

УДК 504.064.3:628.29

О.О. Дмитрієва¹, Н.О. Телюра², І.В. Хоренжя³

¹Науково-дослідна установа «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем», Харків, Україна

²Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

³Комітет Верховної Ради України з питань екологічної політики, природокористування та ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи, Київ, Україна

ПРОЦЕДУРА ОБҐРУНТОВАНОГО ВИБОРУ НАЙКРАЩИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ ВОДОКОРИСТУВАННЯ В НАСЕЛЕНИХ ПУНКТАХ УКРАЇНИ

Впровадження екологічно безпечного водовідведення в населених пунктах України відповідає вимогам стратегії сталого розвитку: в її соціальному, екологічному та економічному аспектах, гарантує прийняття обґрунтованих управлінських рішень щодо безпеки життєдіяльності населення України. В рамках дослідження авторами запропоновано процедуру обґрунтованого вибору найкращих технологічних заходів водовідведення в населених пунктах України, які відповідають комплексній еколого-соціальної концепції.

Ключові слова: сталий розвиток, екологічно безпечне водокористування, програмно-аналітичні процедури, екологічна безпека, евтрофні водні об'єкти

Постановка проблеми

Забезпечення соціального та економічного розвитку суспільства, під час якого зростає якість життя при одночасному зменшенні впливу на природу, створюється довкілля, яке сприятливе для здоров'я людини є стратегічною метою політики екологічної безпеки України, оскільки відповідає стратегії сталого розвитку, природо- та ресурсозбереженню. Аналіз водогосподарської та екологічної ситуації в Україні свідчить про необхідність організації і забезпечення екологічно збалансованого водокористування, поліпшення якості водопостачання для населення і галузей економіки на найближчу і подальшу перспективу. Такий підхід відповідає вимогам міжнародних нормативних документів.

Існуючі способи водовідведення в населених пунктах України не забезпечують стабільну роботу очисних біологічних споруд населених пунктів, в наслідок багатьох причин: це і надходження на них виробничих і поверхневих стічних вод, які понаднормово забруднені, і аварійні ситуації як на мережах відведення так і на підприємствах.

Наведені проблеми існуючих способів відведення стічних вод призводять до скидання неочищених та недостатньо очищених стічних вод у водні об'єкти – один з вагомих чинників, що негативно впливає на якість водних об'єктів, та

призводить до антропогенного евтрофування.

Використання евтрофованих водних об'єктів, схильних до «шкідливого цвітіння», для питного водопостачання або в рекреаційних цілях створює високий ступінь небезпеки для здоров'я людини [1,2,3].

Саме тому, особливої уваги заслуговує розробка та обґрунтування шляхів зменшення негативного впливу евтрофованих водних об'єктів, на здоров'я людини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Актуальність та значимість проблеми екологічно безпечного природокористування і, зокрема, водокористування, приваблює інтерес до неї представників різних галузей сучасної науки: А.Гриценко, А.Караушев, Т.Коляда, А.Крайнюкова, М.Коваленко, Г.Красовський, Л. Левковська, О. Оксіюк, В.Романенко, І.Пічахчі, Л.Сиренко, І. Тиха, М.Хвесик, Б.Хендерсон-Селлерс, Я.Цееб, І.Яковцова та ін..

Метою цієї статті є обґрунтування процедури вибору управлінських рішень при впровадженні технологічних заходів екологобезпечного водовідведення населених пунктів, розташованих на евтрофованих водних об'єктах.

Виклад основного матеріалу

Істотна роль у попередженні небезпеки з боку водного чинника в населених пунктах належить впровадженню екологічно безпечного водокористування – це водокористування, при якому зберігається стан захищеності водних джерел та систем водоспоживання від небезпеки, викликаній порушенням в системах водовідведення, в аварійних ситуаціях, що призводить в свою чергу до порушення еколого-соціальних нормативів у сфері питного водопостачання або рекреаційного водокористування евтрофованих водних об'єктів [2,3].

Для покращення стану водних об'єктів в населених пунктах України, потрібно впроваджувати технологічні заходи з перевлаштування систем водовідведення в екологічно безпечну систему. Актуальність вирішення даного завдання обумовлена прагненням до зменшення безпосереднього впливу на водокористувачів води, особливо із евтрофованих водних об'єктів. Технологічні заходи екологічно безпечного водовідведення (ТЗ ЕБВ) є в значній мірі новітніми для України і відповідають сучасному рівню досягнень в області захисту поверхневих і підземних вод і відносяться до категорії «найкращі доступні технології» в країнах ЄС [2].

