На кожному з цих рівнів заходи, які проводяться, повинні поділятися на первинні та вторинні. Первинні заходи сприяють переводу факторів візуального походження в оптимальний інтервал впливу, а вторинні спрямовані на максимальне зниження можливого негативного ефекту.

Список літератури: 1. *Гандзюк М.П., Желібо Є.П.,. Халімовський М.О*. Основи охорони праці: Підручник. 3-є вид./За ред. М.П. Гандзюка.- К.: Каравела, 2005.- 392 с. 2.*Сергета И.В., Подригало Л.В., Малачкова Н.В.* Офтальмо-гигиенические аспекты современного визуального окружения детей, подростков и молодежи. Монография. –Винница: Издательство-типография «Діло». ФЛП Данилюк В.Г., 2009.- 176 с.

Поступила в редколлегию 21.05.2011

УДК 662.987:541.13:628.33

І. В. УРЯДНІКОВА , канд. техн. наук, доц., ОНПУ, Одеса
В. М. ЗАПЛАТИНСЬКИЙ, канд. с.-г. наук, доц., НАУ, Київ

ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ МІНІМІЗАЦІЇ РИЗИКІВ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ З МЕТОЮ ЗАГАЛЬНОГО ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ДОВКІЛЛЯ

Виконано економічне обґрунтування мінімізації ризиків в системах водопідготовки і водоочистки ТЕС і ТЕЦ з метою загального підвищення екологічної безпеки довкілля. Встановлено, що система водоочищення є досить чутливою до зміни ймовірності роботи її елементів і достатня ефективність може бути отримана з порівняно малими витратами. Розрахунки показали, що мінімізацію ризику в системах водопідготовки і водоочищення ТЕС і ТЕЦ варто проводити до рівня 0,018 – 0,019. У цьому випадку можна одержати рівновагу між втратами внаслідок погіршення екологічного стану, у разі високого рівня ризику, і витратами на зменшення цього рівня.
Ключові слова: екологічна безпека, ризики, економічне обґрунтування, теплоенергетичні системи.

Выполнено экономическое обоснование минимизации рисков в системах водоподготовки и водоочистки ТЕС и ТЭЦ с целью общего повышения экологической безопасности окружающей среды. Установлено, что система водоочистки является достаточно чувствительной к изменению вероятности работы ее элементов и достаточная эффективность может быть получена из сравнительно малыми расходами. Расчеты показали, что минимизацию риска в системах водоподготовки и водоочистки ТЕС и ТЭЦ стоит проводить до уровня 0,018 – 0,019. В этом случае можно получить равновесие между потерями в результате ухудшения экологического состояния, в случае высокого уровня риска, и расходами на уменьшение этого уровня.
Ключевые слова: экологическая безопасность, риски, экономическое обоснование, теплоэнергетические системы

Presented feasibility of minimizing risk in water treatment and purification systems with the aim to the total increase of ecological safety of the environment.The system of water purification is very sensitive to changes in the probability of its elements and sufficient performance may be obtained with relatively low cost, but it takes quite a bit of calculations, which can be made according to the methodology of this work.Shown that the risk in water treatment systems and water treatment plants should be minimize to the level of 0.018 - 0.019. In this case, one can get a balance between losses

due to the worsening ecological situation, where a high level of risk exists and the costs of reducing this level.

Key words: environmental security, risk, feasibility, heat power system.

Сучасна теплоенергетика використовує велику кількість води, яка є теплоносієм в енергетичних установках і після виробничого циклу регенерується та скидається у водне середовище.

На жаль, сучасні методи очищення вод у теплоенергетиці не позбавлені ризиків порушення забезпечення нормативних показників якості води, що обумовлено різноманітністю забруднюючих речовин, а також специфічністю методів очищення води, які відрізняються за фізико-хімічними принципами й конструктивними рішеннями очисного обладнання. У разі недотримання нормативів якості води відбувається безпосереднє забруднення водного середовища внаслідок скидання забрудненої води, погіршуються показники роботи котлів, знижується їх ККД, і як наслідок для одержання потрібної кількості енергії необхідно витрачати додаткове паливо, що теж збільшує забруднення повітряного басейну, ґрунту, створює додаткову екологічну загрозу флорі, фауні та людині. Таким чином, вищезгадані ризики одержання недоброякісної води при роботі систем водоочищення й водопідготовки (СВіВ) у теплоенергетиці, за своєю суттю є екологічними ризиками.

