 раз превышает объемы потребления на территории России. Для реки Псел одним из основных потребителей воды является промышленность. На территории России использованные воды сбрасываются в поверхностные водотоки практически не очищенными (табл.4). На территории Украины очистке подлежат 77% сбрасываемых вод в реку Псел и около 90% - в реку Ворскла. Значительные объемы воды сбрасываются в реку Псел производственным объединением «Химпром», расположенным в городе Сумы (табл.5). На реке Ворскла забор воды производится для предприятий нефтегазодобывающей промышленности (город Ахтырка).

Таблица 1 - Характеристики гидрологических постов трансграничной зоны

№ по карте	Река- пост, страна	Площадь водосбора, км <sup>2</sup>	Расстояние от устья, км	Средняя многолетняя величина годового стока, млн. м <sup>3</sup>
159	р. Псел-с.Крупец, Россия	4700	564	492
160	р. Псел – г. Сумы, Украина	7770	456	769
163	р. Псел – с. Запселье, Украина	1600	36	22400
172	р. Ворскла – с.Козинка, Россия	1870	348	171
173	р. Ворскла – с. Чернетчина, Украина	5790	255	498
175	р. Ворскла – г. Кобеляки, Украина	1020	47	13500

Таблица 2 – Массоперенос загрязняющих веществ через границу Российская федерация – Украина (т/год)

Показатели	Псел	Ворскла
Взвешенные вещества	8168	2556
Сульфаты	47142	16004
Хлориды	20962	15192
ХПК	12446	2820
БПК <sub>5</sub>	1459	445,5
Нефтепродукты	30,87	14,50
Фенолы	0,774	0,510
СПАВ	49,62	4,535
Азот мин.	604,1	188,8
Фосфор общий	267,7	62,74
Железо общее	95,89	54,82
Медь	2,506	0,486
Цинк	11,73	1,376
Cr <sup>6+</sup>	1,122	0,200

Город Сумы, расположенный на берегах р. Псел, относится к числу населенных пунктов с неблагоприятными экологическими условиями, которые создаются в результате сбросов неочищенных промышленных вод в русло реки. Значительные по объемам сбросы способствуют поступлению в воду таких токсических веществ как

фтор, титан и мышьяк [3]. В створе р. Псел - г. Сумы объем сбросов промышленных предприятий составляет в среднем 64 млн. м<sup>3</sup> в год.

Таблица 3 – Использование воды (млн. м<sup>3</sup>)

Страна	Хозяйственно - питьевое водоснабжение	Производство	Орошение	Сельскохозяйственное водоснабжение
р. Псел				
Россия	5,16	2,01	-	4,61
Украина	35,30	22,50	0,319	13,34
р. Ворскла				
Россия	3,12	2,9	-	2,26
Украина	34,68	9,47	-	7,268

Таблица 4 – Сброс сточных вод в поверхностные водотоки (млн. м<sup>3</sup>)

	Всего	Загрязненные воды	Нормативно очищенные воды
р. Псел			
Россия	14,55	0,02	0,88
Украина	74,54	7,449	57,50
р. Ворскла			
Россия	12,64	0,67	-
Украина	33,98	2,941	30,74

Город Полтава, являющийся областным центром, оказывает еще большее антропогенное воздействие: твердые отходы промышленных предприятий составляют здесь 122 млн. т в год [3].

На территории России в пойме р. Ворскла находится шламохранилище горнорудной промышленности с площадью 14 км<sup>2</sup>, которое загрязняет окружающую территорию, вызывает засоление и заболачивание прилегающих земель, обеспечивает поступление загрязняющих веществ в перспективный аллювиальный водоносный горизонт, непосредственно связанный с р.Днепр. В пределах Полтавской области в настоящее время создано 366 полигонов складирования бытовых отходов.

**Целью работы** является определение степени антропогенного влияния на водные объекты на основе показателей антропогенной нагрузки для российской и украинской частей водосборов р.Ворскла и Псел.