Для вирішення задач такої складності

використовують методи системного аналізу, одним з яких є метод аналізу ієрархії (МАІ) [4]. МАІ дозволяє структурувати складну проблему, провести її декомпозицію, врахувати взаємодію окремих її елементів, формалізувати роботу експертів шляхом поділу процедури узгодження на ряд етапів.

Обґрунтування процедури вибору управлінських рішень при впровадженні технологічних заходів екологобезпечного водовідведення населених пунктів, розташованих на евтрофованих водних об'єктах, є на сьогодні актуальним напрямом дослідження.

Нижче розглянуті основні етапи реалізації даної процедури.

Перший етап процедури полягає у формуванні мети дослідження – підвищення еколого-соціальної безпеки населених пунктів, розташованих на евтрофованих водних об'єктах, шляхом впровадження ТЗ ЕБВ, що є першим рівнем ієрархії і відповідно формування нижніх ієрархічних рівнів (рис. 1).

Структурно ієрархія містить шість рівнів (рис.1) опис елементів кожного з п'яти рівнів і пояснення суті відповідного ієрархічного зв'язку наведені нижче.

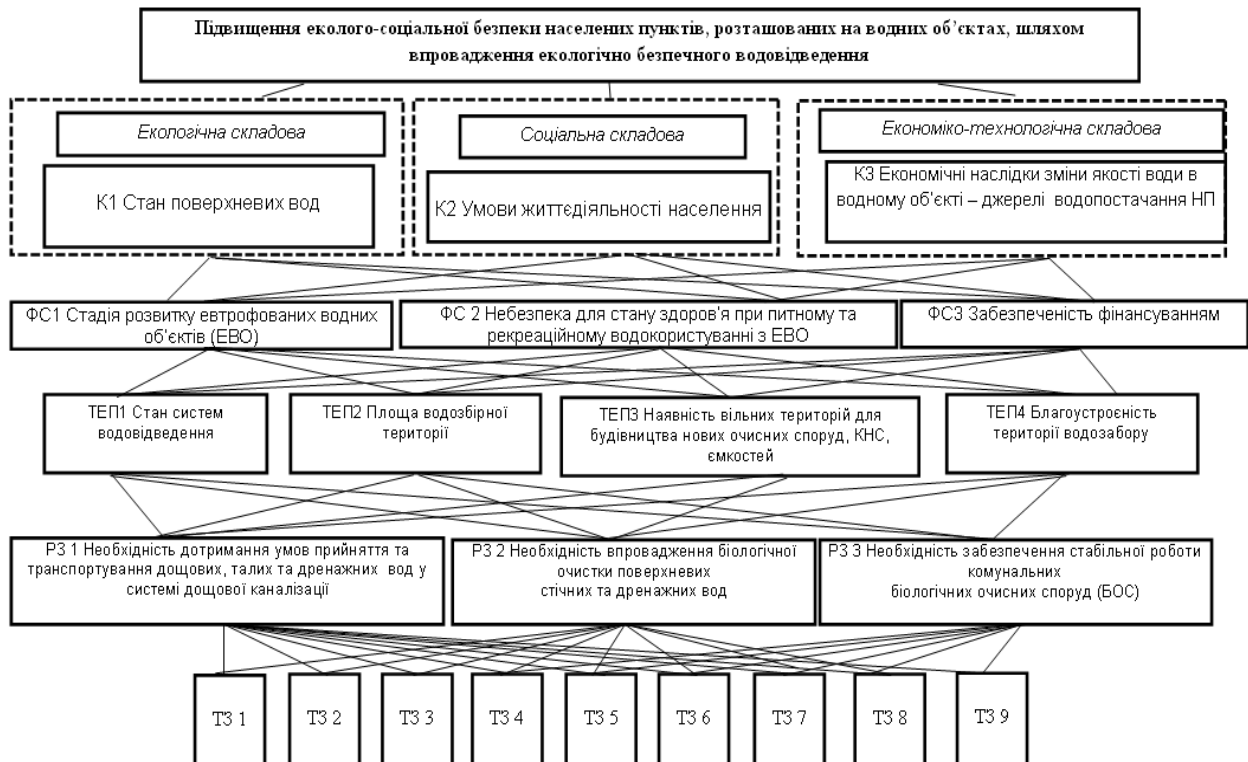


Рис. 1. Ієрархія вибору ТЗ ЕБВ.

