

ЗМІНА ЯКОСТІ ВОДИ ОЗЕР ЛИМАНСЬКОЇ ГРУПИ У РЕТРОСПЕКТИВНИЙ ТА СУЧАСНИЙ ПЕРІОДИ В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

А. А. Карлюк

Український науково-дослідний інститут екологічних проблем
вул. Бакуліна, 6, м. Харків, 61166, Україна. E-mail: karluk93_93@ukr.net

Проведені моніторингові дослідження стану озер Лиманської групи: Чайка, Комишувате, Личове та ділянок басейну Сіверського Донця в районі с. Черкаський Бішкін вниз за течією до смт. Червоний Донець (Харківська область) з метою надання науково обґрунтованої інформації, щодо стану природних вод та збереження якості води в умовах антропогенного впливу. Запропоновано новий інтегральний показник забруднення поверхневих вод ($Z_{\text{кп}}$), що представляє собою суму кратності перевищення гранично допустимої концентрації забруднюючих речовин з урахуванням їх класів небезпеки. За підсумками розрахунків інтегрального показника забруднення поверхневих вод побудовані гістограми зміни якості води досліджених водних об'єктів для рибогосподарського та культурно-побутового використання у ретроспективний та сучасний період. На основі даних щоквартальних спостережень за хімічним складом вод досліджених водних об'єктів визначено їх якісний стан. Проведено аналіз динаміки якості вод озер Лиманської групи та ділянок річки Сіверський Донець. Визначено можливість використання досліджених водних об'єктів у рибогосподарських, культурно-побутових та рекреаційних цілях.

Ключові слова: інтегральний показник забруднення, поверхневі води, озера Лиманської групи, річка Сіверський Донець, Зміївська ТЕС.

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ОЗЕР ЛИМАНСКОЙ ГРУППЫ В РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ И СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

А. А. Карлюк

Украинский научно-исследовательский институт экологических проблем
ул. Бакулина, 6, г. Харьков, 61166, Украина. E-mail: karluk93_93@ukr.net

Проведены мониторинговые исследования состояния озер Лиманской группы: Чайка, Камышеватое, Лычовое и участков бассейна Северского Донца в районе с. Черкацкий Бишкін вниз по течению до с. Червоний Донец (Харьковская область) с целью предоставления научно обоснованной информации о состоянии природных вод и сохранения качества воды в условиях антропогенного воздействия. Предложен новый интегральный показатель загрязнения поверхностных вод ($Z_{\text{кп}}$), представляющий собой сумму кратности превышения предельно допустимой концентрации загрязняющих веществ с учетом их класса опасности. По итогам расчетов интегрального показателя загрязнения поверхностных вод построены гистограммы изменения качества воды исследованных водных объектов для рыбохозяйственного и культурно-бытового использования в ретроспективный и современный период. На основе данных ежеквартальных наблюдений за химическим составом вод исследованных водных объектов определено их качественное состояние. Проведен анализ динамики качества вод озер Лиманской группы и участков реки Северский Донец, определена возможность использования исследованных водных объектов в рыбохозяйственных, культурно-бытовых и рекреационных целях.

Ключевые слова: интегральный показатель загрязнения, поверхностные воды, озера Лиманской группы, река Северский Донец, Змиевская ТЭС.

АКТУАЛЬНІСТЬ РОБОТИ.

Унікальність природних озер полягає в цілому ряді їх особливих характеристик. Озера приймають участь у регулюванні та формуванні стоку річок, процесів самоочищення води, нагромадження речовини. Акваторія і береги є місцем існування багатой і різноманітної фауни і флори. Важливу рекреаційну цінність та рибогосподарське значення мають озера. Їх узбережжя використовуються як місця відпочинку, розміщення населених пунктів, об'єктів промислового і сільськогосподарського виробництва, що призводить до забруднення водойм. Як компонента природного ландшафту, озерам властиво швидко і чутливо реагувати на зміну зовнішнього середовища. Охорона вод озер від забруднення та відновлення їх властивостей до самоочищення є актуальною та важливою проблемою.