Зменшення шкідливих впливів на довкілля й підтримка екологічної безпеки може бути забезпечена в першу чергу за рахунок удосконалення процесів водоочищення й водопідготовки в теплоенергетиці. Проте, сьогодні відсутні методи обґрунтування теоретичних основ оцінок техногенного ризику від неякісного очищення води, не розроблені підходи щодо пошуку оптимальних форм управління екологічною безпекою енергетичних об’єктів.

Тому для вирішення цих проблем представляємо алгоритм оптимального управління екологічними ризиками в теплоенергетиці при водоочищенні та техніко-економічне обґрунтування на прикладі роботи блока установки електрокоагуляційної очистки, характеристики якої досить досконально вивчені автором у роботах [1, 2].

Алгоритм складається із наступних розділів, які перераховані нижче.

Ризик у системі водоочищення в теплоенергетиці варто розглядати як імовірність одержання неочищеної чи недоочищеної води на виході цієї системи при її експлуатації.

2. Як правило, системи водоочищення в теплоенергетиці складаються з трьох ланцюгів (ліній).

а) лінія очищення води для подачі її в енергогенеруючі установки;

б) лінія очищення підживлюючої води;

в) лінія очищення скидної води.

Відмови в цих лініях, що викликають відповідні ризики при роботі, є спільними ймовірнісними подіями, тобто відмовлення в одній з ліній не виключає появу відмовлень в інших лініях. Тому ризик при роботі системи водоочистки буде дорівнювати ймовірнісній сумі ризиків у всіх трьох лініях.

3. Ризики в лініях *а* і *б* можуть реалізовуватися, як економічні ризики, оскільки неочищена вода приводить до зменшення терміну служби енергогенеруючих установок і погіршенню їхніх експлуатаційних характеристик.

Ризик у лінії *в* буде реалізовуватися як соціально – екологічний ризик, тому, що неочищена вода, потрапляючи в навколишнє середовище, завдає шкоди довкіллю, а також життю і здоров'ю людей.

4. Для визначення ступеня ризику, ранжирування ризиків у загальному випадку доцільно проводити по станах у яких знаходиться система під час експлуатації, тобто ризики повинні розглядатися для:

а) стану системи коли є випадки відмовлень одного чи декількох елементів,

б) стану позаштатної роботи через часткові відмовлення її елементів чи при несприятливих зовнішніх впливах на систему;

в) стану штатної роботи системи водоочищення, коли ризики можуть бути результатом природної інерційності робочих процесів.

Для техніко-економічного обґрунтування розглянемо блок установки електрокоагуляційної очистки, який у середньому складається з трьох електрокоагуляторів кожен з яких працює за схемою, яка показана на рис.1.

Загальна продуктивність становить 30 $м^3$/год. Тривалість міжремонтного циклу складає 25920 годин.

Імовірності штатної працездатності елементів за літературними даними [1, 3] і за даними досліджень складуть:

$P_1 = 0,95$; $P_2=0,95$; $P_3 = 0,95$; $P_4 = 0,95$; $P_5 = 0,98$; $P_6 =0,98$; $P_7 =0,98$; $P_8 = 0,95$.

Це означає, що ймовірність відмов блоків системи становить:

$P_{в1}= 0,05$; $P_{в2}= 0,05$; $P_{в3}=0,05$; $P_{в4} = 0,05$; $P_{в5}= 0,02$; $P_{в6} = 0,02$; $P_{в7} = 0,02$; $P_{в8} =0,05$

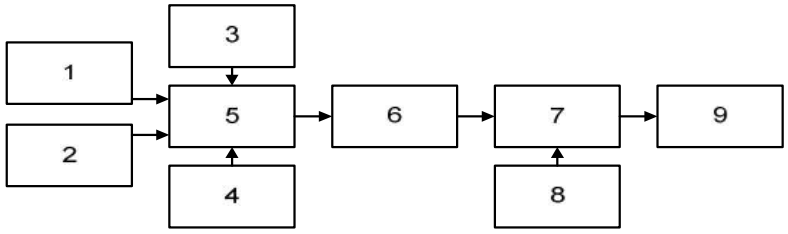

Рис.1. Структурна схема електрокоагуляційної установки. 1 - блок електрогенерованого коагулянту, 2 - електроблок генерування окислювача, 3 - джерело лугу, 4 - джерело водо-повітряної суміші, 5 - блок електрокоагуляції, 6 - блок осадження, 7 - блок нейтралізації, 8 - блок генерування O_2, 9 - очищена вода

Застосуємо програму матриці поєднань, яка має вигляд, показаний на рис. 2. Якщо ми заповнимо її ймовірностями працездатності блоків зробимо відповідні розрахунки, то отримаємо результати показані на рис. 3.