Зв'язки між метою та елементами рівня субкритеріїв безпеки населених пунктів, розташованих на водних об'єктах.

(Мета – К1, К2, К3).

К1 Зменшення антропогенного навантаження сприяє екологічному оздоровленню водного об'єкта (ВО), поліпшенню якості води в ньому, збільшенню видової різноманітності гідробіонтів і послабленню паразитарних захворювань, поліпшенню якості водних біологічних (живих) ресурсів.

К2 Покращення умов життєдіяльності населення є важливим критерієм підвищення еколого-соціального рівня населених пунктів, розташованих на водних об'єктах.

Поліпшенню якості води у водному об'єкті, підвищенню привабливості території розташування водного об'єкта сприяє підвищення стабільності роботи каналізаційних очисних споруд та очисних споруд поверхневих і дренажних стічних вод.

К3 Зниження рівня антропогенного навантаження на водний об'єкт, в результаті впровадження ЕБВ, дозволяє істотно зменшити витрати на водопідготовку питної води. Зменшення мікробіального забруднення патогенною мікрофлорою значно покращує рекреаційну привабливість і як наслідок економічний добробут території і пов'язаних з нею економічних витрат.

Зв'язки між елементами рівня субкритеріїв безпеки і рівня факторів стану.

(К1 – ФС1, ФС2, ФС3).

ФС1 Стан поверхневих вод - джерел питного водопостачання та рекреаційного використання визначається рівнем трофності: оліготрофні, мезотрофні, евтрофні, політрофні, гіпертрофні.

ФС2 Небезпека стану водного об'єкта як джерела питного водопостачання та рекреаційного використання визначається рядом нормативних документів.

ФС3 Усунення наслідків забруднення поверхневих вод населених пунктів може здійснюватися з місцевого, регіонального та державного бюджетів. При цьому можливості цих бюджетів зростають залежно від їх рівня.

(К2 – ФС1, ФС2, ФС3).

ФС1 Рівень трофності евтрофованих водних об'єктів накладає обмеження на умови життєдіяльності населення. При евтрофному рівні трофності - для питного водопостачання необхідність кип'ятіння водопровідної води і обмеження рекреаційного водокористування. При політрофному рівні трофності - рекомендації населенню вживати бутильовану воду і заборонити рекреаційне водокористування.

ФС2 Рівень забруднення поверхневих вод накладає обмеження на умови життєдіяльності населення як з питного так і з рекреаційного його

використання.

ФС3 Можливості поліпшення умов життєдіяльності населення в населених пунктах визначаються умовами фінансування: стан бюджету, кількістю джерел фінансування, включаючи позабюджетні.

(К3 – ФС1, ФС2, ФС3).

ФС1 Підвищення рівня трофності і пов'язані з ними складності заходів щодо усунення їх наслідків вимагає все більших економічних витрат на їх усунення.

ФС2 Збільшення забруднення водного об'єкта і пов'язана з ним складність заходів щодо усунення їх наслідків вимагає все більших економічних витрат.

ФС3 Чим гірше якість води у водному об'єкті, тим більше витрат потрібно для водопідготовки відповідно до нормативних документів.

Зв'язки між елементами рівня факторів стану і елементами техніко-економічних показників.

(ФС1 – ТЕП1, ТЕП2, ТЕП3, ТЕП4).

ТЕП1 Чим гірше стан систем водовідведення, тим більше розвиток евтрофування

ТЕП2 Чим більше площа водозбірної території, тим більше потенційні можливості розвитку процесу евтрофування.

ТЕП3 При відсутності вільних площ для будівництва нових очисних споруд, КНС, ємностей, виникає потенційна можливість виникнення евтрофікації.

ТЕП4 Чим гірше впорядкованість території водозбору, тим більше потенційна можливість збільшення евтрофування

(ФС2 - ТЕП1, ТЕП2, ТЕП3, ТЕП4).

ТЕП1 Чим гірше стан систем водовідведення, тим більше небезпека при використанні води для стану здоров'я при питному і рекреаційному водокористуванні з ЕВО.

