

УДК 364.122.5:502.7

**Сондак В. В., д.б.н., профессор, Гриб И. В., д.б.н., профессор,  
Кравченко В. С., к.т.н., доцент, Волкошовец О. В., к.б.н., доцент**  
(Национальный университет водного хозяйства и природопользования,  
г. Ровно)

## **НОРМИРОВАНИЕ АЛЛОХТОННЫХ НАГРУЗОК НА ВОДНУЮ СРЕДУ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ В ПРЕДЕЛАХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

**Предложена методика нормирования демографической (антропо-  
ичной) нагрузки на речной бассейн.**

**Ключевые слова:** аллохтонная, демографическая (антропическая)  
нагрузка, урбанизированные территории, ливневая канализация.

Начиная со второй половины XX века развитие народного хозяйства Украины происходило по интенсивному принципу, который предусматривал получение максимума продукции из естественных экосистем, без учета их экологических требований и продукционных возможностей [2, 3, 4, 13, 14].

В современной научной литературе рассматривается несколько методик определения антропогенной нагрузки на водные экосистемы, в т.ч. расчет разбавления примесей по течению реки [1, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12].

Однако, несмотря на поливариантность исследований по состоянию речных бассейнов, расчет уровня демографической (антропоичной) нагрузки на экосистему реки за профилем русла отсутствует. Не выясненным остается вопрос, как влияет увеличение численности городского населения и где допустимый предел нагрузки на речной бассейн, когда экологическое и рыбохозяйственное состояние водного объекта не будет ухудшаться, в т.ч. в условиях влияния урбанизации.

### **Материалы и методы исследований.**

Объектами исследований были бассейны малых рр. Иква, Устье (притоки I порядка рр. Стырь, Горынь), их русловые водохранилища Млиновское и Басовкутское соответственно, с разным уровнем антропоичной нагрузки (рис. 1, 2):

#### **Бассейн р. Иква по створам:**

1. р. Иква от г. Дубно до впадения в Млиновское водохранилище: длина – 25 км, население – 30 тыс. чел.;
2. русловое Млиновское водохранилище: длина – 7 км, население –

15 тыс. чел.;

3. р. Иква от дамбы Млиновского водохранилища до впадения в р. Стырь: длина – 25 км, население – 3 тыс. чел.;

**Бассейн р. Устье по створам:**

1. р. Устье от г. Здолбунов до впадения в Басовкутское водохранилище: длина – 5 км, население – 50 тыс. чел.;

2. русловое басовкутское водохранилище: длина – 2 км, население – 20 тыс. чел.;

3. р. Устье от дамбы водохранилища до впадения в р. Горынь: длина – 25 км, население – 200 тыс. чел..

Согласно нашей концепции индекс антропоичной нагрузки на один километр русла речной экосистемы связан с численностью населения, которое проживает в бассейне реки и количеством примесей, которые поступают в речную сеть в результате жизнедеятельности одного человека за одни сутки. За действующими нормативными документами [6, 11, 12] один человек в сутки продуцирует: взвешенных веществ – 65 г.; БПК (полное, отстоянное) – 40 г.; азота ( $\text{NH}_4^+$ ) – 8.0 г.; фосфатов (по  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) – 3.3 г.; хлоридов – 9.0 г.; СПАВ – 2.5 г.

Если принять, что проживающее население в бассейне реки использует канализационную сеть при централизованном горячем и холодном водоснабжении, норма водопотребления на одного жителя составляет 250,0 л/сутки [6, 11], то расчетная формула для определения выше упомянутых концентраций веществ в традиционных единицах ( $\text{мг}/\text{дм}^3$ ) имеет вид:

$$C = (A \times 1000 / 250) \times (1,0 - 0,75), \quad (1)$$

где  $C$  – концентрации загрязняющих веществ ( $\text{мг}/\text{дм}^3$ );  $A$  – содержание загрязняющих веществ на одного человека в сутки (г/сутки); 1000, 250 – переводные коэффициенты; 0.75 – удельный вес очищенных сточных вод от “горячих точек” исследуемого бассейна.