Розрахунки ймовірності відмов поєднань елементів займають дуже багато місця і тому, як приклад, показано перший кадр розрахунків подвійних поєднань.

Рис.2. Вихідний стан матриці поєднань для аналізу досліджуваної системи

Рис.3. Результати розрахунку подвійних поєднань блоків системи електрокоагуляції.

Дослідження ймовірності відмов системи, як повних так і часткових за допомогою матриці поєднань показують, що найбільш "слабкі" поєднання, це поєднання куди входять блоки 2 (електроблок генерування окислювача) і 8 (блок генерування O_2).

Якщо підвищити ймовірність працездатності блоку 2 і блоку 8, наприклад до значення до 0,98, то це дозволило б оптимізувати роботу цього поєднання таким чином, що міжремонтний цикл збільшився би на 20 %, тобто на 5184 години. Це, в свою чергу, дало б можливість додатково очистити 155,5 тис. $м^3$ води, тобто враховуючи ціну 1 $м^3$ очищеної води, додатково одержати продукції на 1492992 грн. В перерахунку на рік це складе 492480 грн/рік, або 1,565 грн/$м^3$.

З технічного боку це можливо зробити, але треба враховувати той факт, що підвищення надійності роботи блоку 2 і 8 потребує збільшення витрат, причому кожен наступний відсоток підвищення працездатності, як правило коштує на порядок більше ніж попередній. Опираючись на дослідження [4-6] можна одержати результати, які дані у таблиці 1.

Таблиця 1.Результати розрахунку ймовірності відмов та економічної ефективності на прикладі електрокоагуляційної системи водоочищення

Варіанти	P_2, %	P_8, %	P_2x P_8,%	Загальні витрати, грн	Збільшення міжремонт-ного циклу, %	Додат-кова продук-ція, $м^3$	Прибуток, грн	Чистий прибуток, грн
1	95	95	90,25	0	0	0	0	0
2	95	96	91,20	500	3,28	25505	244844	244344
3	95	97	92,15	5000	6,56	51010	489696	484696
4	95	98	93,10	50000	9,84	76516	734553	684553
5	96	96	92,16	1000	6,597	51298	492461	491461
6	97	97	94,09	10000	13,26	77060	739776	729776
7	98	98	96,04	100000	20	103109	1492992	1392992

У графічній формі більшість з цих даних може бути показана на рис. 4.

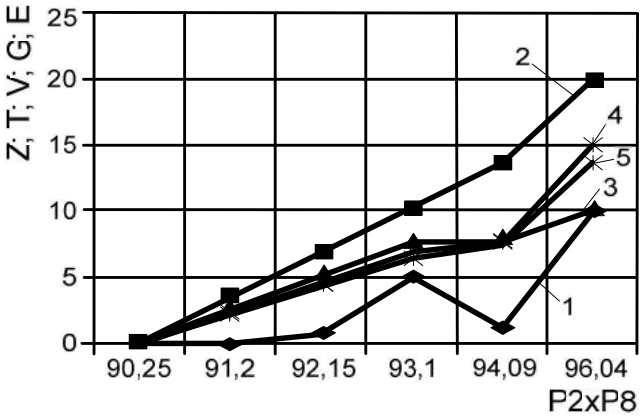

Рис. 4. Результати підвищення надійності блоків, які мають найбільший ризик за розрахунками по матриці поєднань. 1.Z - загальні витрати на підвищення працездатності елементів, грн х 10^4; 2.T- збільшення міжремонтного циклу, %; 3.V - додаткова кількість продукції, $м^3$ х 10^4; 4. G - вартість додаткової кількості продукції, грн х 10^5; 5.E- чистий прибуток, грн х 10^5;

Аналізуючи одержані результати у даному конкретному прикладі, можна говорити, що найбільш продуктивний варіант це варіант 7 за таблицею, який надає найвищий прибуток. Цьому варіанту відповідає крапка 96,04 на рис. 4.

Обравши даний найкращий варіант проведемо детальні розрахунки, які показали, що: при застосування таких умов існує можливість додатково очистити 152332 $м^3$ води, тобто враховуючи ціну 1 $м^3$ очищеної води, додатково одержати продукції на 1392992 грн. Перераховуючи на рік це складає 444979 грн/рік, або 1,414 грн/$м^3$.

Таким самис чином, можна розрахувати за допомогою матриці поєднань будь-яку технічну систему, яка працює на будь-яких технічних принципах.

Збитки від викидів забруднюючих речовин теплоенергетичних об'єктів в повітряний і в водний басейни України підраховані згідно методик, введених наказами Міністерства охорони навколишнього природного середовища України № 37 від 18.05.95, № 48 від 31.01.2002, а також № 48/16064 від 21 січня 2009 р. [7, 8].