ТЕП2 Чим більше площа водозбірної території, тим більше потенційні можливості виникнення небезпеки для стану здоров'я при питному і рекреаційному водокористуванні з ЕВО.

ТЕП3 При відсутності вільних площ для будівництва нових очисних споруд, КНС, ємностей, виникає потенційна небезпека для стану здоров'я при питному і рекреаційному водокористуванні з ЕВО.

ТЕП4 Чим гірше впорядкованість території водозбору, тим більше потенційна можливість виникнення небезпеки для стану здоров'я при питному і рекреаційному водокористуванні з ЕВО.

(ФС3 – ТЕП1, ТЕП2, ТЕП3, ТЕП4).

ТЕП1 Чим краще стан систем водовідведення, тим менше обсяг фінансування.

ТЕП2 Більша площа водозбору, вимагає збільшення фінансування.

ТЕП3 Відсутність вільних площ для

будівництва нових очисних споруд, КНС, ємностей, вимагає великих витрат на пошуки інших більш дорогих технологічних рішень.

ТЕП4 Чим краще впорядкованість території, тим менше обсяги фінансування потрібні для її поліпшення.

Зв'язки між елементами техніко-економічних показників і елементами рівня заходів.

(ТЕП1 – P31, P32, P33).

P31 Стан систем водовідведення визначається дотриманням умов прийому і транспортування дощових, талих і дренажних вод в системі дощової каналізації.

P32 Необхідність впровадження біологічного очищення поверхневих стічних і дренажних вод безпосередньо залежить від стану систем водовідведення.

P33 Стан систем водовідведення із запровадженою біологічним очищенням стічних вод визначається рівнем стабільності їх роботи.

(ТЕП2 – P31, P32, P33).

P31 Від величини площі водозбірної території зростає необхідність дотримання умов прийняття та транспортування дощових, талих і дренажних вод в системі дощової каналізації.

P32 Необхідність впровадження біологічної очистки поверхневих стічних і дренажних вод особливо визначається величиною площі водозбірної території.

P33 Необхідність забезпечення стабільної роботи комунальних БОС слабо залежить від площі водозбірної території.

(ТЕП3 – P31, P32).

P31 Умови прийняття та транспортування дощових, талих і дренажних вод в системі дощової каналізації будуть жорстко регламентуватися наявністю вільних площ для будівництва нових очисних споруд, КНС, ємностей.

P32 Наявність вільних площ для будівництва нових очисних споруд, КНС, ємностей визначає конструкцію споруд біологічного очищення поверхневих стічних і дренажних вод.

(ТЕП4 – P31, P32, P33).

P31 Рівень благоустрою території водозабору безпосередньо визначає необхідність дотримання умов прийняття та транспортування дощових, талих і дренажних вод в системі дощової каналізації.

P32 Впорядкованість території водозабору визначає ступінь необхідності впровадження біологічного очищення поверхневих стічних і дренажних вод.

P33 Необхідність забезпечення стабільної роботи комунальних БОС слабо залежить від впорядкованості території водозабору.

До альтернативних варіантів ТЗ ЕБВ (див. рис. 1) належать такі: ТЗ 1 - очищення поверхневих

стічних вод (ПСВ) на БІС; ТЗ 2 - очищення поверхневих стічних вод на комунальних спорудах біологічної очистки стічних вод (БОС); ТЗ 3 - будівництво 2-х акумулюючих ємностей на БОС для регулювання та перехоплення залпових скидів виробничих стічних вод; ТЗ 4 - локальна очищення ПСВ з території автостоянок, заправних станцій, торговельних центрів, з подальшим скидом в зливову каналізацію населеного пункту; ТЗ 5 - застосування дощоприймачів з приямком для осаду; ТЗ 6 - очищення ПСВ з окремих територій, які мають самостійний випуск у водний об'єкт на локальних очисних спорудах; ТЗ 7 - організаційно-технічні заходи зі зменшення кількості домішок, що виносяться поверхневим стоком, або поліпшення санітарного стану водозбірних територій; ТЗ 8 - збільшення площ каналізування територій; ТЗ 9 - поліпшення експлуатації мереж водовідведення.