Зміївська ТЕС ПАТ «Центрэнерго» спеціалізується на виробництві теплової та електричної енергії на базі органічного палива і входить до переліку екологічно небезпечних об'єктів загальнодержавного значення. Озера Лиманської групи: оз. Чака, оз. Комишувате, оз. Личове, знаходяться в зоні впливу Зміївської ТЕС та відносяться до заплавної терас долини ріки Сіверський Донець. Озера системи поєднані між собою протоками: оз. Комишувате – оз. Чайка; оз. Чайка – оз. Личове; оз. Личове – р. Сіверський Донець. Напрямок гідрологічного зв'язку озер Лиманської групи розташованих в зоні впливу Зміївської ТЕС та річки Сіверський Донець наведено схематично на рис. 1.

Озера Лиманської групи Комишувате, Чайка, Личове привернули увагу дослідників ще на початку 20-го сторіччя.

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

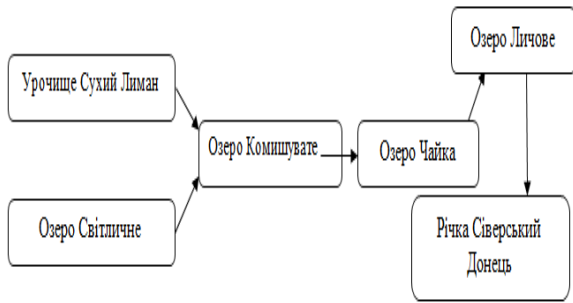


Рисунок 1 – Гідрологічний зв’язок Лиманських озер розташованих в зоні впливу Зміївської ТЕС.

Вже на той час виникла необхідність їх дослідження в умовах посиленого антропогенного тиску. Основні наслідки антропогенного впливу відображені в роботах Васенко О.Г., Єрмоленко В.А., Колісника А.В. та інших. Результати гідробіологічних досліджень відображені в ряді робіт [1-3]. За останні роки змінились, як природні умови так і антропогенне навантаження на озера Лиманської групи, тому актуальним є проведення аналізу хімічного забруднення водних об’єктів внаслідок діяльності Зміївської ТЕС.

Формування змішаного стоку озер Лиманської групи, розташованих в зоні впливу Зміївської ТЕС, обумовлено природними та техногенними процесами. До природних процесів відноситься акумуляція природних вод в системі Лиманських озер з подальшим перетоком стоку в озеро Чайку. Формування природного стоку озер відбувається за рахунок надходження в озеро Камішувате та Чайку поверхневого стоку з площі водозборів, випадіння атмосферних осадів на водну поверхню та надходження ґрунтових вод. Техногенне формування змішаного стоку обумовлено відведенням господарчо-побутових вод (утворюються в процесі відведення техногенного стоку з підприємства Зміївської ТЕС і с. Слобожанське) та промислово-зливових стічних вод (утворюються в процесі відведення поверхневого стоку під час випадання атмосферних опадів на території с. Слобожанське, промислового майданчика Зміївської ТЕС) в оз. Чайку. Сформований таким чином змішаний стік в оз. Чайка перекачується в оз. Личове, яке має гідравлічний зв’язок з р. Сіверський Донець.

Метою досліджень є оцінка якісного стану озер Лиманської групи та річки Сіверський Донець; аналіз динаміки якості води досліджених водних об’єктів у ретроспективний та сучасний період.

МАТЕРІАЛ І РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ.

Методам оцінки якісного стану поверхневих вод присвячена велика кількість наукових праць [4,5]. При комплексній оцінці якості поверхневих вод суші найчастіше використовується методика оцінки якості води за індексом забруднення води (ІЗВ), що визначається на основі інтеграції кратності перевищення ГДК, де кількість показників приймається рівним шести. Коефіцієнт забруднення природних вод (КЗ) – узагальнений показник,

котрий характеризується рівнем забруднення сукупно по ряду показників якості води, але значення КЗ розраховується завжди тільки для десяти показників [6]. Істотним недоліком розглянутих вище інтегральних оцінок якості вод є відсутність врахування класу небезпеки забруднюючих речовин.