Зважаючи на результати цих розрахунків можна стверджувати наступне - ймовірність ризиків, що дорівнює 0,03 в системах водопідготовки і водоочистки ТЕС і ТЕЦ, дає збитки $6{,}252 \cdot 10^9$ грн/рік, або $864 \cdot 10^6$ $ (шість мільярдів двісті п'ятдесят два мільйони грн/рік, або вісімсот шістдесят чотири мільйона доларів/рік).

Таким чином, треба відповісти на питання до якої межі мінімізувати ризики і яка буде при цьому економічна доцільність.

Звертаючи увагу на данні таблиці 1 можна побудувати таблицю витрат на мінімізацію ризиків, віднесених на 1 $м^3$, а також витрат, які необхідні для мінімізації ризиків у межах всієї України, ураховуючи кількість води, що вживається ТЕС і ТЕЦ.

Зіставляючи витрати на мінімізацію ризиків зі шкодою, якої завдають ці ризики, при умові, що величина шкоди зменшується пропорційно зменшенню ймовірності ризику, можна одержати данні, які подані на рис. 5. Як видно з рис.6 мінімізацію ризику економічно доцільно проводити до крапки пересічення кривих 1 і 2, тобто до величини ймовірності 0,018 – 0,019.

Таблиця 2. Витрати для мінімізації ризиків

Величина ризику %	Витрати за рік грн./ т	Витрати за рік у межах України грн.	Витрати за рік у межах України $
3	$3{,}8 \cdot 10^{-3}$	$0{,}195 \cdot 10^{9}$	$0{,}04063 \cdot 10^{9}$
2	$38 \cdot 10^{-3}$	$1{,}95 \cdot 10^{9}$	$0{,}4063 \cdot 10^{9}$
1	$380 \cdot 10^{-3}$	$19{,}5 \cdot 10^{9}$	$4{,}063 \cdot 10^{9}$

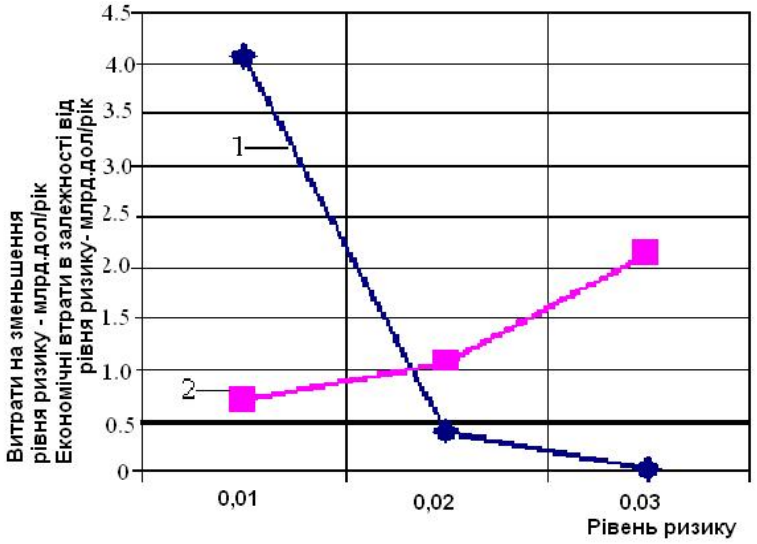

Рис. 5. 1 - Зростання витрат для зменшення ризику.
2 - Зростання втрат при зростанні ризику.

У цьому разі можна одержати рівновагу між втратами внаслідок погіршення екологічного становища у разі високого рівня ризику і витратами на зменшення цього рівню. Практичні результати безумовно потребують уточнення шляхом моніторингу, який необхідно проводити у масштабі всієї держави. Але треба прийняти до уваги, що у масштабі України це зменшує шкоду від екологічного забруднення до рівня $3{,}75 \cdot 10^{9}$ грн/рік, тобто зменшує витрати держави на 25 млрд. грн/рік, або на 500 млн. дол. (у цінах 2008 року).

Висновки

1. Дослідження економічної ефективності дає підставу зробити висновок, що система водоочищення є досить чутливою до зміни ймовірності роботи її елементів і достатня ефективність може бути отримана з порівняно малими витратами, але потрібен досить великий обсяг розрахунків, який може бути виконаний за методологією цієї роботи.

2. Отримані дані показують, що є можливість додатково очистити 152332 $м^3$ води, тобто враховуючи ціну 1 $м^3$ очищеної води, додатково одержати продукції на 1392992 грн. Перераховуючи на рік це складає 444979 грн/рік, або 1,414 грн/$м^3$.