Другий етап процедури – експертне порівняння пар критеріїв поточних рівнів ієрархії та формування відповідних множин матриць парних порівнянь для кожного із рівнів, по критерію, в якості якого виступає елемент більш високого рівня ієрархії. При цьому задають питання типу: визначте на основі відносної уніфікованої шкали попарного експертного оцінювання (зважування) спеціально уніфікованої для розширеного кола задач [5], який з факторів має найбільший вплив на еколого-соціальну безпеку населених пунктів.

Третій етап процедури – розрахунок локальних та глобальних пріоритетів факторів та критеріїв ієрархічної моделі. Вихідною інформацією для розрахунків служить результат виконання другого етапу. В якості інструментальної підтримки, наприклад, можна застосувати середовище "MPRIORITY 1.0" (My Priority), яке дозволяє автоматизувати весь процес розрахунку, та підвищує ефективність його проведення, за рахунок спеціально адаптованих під особливості методу діалогових засобів [6].

Четвертий етап процедури – дослідження стійкості (чутливості) моделі щодо зміни значень її вхідних параметрів. Вибір параметра для аналізу чутливості визначається в кожному конкретному випадку з урахуванням поточної ситуації.

П'ятий етап процедури – прийняття обґрунтованого рішення щодо вибору найбільш еколого-соціально безпечного технологічного заходу ЕБВ.

Значення глобальних пріоритетів для всієї ієрархії і результат дослідження чутливості моделі дозволяють фахівцеві обґрунтувати вибір найбільш ефективного технологічного заходу.

Висновки

Проведений аналіз дозволяє визначити загальну стратегію управління еколого-соціальною безпекою населених пунктів України, розташованих на евтрофованих водних об'єктах, шляхом розробки рекомендацій з впровадження ТЗ ЕБВ з використанням метода МАІ.

Література

1. Гончарук, В. В. Исследование мутагенности и генотоксичности питьевой воды / В. В. Гончарук, М. Р. Верголяс, И. В. Болтина // *Химия и технология воды*. - 2013. - Т. 35, № 5. - С. 426-435. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/KhTV_2013_35_5_8
2. Дмитрієва, О.О. Екологічно безпечне водокористування у населених пунктах України [Текст] / О.О. Дмитрієва. – К.: Рада по вивченню продуктивних сил України НАН України, 2008. – 459 с.
3. Дмитрієва, О.О. Еколого-соціальне оцінювання стану евтрофованих водних об'єктів [Текст] / О.О. Дмитрієва, І.В. Хоренжася // *Екологія и промышленность*. – 2016. – № 1(46). – 105 – 110.
4. Сиренко, Л.А. Растительность и бактериальное население Днепра и днепровских водохранилищ [Текст] / Л.А. Сиренко, И.А. Корелява, Л.Е. Михайленко и др. – К. : Изд-во "Наук. думка", 1989. – 231 с.
5. Оксуюк, О.П. Санитарная гидробиология в современный период. Основные положения, методология, задачи [Текст] / О.П. Оксуюк, О.А. Давыдов // *Гидробиологический журнал*. — 2012. — Т. 48, № 6. — С. 50-65. — Библиогр.: 19 назв. — рос.
6. Niamien–Ebrottie, J.E., Bhattacharyya, S. Cyanobacteria and cyanotoxins in the World: Review / J.E. Niamien–Ebrottie, S. Bhattacharyya, P.R. Deep, B. Nayak // *International Journal of Applied Research*. – 1 (8). – 2015 – P. 563-569.
7. Саати, Т.Л. Принятие решений: Метод анализа иерархий [Текст] : пер. с англ. / Т. Л. Саати ; Переводчик Р. Г. Вачнадзе. – М. : Радио и связь, 1993. – 314 с.
8. Аніщенко, Л.Я. Оцінка пріоритетності варіантів здійснення планованої діяльності за критеріями екологічної безпеки [Текст]/ Л.Я. Аніщенко, Б.С. Сverdlov, Л.А. Пісня // *Восточно-европейский журнал передовых технологий*. – 2009. –№ 4. – С. 22-28.
9. Дмитрієва, Е.А. Модель соответствия законодательной базы Украины и Директив ЕС в области биоразнообразия / Е. А. Дмитрієва, В. В. Браткевич, Н. А. Телюра // *Комунальне господарство міст. Серія : Технічні науки та архітектури*. - 2016. - Вип. 132. - С. 80-87. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/kgm_tech_2016_132_15
10. СППР MPRIORITY 1.0 - Режим доступу: <http://www.tomakechoice.com/mpriority.html>