В монографії “Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього середовища” представлена формула для визначення показника забруднення поверхневих вод, що представляє собою суму кратності перевищення ГДК забруднюючих речовин з урахуванням їх класів небезпеки [7]. Практичне застосування цього показника показало необхідність його удосконалення. Вважаємо, що клас небезпеки забруднюючої речовини необхідно враховувати наступним чином: кратність перевищення ГДК для речовин 1 класу небезпеки – 2, для 2 класу небезпеки – 1,5, для 3 класу небезпеки – 1, для 4 класу небезпеки – 0,5.

Для більш чіткого визначення показника забруднення поверхневих вод рекомендується удосконалена формула:

$$Z_{\text{кн}} = \sum (\sum \frac{C_{i1}}{ГДК_{i1}})^2 + (\sum \frac{C_{i2}}{ГДК_{i2}})^{1,5} + (\sum \frac{C_{i3}}{ГДК_{i3}})^1 + (\sum \frac{C_{i4}}{ГДК_{i4}})^{0,5} \tag{1}$$

де $Z_{\text{кн}}$ – показник забруднення поверхневих вод, безвимірна величина; n – кількість забруднюючих речовин, що прийнято до розрахунку; C_{i1} – фактична або прогнозна концентрація i -тої речовини у водному об’єкті, відповідно 1 класу небезпеки, мг/дм³; C_{i2} – фактична або прогнозна концентрація i -тої речовини у водному об’єкті, відповідно 2 класу небезпеки, мг/дм³; C_{i3} – фактична або прогнозна концентрація i -тої речовини у водному об’єкті, відповідно 3 класу небезпеки, мг/дм³; C_{i4} – фактична або прогнозна концентрація i -тої речовини у водному об’єкті, відповідно 4 класу небезпеки, мг/дм³; $ГДК_{i1}$ – гранично допустима концентрація i -тої речовини у водному об’єкті рибогосподарського або культурно-побутового використання, (відповідно 1 класу небезпеки), мг/дм³; $ГДК_{i2}$ – гранично допустима концентрація i -тої речовини у водному об’єкті рибогосподарського або культурно-побутового використання, (відповідно 2 класу небезпеки), мг/дм³; $ГДК_{i3}$ – гранично допустима концентрація i -тої речовини у водному об’єкті рибогосподарського або культурно-побутового використання, (відповідно 3 класу небезпеки), мг/дм³; $ГДК_{i4}$ – гранично допустима концентрація i -тої речовини у водному об’єкті рибогосподарського або культурно-побутового використання, (відповідно 4 класу небезпеки), мг/дм³.

Чим більша величина $Z_{\text{кн}}$ тим гірша якість води. Інтегральний показник дозволяє визначити можливості використання водного об’єкту в рибогосподарських, культурно-побутових та рекреаційних цілях.

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

З метою підтримки здатності водних об'єктів до самоочищення і забезпечення різних видів водокористування необхідно проводити моніторингові дослідження. З 2016 по 2017 роки були проведені моніторингові дослідження стану озер Лиманської групи (оз. Чаки, оз. Комишувате, оз. Личове) та річки Сіверський Донець (ділянка басейну в с. Черкаський Бишкін та смт. Червоний Донець). Відбір проб проводили з урахуванням діючих нормативних документів [8]. Визначення гідрохімічних показників виконано за загальноприйнятими стандартними методиками хімічного аналізу поверхневих вод. Карта-схема району проведення досліджень наведена на рис. 2.

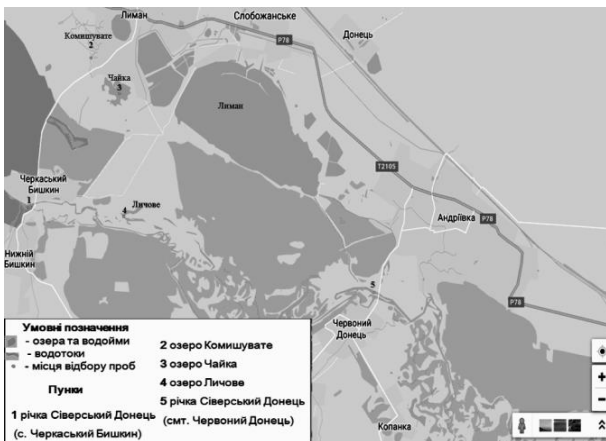


Рисунок 2 – Карта-схема району проведення досліджень

На основі проведених моніторингових досліджень виконано оцінку забруднення озер Лиманської групи за величиною показника забруднення поверхневих вод ($Z_{кн}$). Проведено аналіз динаміки якості води досліджених озер у ретроспективний та сучасний період.