**Материалы и методы.** Основными информационными характеристиками формирования экологического состояния рек являются величины заборов и сбросов объемов воды, а также величины стока, которые преобразуются в количественные показатели, названные характеристиками антропогенной нагрузки [8]:

а) показатель использования стока реки ( $g_{pc}$ , %)

$$g_{pc} = \frac{W_{заб} + W_{сб}}{W_{ф} + W_{с}} 100; \quad (1)$$

б) показатель безвозвратного водопотребления ( $g_{бс}$ , %):

$$g_{бс} = \frac{W_{заб} + W_{в} + W_{с}}{W_{ф}} 100; \quad (2)$$

в) показатель поступления сточных вод в речную систему ( $g_{нс}$ , %):

$$g_{нс} = \frac{W_{с}}{W_{ф}} 100; \quad (3)$$

г) показатель сброса загрязненных вод в реку ( $g_{сб}$ , %):

$$g_{сб} = \frac{W_{зв}}{W_{ф}} 100, \quad (4)$$

где  $W_{заб}$  - объём воды, который забирается из реки (млн. м<sup>3</sup>);

$W_{в}$  - объём потерь речного стока благодаря отбору подземных вод, которые гидравлически связаны с речной системой (млн. м<sup>3</sup>);

$W_{ф}$  - фактический объём стока реки (млн. м<sup>3</sup>);

$W_{с}$  - объём сброса воды в речную систему (млн. м<sup>3</sup>);

$W_{сб}$  - объём сброса загрязненных вод (млн. м<sup>3</sup>).

Рассмотренные первичные показатели ( $g_i$ ) трансформируют в простые оценочные баллы с помощью специальной шкалы и на их основе рассчитывается сложный балл использования водных ресурсов [8]

$$K_{рс} = \sum_{i=1}^n f_i I_i, \quad (5)$$

где  $K_{рс}$  – комплексный показатель использования водных ресурсов;

$f_i$  – весовые коэффициенты, отражающие вклад того или иного вида использования водных ресурсов на экологическое состояние реки;

$I_i$  – значение отдельных показателей использования водных ресурсов рек.

На основании отдельных характеристик реки рассчитывается комплексный показатель, а потом по шкале сложных баллов устанавливается состояние использования её водных ресурсов.

Исходными материалами для расчетов были данные гидрометеорологической сети (о величине стока), а также сводные характеристики об использовании вод, приведенные в отчетах по программе “Экологическое оздоровление Днепра” (табл.5)

**Обсуждение результатов.** В соответствии с выражениями (1 – 4), на 2003 - 2007 были оценены показатели антропогенной нагрузки для российской (табл. 6,7,9,10) и украинской (табл. 8,11) частей водосборов рр. Псел и Ворскла по данным.

На основе установления в виде баллов антропогенной нагрузки выполнена оценка показателей экологического состояния рек Псел и Ворскла. При этом степень антропогенного воздействия рассчитывалась с использованием информации о

водопользовании как на российской, так и на украинской частях водосборов.

Таблица 5 – Сведения об использовании водных ресурсов рек Псел и Ворскла

Виды использования	Объемы использования вод, млн. м <sup>3</sup>			
	Россия		Украина	
	Псел	Ворскла	Псел	Ворскла
Объем воды, забираемый из реки( $W_3$ )	26,01	21,25	88,09	61,93
Объем потерь годового стока, вследствие забора подземных вод( $W_B$ )	12,04	10,2	67,06	52,65
Фактический объем годового стока реки( $W_{\Phi}$ )	492	171	1600	1020
Объем сброса воды в речную систему( $W_C$ )	14,55	12,67	74,54	33,98
Объем сброса загрязненных вод в речную систему( $W_{3B}$ )	0,02	0,67	7,44	2,94

При оценке экологического состояния р. Псел использовались данные о водности реки, основанные на измерении стока в створах: р. Псел – с. Крупец, р. Псел – г. Сумы, р. Псел – с. Запселье.

Экологическое состояние р. Псел в створе с. Крупец (Россия) оценивается как удовлетворительное и хорошее (табл.6). В дальнейшем за счет увеличения водности от с. Крупец до г. Сумы экологическое состояние р. Псел улучшается (табл.7). Однако антропогенная нагрузка на территории Украины продолжает возрастать особенно за счет сброса сточных вод (табл.8). В свою очередь увеличение притока воды по мере возрастания водосборной площади замедляет процесс загрязнения и экологическое состояние реки остается преимущественно хорошим.