**Сравнительный уровень** антропоичной нагрузки на ихтиоценоз речного бассейна рассчитывают по формуле 2:

$$K_{ан} = \sum_{n=1}^n C / L, \quad (2)$$

где  $K_{ан}$  – уровень антропоичной (демографической) нагрузки ( $\text{мг}/\text{дм}^3/\text{км}$ );  $C$  – концентрации загрязняющих веществ ( $\text{мг}/\text{дм}^3$ );  $L$  – длина исследуемого речного русла или водохранилища (км).

**То есть**, исходя из расчетной формулы (1) один человек в сутки продуцирует: взвешенных веществ – 260.0  $\text{мг}/\text{дм}^3$ ; органических веществ по БПК (полное, отстоянное) – 160.0  $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$ ; азота ( $\text{NH}_4^+$ ) – 32.0  $\text{мгN}/\text{дм}^3$ ; фосфатов (в пересчете на  $\text{P}_2\text{O}_5$ ) – 13.2  $\text{мг}/\text{дм}^3$ ; хлоридов –

36.0 мг/дм<sup>3</sup>; СПАВ – 10.0 мг/дм<sup>3</sup>.

Суммарно один человек в сутки продуцирует 511,2 мг/дм<sup>3</sup> примесей [260,0+160,0 +3,0+13,2+ 36,0+10,0 = 511,2 мг/дм<sup>3</sup>] загрязняющих веществ.

Исходя из эффективности очистки сточных вод в Полесском регионе (75.0%), в результате жизнедеятельности одного человека в сутки в речную сеть поступает 127,8 мг/дм<sup>3</sup> ( $511.2 \cdot (1,0-0.75) = 127.8 \text{ мг/дм}^3$ ) загрязнений, которые на наш взгляд можно считать суммарной величиной антропоичной нагрузки.

#### **Результаты исследований и их обсуждение**

Приведенные расчеты уровня антропоичной нагрузки (**Кан**) для рр. Устье, Иква и их русловых водохранилищ Басовкутского и Млиновского соответственно показали, что суммарное суточное поступление биогенов и других загрязняющих веществ на один километр русла составляет:

**р. Иква** от г. Дубно до верховья Млиновского водохрани.:  
 $\text{Кан} = 0,1278 \text{ г/дм}^3 \cdot 30000 \text{ чел} / 25,0 \text{ км} = 153,36 \text{ г/м}^3/\text{км};$

#### **Млиновское водохранилище:**

$\text{Кан} = 0.1278 \text{ г/дм}^3 \cdot 8000 \text{ чел} / 7.0 \text{ км} = 146,06 \text{ г/м}^3/\text{км};$

**р. Иква** от Млиновского водохранилища до с. Торговица - места впадение в р. Стир:

$\text{Кан} = 0.1278 \text{ г/дм}^3 \cdot 3000 \text{ чел} / 25.0 \text{ км} = 15,34 \text{ г/м}^3/\text{км};$

**р. Устье** от городов Здолбунов, Квасилов до верховья Басовкутского водохранилища:

$\text{Кан} = 0.1278 \text{ г/дм}^3 \cdot 50000 \text{ чел} / 5.0 \text{ км} = 1278,0 \text{ г/м}^3/\text{км};$

#### **Басовкутское водохранилище:**

$\text{Кан} = 0.1278 \text{ г/дм}^3 \cdot 20000 \text{ чел} / 2.0 \text{ км} = 1278,0 \text{ г/м}^3/\text{км};$

**р. Устье** от Басовкутского водохранилища до места впадение в р. Горынь (пгт Оржев):

$\text{Кан} = 0.1278 \text{ г/дм}^3 \cdot 200000 \text{ чел} / 25.0 \text{ км} = 1022,4 \text{ г/м}^3/\text{км} \text{ (табл. 1).}$