З метою визначення ступеню забруднення озер Лиманської групи для рибогосподарського (р.г.) та культурно-побутового (к.пб.) використання за величиною показника забруднення поверхневих вод були використані дані щоквартальних спостережень за хімічним складом води в пункті оз. Комишувате, оз. Чайки, оз. Личове (за 9 гідрохімічними показниками: SO_4 , Cl , Mn , NO_3 , NO_2 , $N-NH_4$, Fe , Mg , Zn) за 1996-1997, 2006-2007 та 2016-2017 роки. За підсумками розрахунків показника забруднення поверхневих вод ($Z_{кн}$) були побудовані гістограми зміни якості води досліджених водних об'єктів для рибогосподарського (р.г.) [9] та культурно-побутового (к.пб.) [10] використання у ретроспективний та сучасний період.

На графіку показана зміна якості води озер Лиманської групи для рибогосподарського (р.г.) та культурно-побутового (к.пб.) використання у ретроспективний та сучасний період за величиною показника забруднення поверхневих вод ($Z_{кн}$). Забрудненість води озер Лиманської групи для рибогосподарського використання ($Z_{кн}=3-11$) значно вища ніж води досліджених озер для культурно-побутового використання ($Z_{кн}=1-6$), як у ретроспективний так і сучасний період (рис.3).

Визначено, що забрудненість води оз. Чайки для рибогосподарського використання ($Z_{кн}=9$) була найбільшою у 1996-1997 р.р. порівняно з іншими роками. Висока забрудненість води спостерігається на даний час в оз. Личове ($Z_{кн}=11$), навіть не зважаючи на те, що Зміївська ТЕС працює не на повну потужність. Забрудненість води оз. Личове пов'язана з впливом надходження забруднюючих речовин з оз. Чайки (стоку з золівідвалу, промливневих та стічних вод від Зміївської ТЕС, смт. Слобожанське), випадінням атмосферних осадів та розвантаженням ґрунтових вод.

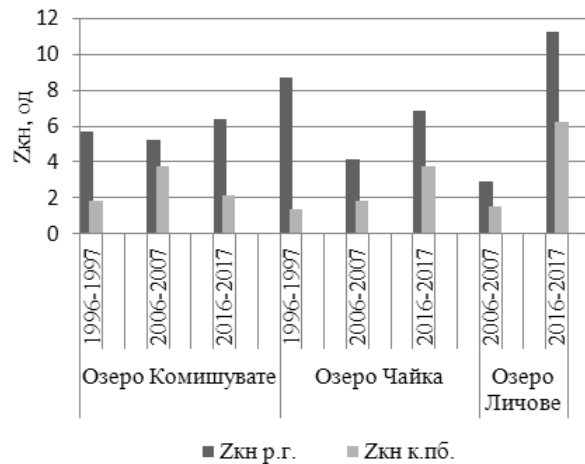


Рисунок 3 – Зміна якості води озер Лиманської групи для р.г. та к.пб. використання у ретроспективний та сучасний період (за величиною показника $Z_{кн}$)

Визначено, що значення показника $Z_{кн}$ води р. Сіверський Донець залишаються однакові, як для рибогосподарського так і для культурно-побутового використання. У 1996-1997рр. спостерігається висока забрудненість води в р. Сіверський Донець (с. Черкаський Бишкін) для рибогосподарського ($Z_{кн}=11$) та культурно-побутового ($Z_{кн}=11$) використання, а забрудненість води р. Сіверський Донець (с. Червоний Донець) ($Z_{кн}=6$) в 1,8 рази менша (рис. 4).