Таблица 6 – Показатели экологического состояния р. Псел в створе с. Крупец по характеристикам антропогенной нагрузки.

Характеристика использования водных ресурсов	Количественная и качественная характеристика состояния			Взвешенные коэффициенты $f_i$
	$g_i, \%$	$Y_i$ , баллы	состояние	
Использование сточных вод	7,5	1	удовлетворительное	0,1
Безвозвратное водопользование	4,78	3	хорошее	0,2
Поступление сточных вод	2,95	3	хорошее	0,3
Сброс загрязненных вод	0,004	3	хорошее	0,4

При оценке экологического состояния р. Ворскла использовались данные о водности реки, основанные на измерениях стока в створах: р. Ворскла – с. Козинка, р. Ворскла – с. Чернетчина, р. Ворскла – г. Кобеляки.

Экологическое состояние р. Ворскла, определяемое по количественным показателям антропогенной нагрузки, значительно хуже, чем для р. Псел. Наибольшим по величине оказывается показатель использования стока реки  $g_{рс}$ , который для российской части водосбора р. Ворскла имеет наибольшее значение – 17,2%. В отличие от р. Псел значительные объемы сбрасываемых вод поступают в реку неочищенными (особенно в российской части водосбора).

Таблица 7 – Показатели экологического состояния р. Псел в створе г. Сумы по характеристикам антропогенной нагрузки.

Характеристика использования водных ресурсов	Количественная и качественная характеристика состояния			Взвешенные коэффициенты $f_i$
	$g_i, \%$	$Y_i$ , баллы	состояние	
Использование сточных вод	4,86	3	хорошее	0,1
Безвозвратное водопользование	3,5	3	хорошее	0,2
Поступление сточных вод	1,89	3	хорошее	0,3
Сброс загрязненных вод	0,003	3	хорошее	0,4

Таблица 8 – Показатели экологического состояния р. Псел в створе с. Запселье по характеристикам антропогенной нагрузки.

Характеристика использования водных ресурсов	Количественная и качественная характеристика состояния			Взвешенные коэффициенты $f_i$
	$g_i, \%$	$Y_i$ , баллы	состояние	
Использование сточных вод	7,42	1	удовлетворительное	0,1
Безвозвратное водопользование	3,85	3	хорошее	0,2
Поступление сточных вод	3,56	3	хорошее	0,3
Сброс загрязненных вод	0,36	3	хорошее	0,4

Таблица 9 – Показатели экологического состояния р. Ворскла в створе с. Козинка по характеристикам антропогенной нагрузки.

Характеристика использования водных ресурсов	Количественная и качественная характеристика состояния			Взвешенные коэффициенты $f_i$
	$g_i, \%$	$Y_i$ , баллы	состояние	
Использование сточных вод	17,12	-3	очень не удовлетворительное	0,1
Безвозвратное водопользование	10,98	1	удовлетворительное	0,2
Поступление сточных вод	7,41	1	удовлетворительное	0,3
Сброс загрязненных вод	0,39	3	хорошее	0,4

Таблица 10 – Показатели экологического состояния р. Ворскла в створе с. Чернетчина по характеристикам антропогенной нагрузки.

Характеристика использования водных ресурсов	Количественная и качественная характеристика состояния			Взвешенные коэффициенты $f_i$
	$g_i, \%$	$Y_i$ , баллы	состояние	
Использование сточных вод	9,87	1	удовлетворительное	0,1
Безвозвратное водопользование	6,14	3	хорошее	0,2
Поступление сточных вод	4,14	3	хорошее	0,3
Сброс загрязненных вод	0,22	3	хорошее	0,4

Таблица 11 – Показатели экологического состояния р. Ворскла в створе г. Кобеляки по характеристикам антропогенной нагрузки.