Таблица 1

Уровень антропоичной нагрузки (Кан) на русловые водохранилища  
малых рек Иква и Устье

Створы наблюдений	Длина русла (км)	Численность населения (тыс. чел.)	Конц. загрязн. вещ. (г/дм <sup>3</sup> /сут.) Кан (г/м <sup>3</sup> /км)
1. <b>р. Иква</b> от г. Дубно до Млиновского водохранилища.	25.0	30.0	0,3834/153.36
2. Млиновское водохранилище	7.0	8.0	0,3834/146.06
3. Р. Иква от дамбы Млиновского водохранилища до места впадения в р. Стырь	25.0	3.0	0,3834/15.34
1. <b>р. Устье</b> от г. Здолбунов до Басовкутского водохранилища	5.0	50.0	0,3834/1278.0
2. Басовкутское водохранилище	2.0	20.0	0,3834/1278.0
3. р. Устье от Басовкутского водохранилища до пос. Оржев (места впадения в р. Горынь).	25.0	200.0	0,3834/1022.0

Исходя из уровня антропоичной загрузки (Кан) состояние Млиновского водохранилища оценивается как удовлетворительное (III кл.) с движением к переходному (IV кл.), а состояние Басовкутского, как плохое – V класс.

Участок р. Иква от дамбы Млиновского водохранилища до с. Торговица имеет I класс качества – состояние эталонное, а р. Устье от дамбы Басовкутского водохранилища к пос. Оржев (места впадение в р. Горынь) имеет плохое состояние (загрязнена) и отвечает V классу качества.

Логично возникает вопрос, при какой массе примесей и демографической загрузки качество воды водного объекта будет отвечать I-II классу, а урбанизированные территории не будут отрицательно влиять на среду обитания гидробионтов в т.ч. ихтиофауну.

По нашим расчетам допустимый уровень численности населения, исходя из п'ятиклассной системы оценки, составляет: I класс «эталонное состояние» – до 3,0 тыс. чел./км речного русла;

II кл. «хорошее» – до 9,0 тыс. чел./км;

III кл. «удовлетворительное» – до 24,0 тыс. чел./км);

IV кл. «переходное» – до 63,0 тыс. чел./км;

V кл. «плохое» – до 165,0 тыс. чел./км русла реки и больше.

Таблица 2

Классификационная таблица состояние речного бассейна по урону антропоичной нагрукки-Кан. (г/м<sup>3</sup>/км)

Уровень антропоичной нагрукки, Кан (г/м <sup>3</sup> /км)	Допустимая численность населения (тис. чел/км. речного русла)	Состояние речного бассейна	Класс качества
15,34	3,0	Эталонное	I
46,02	9,0	Хорошее	II
122,72	24,0	Удовлетв.	III
322,14	63,0	Переходное	IV
843,7	165,0	Плохое	V

Кризисные состояния в водной среде возникают при пиковых нагрукках за счет поступления недостаточно очищенных сточных вод и ливневой канализации при низкой насыщенности растворенным кислородом (высокая плюсовая температура воздуха – воды) и явлениях стагнации.

Понятно, что при высокой урбанизации бассейна, соответственно антропоичной нагрукке, общество должно компенсировать убытки нанесенные естественным водоемам, в т.ч. рекреационным русловым водохранилищам и малым рекам.

Используя предложенную методику у населения появляется возможность обоснованно требовать у правительственных и неправительственных организаций принятия и реализации природоохранных мероприятий, для улучшения состояния трансформированных, по их вине, речных бассейнов.

Для г. Ровно с 280-ти тысячным населением актуальной является проблема качества воды р. Устье у верховье Басовкутского водохранилища наряду с поступлением городской ливневой канализации в нижнее течение реки, без всякой очистки, что ухудшает ее экологическое и рыбохозяйственное состояние (рис. 1, 2).