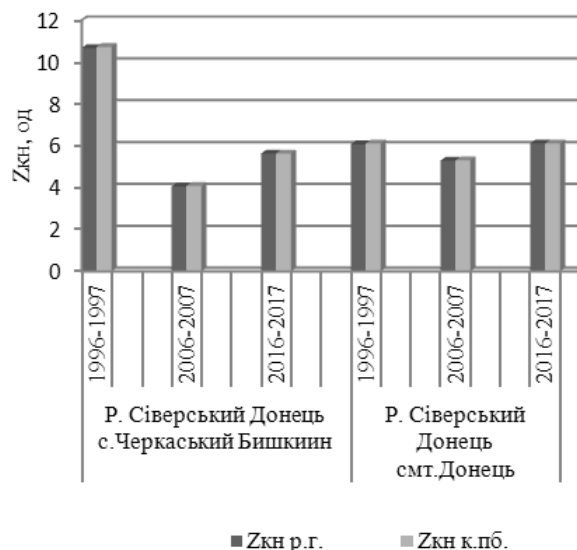


Рисунок 4 – Зміна якості води р. Сіверський Донець для р.г. та к.пб. використання у

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

ретроспективний та сучасний період (за величиною показника $Z_{кн}$)

За значеннями показника $Z_{кн}$ води р. Сіверський Донець виявлено, що якість води в річці має циклічну зміну з проміжком у 10 років.

У 2006-2007, 2016-2017 роки якість води в р. Сіверський Донець у місці с. Черкаський Бишкин спостерігається краща ніж у смт. Донець. Таке спостереження може говорити про вплив Зміївської ТЕС на р. Сіверський Донець у місці смт. Донець, так як окрім випадіння атмосферних опадів, змиву з водозбірної площі, поступає стік в річку з озера Личове (рис. 5).

Визначено, що якість води оз. Личове з 2006 по 2007 р. в 3 рази краща для культурно-побутового використання ($Z_{кн}=2$), та 3,6 для рибогосподарського ($Z_{кн}=3$) використання порівнюючи з 2016-2017рр. За результатами досліджень 2016-2017 рр. забрудненість води в оз. Личовому майже в 2 рази нижча для культурно-побутового використання ($Z_{кн}=11$) в порівнянні з рибогосподарським використанням ($Z_{кн}=6$), та співпадає з якістю води у р. Сіверський Донець (рис.5).

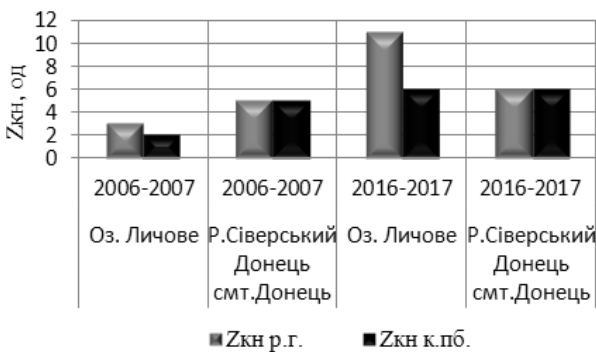


Рисунок 5 – Зміна якості води оз. Личове та р. Сіверський Донець для р.г. та к.пб. використання у 2006-2007 та 2016-2017 рр. (за величиною показника $Z_{кн}$)

ВИСНОВКИ. Антропогенне забруднення вод озер є основним процесом, що викликає деградацію водних систем і погіршення їх якості. Необхідно проводити моніторингові дослідження, з метою надання науково обгрунтованої інформації, щодо стану природних вод та збереження якості води в умовах антропогенного впливу. Представлена удосконалена формула визначення показника забруднення поверхневих вод ($Z_{кн}$), що представляє собою суму кратності перевищення ГДК забруднюючих речовин з урахуванням їх класів небезпеки. За підсумками розрахунків $Z_{кн}$ були побудовані гістограми зміни якості води досліджених водних об'єктів для рибогосподарського та культурно-побутового використання у ретроспективний та сучасний період.