3. Орієнтовні розрахунки, які проведені для масштабу всієї країни, показують, що мінімізацію ризику в системах водопідготовки і водоочищення ТЕС і ТЕЦ варто проводити до рівня 0,018 – 0,019. У цьому разі можна одержати рівновагу між втратами з-за погіршення екологічного становища, у разі високого рівня ризику, і витратами на зменшення цього рівня.

Список літератури:1. Разработка комплексной безотходной технологии утилизации сточных вод ТЭЦ БКХЗ: Отчет о НИР / Северодонецкий технологический институт ВУГУ; № 83936937. – Северодонецк, 1993. – 200 с. 2. *Уряднікова І.В.* Ресурсозберігаюча технологія підготовки теплоносія для теплових енергоустановок: Дис… канд. техн. наук: 05.14.14 / Уряднікова Інга

Вікторівна. – Одеса., 2001. – 200 с. 3. *Хенли Э.Дж.*. Надежность технических систем и оценка риска: пер.с англ./ Хенли Э.Дж.., Кумамото Х. — М.: Машиностроение, 1984.—528 с. 4. *Уряднікова І.В.* Методологія визначення ризиків при проектуванні і експлуатації систем водоочистки : материалы научно-технической конференции [«Новые и нетрадиционные технологии в ресурсо- и энергосбережении»], (Одеса, 28-29 сентября 2006 г.)/ Министерство образования и науки Украины. – Одесса. – 2006.- с. 109 – 112. 5. *Урядникова И.В.* Расчет вероятностей возникновения рисков в результате отказов различных блоков системы водоочистки ТЭЦ / И.В. Урядникова, В.Г. Лебедев // Холодильна техніка і технологія. - Одеса, 2005. - № 2 (94). - С. 53 - 55. 6. *Уряднікова І.В., Лебедєв В.Г.* Визначення ймовірностей ризиків при роботі системи водоочищення в перехідному і усталеному режимах / І.В. Уряднікова, В.Г. Лебедєв // Наукові вісті НТУУ "КПІ". - Київ, 2005. - № 3 (41). - С. 96 - 99. 7. Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, заподіяних державі внаслідок порушення законодавства про охорону та раціональне використання водних ресурсів: Наказ Міністерства охорони навколишнього середовища та ядерної безпеки України № 37 від 18.05.95. - Зареєстровано в Міністерстві юстиції України, м. Київ 1 червня 1995 року за № 162/698, (Із змінами, внесеними згідно з Наказами Мінекобезпеки № 116 (z0477-95) від 26.10.95, № 8 (z0043-96) від 30.01.96, Наказом Мінекоресурсів № 48 (z0155-02) від 31.01.2002). 8. Методики розрахунку розмірів відшкодування збитків, які заподіяні державі в результаті наднормативних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря: Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища України від 10 грудня 2008 року № 639. - Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 січня 2009 р. за № 48/16064.

Поступила в редколлегию 12.05.2011

УДК 538.69:331.45

А.В.ПИСАРЭВ , канд. військ.наук, НЮАУ ім.Я. Мудрого, Харків
В.А.МОЛОДЦОВ , канд.військ.наук, НЮАУ Мудрого, Харків
А.Ф.ЛАЗУТСЬКИЙ , канд. військ.наук, НЮАУ ім.Я. Мудрого, Харків
В.О.ТАБУНЕНКО, канд.. техн. наук, Академія Внутрішніх Військ МВС України, Харків
П.Д.БУРЯК , ст. викл., Академія Внутрішніх Військ МВС України, Харків

ХАРАКТЕРИСТИКА І НАСЛІДКИ ВТОРИННИХ РАДІОАКТИВНИХ ЗАБРУДНЕНЬ

В статті розглянуті коефіцієнти диспергування і перенесення, які визначаються експериментальним і розрахунковим шляхами та дозволяють прогнозувати вторинне радіоактивне забруднення при контакті із забрудненими поверхнями різних об’єктів.

В статье рассматриваются коэффициенты диспергирования и перенесения, которые определяются экспериментальным и расчетным путями и позволяют прогнозировать вторичное радиоактивное загрязнение при контакте с загрязненными поверхностями разных объектов.

In the article the considered coefficients of dispergating and transference, which are determined experimental and calculation ways and allow to forecast the second radiocontammant at a contact with the muddy surfaces of different objects.

Постановка проблеми: Вторинним радіоактивним (РА) забрудненням вважається перехід РА речовин з раніше забрудненого об'єкту на чистий