Анализ качества воды исследуемых бассейнов из экологических и рыбохозяйственных позиций указал на их родство с уровнем антропоичной нагрукки. Так, хорошее качество воды р. Иква (I-II класс) после дамбы Млиновского водохранилища до впадение в р. Стырь совпадает с низким уровнем антропоичной нагрукки (15,34 г/м<sup>3</sup>/км), значительным биоразнообразием ихтиофауны в т.ч. реофильного и реолимнофильного комплекса – подуст, марена, рыбец, судак, сом, голавль, жерех, налим и другие промышленно ценные виды рыб.

Плохое же качество воды р. Устье от дамбы Басовкутского водох-

ранилища (IV-V кл.) до впадения в р. Горынь коррелирует с высоким значением уровня антропоичной нагрузки ( $1022,4 \text{ г/м}^3/\text{км}$ , а массовая гибель (замор) ихтиофауны в р. Устье в течение 14-15 июня 2011 года – следствие существующего состояния водной среды. (tivne1@ukrwest.com., табл. 2, рис. 1, 2, 3) [10].

**Заключение:**

1. Уровень современного загрязнения, от урбанизированных территорий, водные гидробионты малых рек и русловых водохранилищ не в состоянии переработать и утилизировать, что ведет к изменению состава ихтиоценоза рек и гибели рыб. Необходимо управление демографической нагрузкой на водные экосистемы или создание высокоэффективных систем водоотведения урбанизированного стока, в т.ч. ливневой канализации.

2. Допустимый предел демографической нагрузки на один километр русла реки, при современной эффективности очистки и обеззараживания сточных вод, не должен превышать 9,0 тыс.чел./км речного русла.

3. В случае превышения допустимых пределов численности, общество должно компенсировать нанесенные населению убытки, осуществляя природоохранные мероприятия – повышение эффективности очистки сточных вод в т.ч. ливневой канализации, вынесение в натуру и обустройство водоохраных зон и прибрежных полос, создание безсточных систем водоотведения, исключающих прямое поступление сточных вод в природные водные объекты.