З отриманих розрахунків можна зробити висновок, що забрудненість води озер Лиманської групи для рибогосподарського використання значно вища ніж забрудненість води досліджених озер для культурно-побутового використання, що говорить

про неможливість використання води для рибогосподарських потреб. Висока забрудненість води спостерігається на даний час в оз. Личове. Така забрудненість води пов'язана з впливом надходження з оз. Чайки стоку з золовідвалу, промливневих та стічних вод від Зміївської ТЕС, смт. Слобожанське, випадінням атмосферних осадів та надходженням ґрунтових вод. Результати досліджень 2016-2017 рр. показали, що якість води в оз. Личовому не відповідає вимогам рибогосподарського використання. Якість води р. Сіверський Донець у місці смт. Донець залишається однаково не задовільною для рибогосподарського та культурно-побутового використання. Таким чином визначення показника забруднення ($Z_{кн}$) вод озер Лиманської групи дозволяє оцінити їх якісний стан, встановити придатність їх до рибогосподарського та культурно-побутового використання, а також визначити необхідність розробки заходів щодо інтенсифікації самоочищення досліджених озер.

ЛІТЕРАТУРА

1. Васенко О.Г. Екологічні основи водоохоронної діяльності в теплоенергетиці.-Бібліотека журналу ІТЕ. Том 1 / Харків: УКРНДІЕП, 2000.- 243 с.
2. Колісник А.В. Аналіз екологічного стану озера Личове / А.В. Колісник // Матеріали III-ї міжнародної науково-практичної конференції “Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення”. – (Алушта, 7–11 вересня 2007 р.). – 3б. наук. ст. у 2–х т. Т. 1 / УКРНДІЕП. – Харків.: ВД “Райдер”, 2007.– с. 119 -122.
3. Гончаренко Т.А., Старко Н.В., Глущенко Л.Ф., Колесник А.В. Характеристика бентофауни озер Лиманской группы. Матеріали міжнародної науково-практичної конференції “Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення”: 3б. наук. ст. у 2–х т. Т. 1 / УКРНДІЕП. – Х.: Райдер 2005.– с. 271–274.
4. Новиков Ю.В., Плитман С.И., Ласточкин К.О. и др. Рекомендации по применению обобщенного показателя для оценки уровня загрязнения природных вод – коэффициента загрязнения./ВНИИВО.-Харьков,1982. – 30 с
5. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями /[Гриценко А.В.б Васенко О.Г., Верніченко Г.А. та ін.]–Харків:УКРНДІЕП, 2012. -37 с.
6. Романенко В.Д. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями/ В.Д. Романенко, В.М. Жукинський, О.П. Оксюк та ін. - К.: СИМВОЛ - Т, 1998. – 28 с.
7. Васенко О.Г., Рибалова О.В., Артем'єв С.Р. // Монографія Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього середовища / Х: НУЦЗУ, 2015/ - с.311
8. Якість води. Відбирання проб. Частина 4. Наставни щодо відбирання проб з природних та штучних озер ДСТУ ISO 5667-4-2003 (ISO 5667-4:1987, IDT) . – К. : Держспоживстандарт, 2003 – 11 с.
9. Проект наказу МОЗ “Про затвердження

Оцінка та прогнозування техногенного впливу на довкілля

Гігієнічних регламентів якості води водних об'єктів для задоволення питних, господарсько-побутових та інших потреб населення”: на зміну скасованого СанПін 4630-88 [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/v4630400-](http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/v4630400-88/print1389992448132645.)

88/print1389992448132645.]

10. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов от 09.08.1990. Москва, 1990 г.

CHANGE OF THE WATER QUALITY OF THE LAKES OF INUNDATIVE GROUP IN RETROSPECTIVE AND MODERN PERIOD IN THE CONDITIONS OF ANTHROPOGENIC IMPACT