Характеристика использования водных ресурсов	Количественная и качественная характеристика состояния			Взвешенные коэффициенты $f_i$
	$g_i, \%$	$Y_i$ , баллы	состояние	
Использование сточных вод	9,6	1	удовлетворительное	0,1
Безвозвратное водопользование	6,77	3	хорошее	0,2
Поступление сточных вод	2,85	3	хорошее	0,3
Сброс загрязненных вод	0,25	3	хорошее	0,4

Таблица 12 – Комплексный показатель использования стока рек

Река	Псел			Ворскла		
	Крупец	Сумы	Запселье	Козинка	Чернетчина	Кобеляки
$K_{рс}$	2,8	3	2,8	1,4	2,8	2,8
Качественная характеристика состояния использования водных ресурсов	д) - хороший	д) - хороший	д) - хороший	г) – удовлетворительный	д) – хороший	д) – хороший

Экологическое состояние р. Ворскла в створе с. Козинка (Россия) оценивается как очень не удовлетворительное и удовлетворительное (табл.9). В дальнейшем за счет увеличения водности реки от с. Козинка до с. Чернетчина экологическое состояние р. Ворскла улучшается (табл.10). На территории Украины состояние реки становится преимущественно «хорошим».

**Выводы.** Оценка экологического состояния рек Псел и Ворскла, выполненная на основе данных об использовании их водных ресурсов, позволила сделать выводы о существенном влиянии водопользования на состояние р. Ворскла в пределах российской части водосбора, что обусловлено наличием сброса неочищенных стоков. Экологическое состояние р. Ворскла улучшается при переходе в украинскую часть водосбора.

Экологическое состояние р. Псел при переходе от российской к украинской части практически не изменяется, оставаясь преимущественно «хорошим».

### Список литературы

1. *Загальна гідрологія* : Підручник / В.К. Хільчевський, О.Г. Ободовський, В.В.Ободовський, В.В. Гребін та ін. – К.: Видавничополіграфічний центр «Київський університет», 2008. – 399 с.
2. *Бенды* Б.Ф. Государственный водный кадастр. – Л.: ОГХ, 1981. – 651с
3. *Геология и полезные ископаемые Украины* : атлас / М.М. Байсарович, В.М. Беланов, М.А. Бородулин и др. – К.: ДП «Такі справи», 2001. – 168 с.
4. *Водное хозяйство в Украине* / За ред. А.В. Яцика, В.М. Хорева. – К.: Генеза, 2000. – 456 с.
5. *Национальная программа экологического оздоровления бассейна Днестра и улучшения качества питьевой воды*. Утверждена Постановлением Верховной Рады Украины от 27 января 1997 года. – 92с.
6. *Основные показатели использования вод и эксплуатации водохозяйственных объектов за 2001 год* (по оперативным данным государственного учета вод, эксплуатации водохранилищ, прудов и малых рек, наблюдений за радиоактивными загрязнениями). Вып. 21. – К.: Госводхоз, 2002. – 85 с.
7. *Основные показатели использования вод и эксплуатации водохозяйственных объектов за 1989, 1990, 1995, 2000 года*. Вып. 9, 10, 15, 20. – К.: Госводхоз.
8. *Швебс Г.И., Игошин М.И.* Каталог рек и водоемов Украины. – О.: Научно-справочное пособие, 2003. – 389с.

### **Оцінка екологічного стану річок Псел та Ворскла по рівню використання в трансграничній зоні «Росія - Україна»**

**Н.С. Лобода, В.В. Пилип'юк.**

*Дана оцінка антропогенного навантаження на екологічний стан річок Псел та Ворскла в трансграничній зоні, а також в межах водозборів. Встановлено, що водовикористання в російській частині водозбору р. Ворскла значно погіршує екологічний стан річки.*

**Ключові слова:** антропогенне навантаження, водно-ресурсний потенціал, трансгранична зона, водозбір.

### **Estimation of the ecological state of the rivers of Psel and Vorskla on level of the use in transboundary area "Russia - Ukraine"**

**N.S. Loboda, Pilipiyuk V.V.**

*The estimation of anthropogenic loading on an ecological condition of the rivers Psel and the Vorskla in a transboundary zone, and also within reservoirs is given. It is established, that water use in the Russian part of a reservoir of river Vorskla significantly worsens river the ecology.*

**Keywords:** anthropogenic loading, water-resource potential, transboundary area, reservoir.