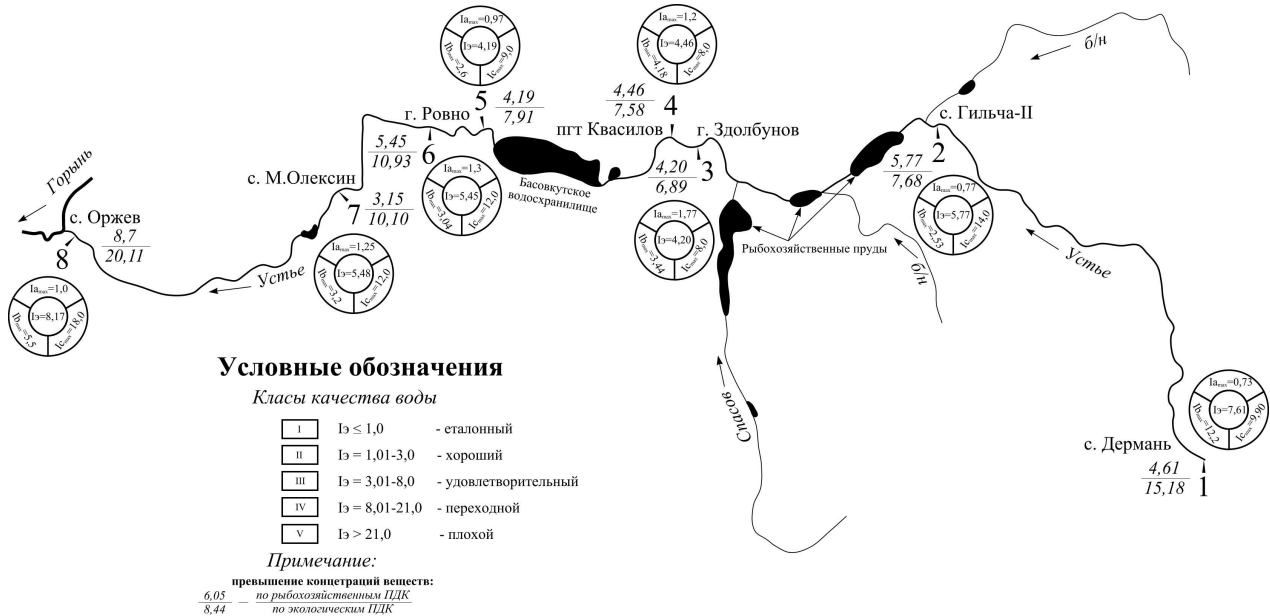


Рис. 1. Рыбохозяйственная и экологическая оценка качества воды р. Устья и Басовкутского водохранилища по исследуемым створам:

1 – исток р. Устье выше пос. Дермань; 2 – пос. Гильча II; 3 – ниже г. Здолбунов – 0,5 км. выше о/с г. Квасилов; 4 – ниже г. Здолбунов – 0,5 км ниже о/с г. Квасилов – верховье Басовкутского водохранилища; 5 – Басовкутское водохранилище, 6 – г. Ровно, 0,2 км ниже о/с ”Ровнооблводо-канал”; 7 – 2,0 км ниже г. Ровно; 8 – пос. Оржев, 0,7 км выше впадения р. Устье в р. Горынь

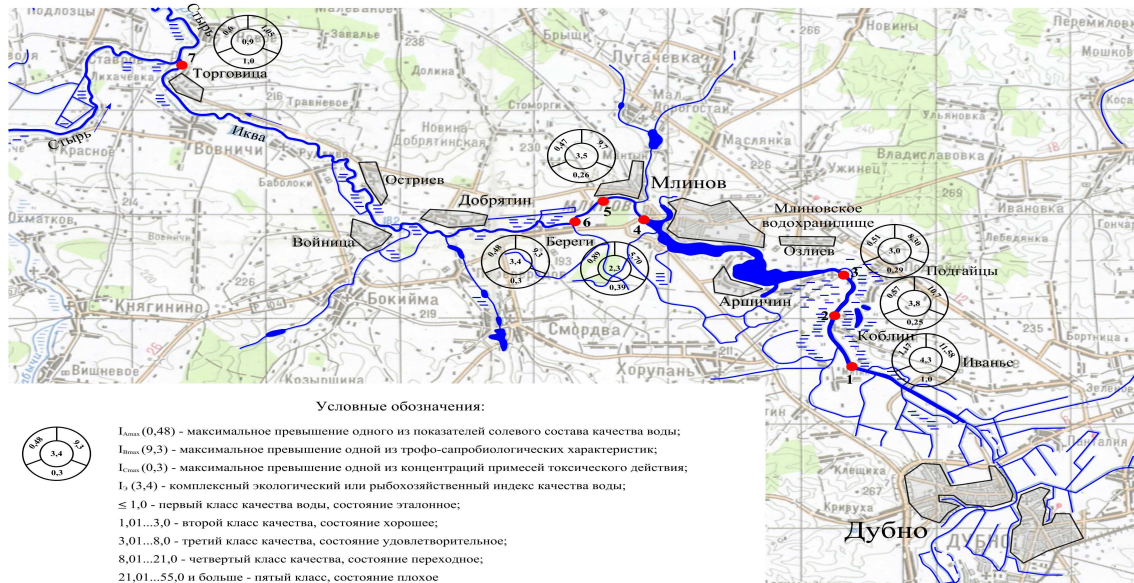


Рис. 2. Рыбохозяйственная оценка качества воды р. Иква и Млиновского водохранилища по исследуемым створам:

- 1 – р. Иква ниже г. Дубно, с. Иванье; 2 – с. Коблин; 3 – верховье Млиновского водохранилища; 4 – Млиновское водохранилище; 5 – выше очистных сооружений г. Млинов; 6 – ниже очистных сооружений г. Млинов; 7 – с. Торговица, место впадения р. Иква в р. Стырь





Рис. 3. Мертвая рыба на берегах р. Устье – результат замора 14-15 июня 2011 г.