A. Karluk

Ukrainian Scientific Research Institute of Ecological Problems

vul. Bakulina, 6, Kharkiv, 61166, Ukraine. E-mail: karluk93_93@ukr.net

Purpose. Conducted monitoring studies of the lakes of inundative group (Chajka, Kamyshevatoe, Lychovoe) and the Seversky Donets River (basin area in Cherkasskij Bishkin and Chervonyj Donec) were located in the zone of influence of the Zmiivska thermal power plant (Kharkiv region, Zmiiv district). **Originality.** A new integrated index of pollution surface water is proposed, representing the sum of multiplicity of excess of the maximum permissible matter concentration of pollutants taking into account their hazard classes. **Methodology.** The data of the quarterly observations on the chemical composition of water of investigated water objects (9 hydrochemical parameters: SO₄, Cl, Mn, NO₃, NO₂, N-NH₄, Fe, Mg, Zn) were used to determine the degree of pollution of the lakes of inundative group and the Seversky Donets River. **Results.** As a result were constructed histograms for the retrospective and modern period, based on the calculation of the integrated index of pollution surface water. It was revealed that water quality in the Seversky Donets River has a cyclic change with an interval of 10 years. It was established that the water pollution of the lakes of inundative group for fish-husbandry water utilization is much higher than the pollution of water of investigated lakes for domestic water consumption and indicates the impossibility of using this water for fish-husbandry water. **Practical value.** It has been revealed that high water pollution is observed in Lake Lychovoe, which is associated with the influence of the Lake Chajka aqueous run-off from ash dump, sewage from Zmiivska thermal power plant, settlement Slobozhanskoe and atmospheric precipitation. *References 10, tables 0, figures 5.*

Key words: integrated index of pollution surface water, the lakes of inundative group, Seversky Donets River, Zmiivska power station

REFERENCES

1. Vasenko, O.G., (2000), “Ecological bases of water protection activity in heat power engineering”, Zhurnal ukrainskogo naukovo doslidnogo Institutu ekologichnih problem, vol.1, 243 p.
2. Kolisnik, A.V. (2007), “Analysis of the ecological condition of Lake Lycheve” Ekologichna bezpeka: problemi i shlyahi virishennya. Zbirnyk naukovykh prats III Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii [Environmental safety: problems and solutions, Conference of the 3rd International conference], Kharkiv, UKRNDIEP, September 7-11, 2007, pp. 119-122.
3. Goncharenko, T.A., Starko, N.V., Glushchenko, L.F., and Kolesnik A.V., (2005), “Characteristics of benthos of lakes of the Liman group” Ekologichna bezpeka: problemi i shlyahi virishennya. Zbirnyk naukovykh prats of the Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii [Environmental safety: problems and solutions, Conference of the International conference], Kharkiv, UKRNDIEP, , 2005, pp. 271-274.
4. Novikov, Y.V., Plitman, S.I., and Lastochkin, K.O. (1982), Rekomendacii po primeneniyu obobshchennogo pokazatelya dlya ocnki urovnya zagryazneniya prirodnyh vod – koehfficienta zagryazneniya [Recommendations for the application of a generalized indicator for assessing the level of pollution of natural waters], VNIIVO, Kharkov, Ukraine.
5. Gricenko, A.V.b Vasenko, O.G., and Vernichenko, G.A. (2012), Metodika ekologichnoi ocinki yakosti poverhnevih vod za vidpovidnimi kategoriyami [Methodology of ecological assessment of surface water quality according to the relevant categories], UKRNDIEP, Kharkov, Ukraine.
6. Romanenko, V.D., Zukinskij, V.M., and Oksiyuk, O.P. (1998), Metodika ekologichnoi ocinki yakosti poverhnevih vod za vidpovidnimi kategoriyami [Methodology of ecological assessment of surface water quality according to the relevant categories], SIMVOL, Kharkov, Ukraine.
7. Vasenko, O.G., Ribalova, O.V., and Artem'ev, S.R. (2015), Monografiya Integral'ni ta kompleksni ocinki stanu navkolishn'ogo seredovishcha [Monograph Integral and integrated assessments of the state of the environment], NUCZU, Kharkov, Ukraine.
8. DSTU ISO 5667-4-2003 (ISO 5667-4:1987, IDT). Ykist' vodi. Vidbirannya prob. Nastanovi shchodo vidbirannya prob z prirodnyh ta shtuchnyh ozer, part 4. . – Derzhspozhivstandart, 2003 – 11 p.
9. Draft order of the brain “Pro zatverdzhennya Gigienichnih reglamentiv yakosti vodi vodnih obektiv dlya zadovolennya pitnih, gospodars'ko-pobutovyh ta inshih potreb naseleennya”, to replace abolished 4630-88:<http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/v4630400-88/print1389992448132645.>] (accessed November 20, 2016)
10. Obobshchennyj perechen' predel'no dopustimyh koncentracij (PDK) i orientirovочно bezopasnyh urovnej (OBUV) vrednyh veshchestv dlya vody rybohozajstvennyh vodoemov (ot 09.08.1990) Moskva, 1990.