Reference

1. Goncharuk, V., Vergolyas, M., Boltina, I. (2013). Research of mutagenicity and genotoxicity of drinking water. *Chemistry and Technology of Water*, 35, No(5), 426-435 Retrieved from: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1024-2014%D1%80>

2. Dmitrieva, O.O. (2008). Sustainable water use in settlements of Ukraine. *Council of Productive Forces of Ukraine*, 459.
3. Dmitrieva, O.O., Khorenzhaya, I.V. (2016). *Ekologosotsialne otsynuyuvannya will become evtrofovanyh water ob'ektiv*. *Ecology and Industry*, 1 (46), 105-110.
4. Sirenko, L.A., Korelyova, I.A., Mikhailenko, L.E. (1989). *Vegetation and bacterial population of the Dnieper and Dnieper reservoirs*. K."Nauk. Dumka", 231.
5. Osyuk, O.P., Davydov, O.A. (2012). *Sanitary hydrobiology in the modern period. Main provisions, methodology, tasks*. *Hydrobiological Journal*, 48 (6), 50-65.
6. Niamien–Ebrottie, J.E., Bhattacharyya, S. (2015). *Cyanobacteria and cyanotoxins in the World: Review* *International Journal of Applied Research*, 1 (8), 563-569.
7. Saati, T.L. (1993). *Decision Making: The method of analyzing hierarchies*. *Radio and Communication*, 314.
8. Anishenko, L.Y., Sverdlov, B.S., Pisnya, L.A. (2009). *Estimation of the priority of the options for implementation of the planned activity according to the criteria of environmental safety*. *East-European Journal of Advanced Technologies*, 4., 22-28.
9. Dmitrieva, E.A., Bratkevich, V.V., Teliura, N.A. (2016). *Model of compliance of the legislative base of Ukraine and EU Directives in the field of biodiversity. Communal economy of cities. Series: Engineering and Architecture*, 132, 80-87 Retrieved from: http://nbuv.gov.ua/UJRN/kgm_tech_2016_132_15 10 MPRIORITY 1.0 Retrieved from: <http://www.tomakechoice.com/mpriority.html>

Автор: ДМИТРИЄВА Олена Олексіївна
Науково-дослідний інститут «Український науково-дослідний інститут екологічних проблем», м. Харків», доктор. економічних. наук, старший науковий співробітник.
E-mail – dmitrieva.olena@gmail.com
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7494-0674>

Автор: ТЕЛЮРА Наталія Олександрівна
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків, старший викладач.
E-mail – nata.teliura@ukr.net
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0732-7789>

Автор: ХОРЕНЖАСЯ Ірина Віталіївна
Комітет Верховної Ради України з питань екологічної політики, природокористування та ліквідації наслідків Чорнобильської катастрофи, м. Київ, кандидат. технічних. наук, головний консультант
E-mail – khorenzhaja@v.rada.gov.ua
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2107-2893>

PROCEDURE OF THE BASIC SELECTION OF THE BEST TECHNOLOGICAL DECISION OF WATER USE IN THE UKRAINIAN SETTLEMENTS

O.O.Dmitrieva¹, N.O. Teliura², I.V. Khorenzhaja³

¹ Research Institution «Ukrainian Research Institute of Environmental Problems», Kharkiv, Ukraine

² O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

³ Committee of the Supreme Council of Ukraine on environmental policy, environmental management and liquidation of the consequences of the Chernobyl disaster, Kiev, Ukraine

The article proposes a methodology for selecting certain technologies for environmentally safe water disposal in the settlements of Ukraine located on eutrophicated water bodies. The relative importance of certain factors for the introduction of environmentally safe water disposal using the analytic hierarchy process (HP) is defined as the basis for the management system of ecologically safe water using - an important component of environmental and social security of Ukrainian settlements. The Analytic Hierarchy Process (AHP), introduced by Thomas Saaty (1980), is an effective tool for dealing with complex decision making, and may aid the decision maker to set priorities and make the best decision. By reducing complex decisions to a series of pairwise comparisons, and then synthesizing the results, the AHP helps to capture both subjective and objective aspects of a decision.

Keywords: *sustainable development, ecologically safe water using, program-analytical procedures, environmental safety, eutrophicated water bodies*