1. Афанасьев С. А. Методика оценки экологических рисков, возникающих при воздействии источников загрязнения на водные объекты / С. А. Афанасьев. – Київ, 2004. – 60 с. 2. Відновна іхтіоекологія (реабілітація аборигенної іхтіофауни природних водоем України) / [за редакцією Й. В. Гриба, В. В. Сондака]. –

Рівне : Волинські береги, 2007. – 630 с. **3.** Гриб Й. В. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем (гідрохімія, гідрологія, управління) / Гриб Й. В., Клименко М. О., Сондак В. В. – Рівне : Волинські береги, 1999. – в 2-х томах. – 496 с. **4.** Гриб Й. В. Екологічна оцінка стану екосистем річкових басейнів рівнинної частини території України (охорона, відновлення, управління): автореферат дисерт. на здоб. наук. ст. д.біол.н. / Й. В. Гриб. – Дніпропетровськ, 2002. – 40 с. **5.** Драчев С. М. Борьба с загрязнением рек, озер и водохранилищ промышленными и бытовыми стоками / С. М. Драчев. – М. : Наука, 1964. – 272 с. **6.** ДБН В.2.5-64:2012 Внутрішній водопровід та каналізація. – К., 2013. **7.** Караушев А. В. Модель распределения растворенных веществ в проточном водоеме / А. В. Караушев. – Труды ГТП, 1986. – Вып. 297. – С. 115–121. **8.** Методические основы оценки и регламентирования антропогенного влияния на качество поверхностных вод / под ред. Караушева А. В. – 2-е изд. – Л. : Гидрометеоздат, 1987. – 287 с. **9.** Кравченко В. С. Водопостачання та каналізація / В. С. Кравченко. – К. : Кондор, 2009. **10.** Ресурси електронної пошти [rivne1@ukrwest.com](mailto:rivne1@ukrwest.com). – Новини Рівного від 16.06.2011 р., «Рибний день в Рівному». **11.** СНиП 2.04.03-85 “Канализация, наружные сети и сооружения”. – Москва, 1985. – 65 с. **12.** СанПиН 4630-88 Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. – Москва, 1988. – 70 с. **13.** Сондак В. В. Відновна іхтіоекологія природних водойм Західного Полісся України / В. В. Сондак. – Рівне : Волинські береги, 2008. – 296 с. **14.** Сондак В. В. Іхтіофауна природних водойм Стир-Горинського рибовідтворювального комплексу (стан та умови відтворення): автореферат дисерт. на здоб. наук.ст. д.біол.н. / В. В. Сондак. – К., 2010. – 44 с.

Рецензент: д.с.-г.н., професор Клименко М. О. (НУВГП)

---

**Сондак В. В., д.б.н., професор, Гриб І. В., д.б.н., професор, Кравченко В. С., к.т.н., доцент, Волкошовець О. В., к.б.н., доцент** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

## **НОРМУВАННЯ АЛОХТОННИХ НАВАНТАЖЕНЬ НА ВОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ РІЧКОВИХ БАСЕЙНІВ В МЕЖАХ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ**

**Запропонована методика нормування демографічного (антропічного) навантаження на річковий басейн.**

**Ключові слова:** алохтонне, демографічне (антропічне) навантаження, урбанізовані території, зливово каналізація.

---

**Sondak V. V., Doctor of Biological Sciences, Professor, Hryb I. V., Doctor of Biological Sciences, Professor, Kravchenko V. S., Candidate of Engineering, Associate Professor, Volkoshovets O. V., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor** (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

**RATIONING OF ALLOCHTHONOUS LOADS ON THE RIVER  
BASIN AQUATIC ENVIRONMENT WITHIN URBAN AREAS**

**Offered and the worked out methodology of calculation of size (index) of the loading on river within the limits of the urbanized territories.**

***Keywords:* allochthonous, demographic (anthropic) load, urban areas, storm sewer.**

---