

## ОЦІНКА ВПЛИВУ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА НА ДОВКІЛЛЯ ТА ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИРОДООХОРОННИХ ЗАХОДІВ НА ПРИКЛАДІ ООО «ТОЧПРИЛАД» (м. ХАРКІВ, УКРАЇНА)

Макаренко Д. М., Лобов С. О.

### 1. Вступ

Прояви негативного впливу забруднення складників біосфери – атмосфери, гідросфери, літосфери, феносфери – вельми різноманітні. Поряд із збитком, що наноситься здоров'ю людей, забруднення довкілля приводить до великих економічних втрат через:

- різке зменшення продуктивності природних і штучних біосистем;
- прискорену корозію устаткування і матеріалів;
- прямі і непрямі втрати продукції і т. ін. [1, 2].

Природно, що основну тривогу викликає руйнівна дія забруднення біосфери на здоров'я людини, характер якої може бути самим різним. Це, перш за все, токсична дія багатьох хімічних речовин, що приводять до гострого або хронічного отруєння організму. Багато агресивних речовин, а також випромінювання великої інтенсивності можуть викликати травматичні пошкодження органів (шкірного покриву, зору, слуху і т. д.). Ряд речовин, що містяться у відкритих виробництвах, викликає зміни чутливості організму до зовнішніх дій – алергію. Нарешті, деякі речовини і випромінювання є канцерогенними або мутагенними, тобто можуть стати причиною ракових захворювань або генетичної патології [3–5]. Значна кількість шкідливих речовин із стічними водами підприємств поступає у водоймища, скорочуючи таким чином запаси питної води. Питання впливу забруднення довкілля на живі організми і організм людини багато в чому ще залишаються відкритими, тому є актуальними. Також варто зазначити, що знаючи склад викидів небезпечних речовин можна отримувати економічний прибуток за рахунок вловлювання шкідливих речовин, які в подальшому можуть бути використані в якості товарного продукту.

Таким чином, *об'єктом дослідження* є вплив промислового підприємства на довкілля. *Метою роботи* є оцінка впливу промислового підприємства на довкілля та ефективності природоохоронних заходів на прикладі ТОВ «Точприбор» (м. Харків, Україна). Проведена оцінка дасть можливість розрахувати отриманий економічний ефект від цих заходів на досліджуємому підприємстві.

### 2. Методика проведення досліджень

ТОВ «Точприлад» випускає електродні котли та оптико-механічні прилади різноманітного призначення [6]. Основним джерелом забруднення атмосфери ТОВ «Точприлад» є вентиляційні установки, що видаляють забруднене повітря від технологічного устаткування виробничих ділянок, а також від допоміжних підрозділів і служб. Також джерелом забруднень є:

1. Зарядна станція АТС (автоматична телефонна станція), де при зарядці лужних акумуляторів через дефлектор виділяються пари натрію гідроокису.

2. Оптичний цех, де проводиться обробка деталей на центрувальних верстатах ЦС-10 (Білорусія), що працюють з охолодженим мінеральним маслом. При роботі верстатів в атмосферу виділяються пари мінерального масла.

3. Станція очистки промстоків. Джерелом забруднення є накопичувач стоків, від якого в атмосферу виділяються пари сірчаної кислоти.

4. Механічний цех, що обладнаний заточувальними верстатами, які є джерелом забруднення атмосфери абразивно-металевим пилом.

5. Гальванічна ділянка, де джерелом забруднення є ванни електрохімічного знежирення і ванни гальванічного чавлення. В атмосферу виділяються: натрію гідроксид і соляна кислота.

6. Паросилова ділянка, де джерелами забруднення є заточувальні верстати.

7. Зварювальні пости, де при виконанні електрозварювальних робіт електродами АНО-4 в атмосферу виділяються марганець і заліза оксид.

8. Гараж-стоянка, де джерелом забруднення атмосфери є двигуни внутрішнього згоряння, при розігріванні яких в атмосферу викидаються: вуглецю оксид, вуглеці граничні, азоту діоксид, сажа, ангідрид сірчистий, свинець, бенз(а)пірен.

9. Фарбувальна ділянка, де при виробництві робіт (фарбування устаткування, трубопроводів) в атмосферу виділяються: бутілацетат, етилцелюлоза, ацетон, спирт бутиловий, толуол.

10. Енерго-механічна ділянка, де джерелом забруднення абразивно-металевим пилом є заточувальні верстати.

За ступенем небезпеки речовини розподіляються на 4 класи. Із забруднюючих речовин, що викидаються підприємством в атмосферу, до І класу небезпеки належать свинець, бензапірен. Також слід зазначити, що у перспективі розвитку підприємства збільшення виробничих потужностей не передбачається.

ТОВ «Точприлад» відноситься до IV категорії небезпеки. Аварійні і залпові викиди на підприємстві відсутні. Звалища і полігони промислових твердих відходів на ТОВ «Точприлад» відсутні.

Власного полігону підприємство не має. Вивіз неутилізованих промислових відходів виробляється згідно з дозволом міської Санітарно-епідеміологічної станції.

На підставі додатка 4 до Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів [7] для промислового майданчику ТОВ «Точприлад» встановлюється нормативна санітарно-захисна зона (СЗЗ) 100 м.

Розрахунок забрудненості повітряного басейну викидами станційних джерел підприємства показав, що на існуюче положення немає перевищень норм гранично-допустимих концентрацій (ГДК) в житловій забудові і на кордоні СЗЗ по всім інгредієнтам, що підлягають розрахунку [8].

Оскільки житлова забудова входить в кордони нормативної СЗЗ, а максимальні приземні концентрації забруднюючих речовин не перевищують 0,3 ГДК поблизу житлової забудови, пропонується прийняти кордон СЗЗ в східному і північно-східному напрямі по кордону житлової забудови. В останніх

напрямах в межах нормативної СЗЗ.

В табл. 1 наведено дані щодо витрати сировини та матеріалів на підприємстві в розрізі потенційно-небезпечних речовин.

**Таблиця 1**

Витрата сировини і допоміжних матеріалів в цілому по підприємству

№ п/п	Найменування сировини	Споживана кількість за 2018 р.	Одиниці виміру
1	Бензин	65	т
2	Дизпаливо	95	т
3	Масило моторне	0,2	т
4	Електроди: АНО-4 ЛКМ: НЦ-132 ЛФ-115	0,105 0,09 0,905	т
5	Сода каустична	0,15	т
6	Кислота соляна	0,72	т
7	Кислота сірчана	0,07	т
8	Кислота азотна	0,121	т
9	Поліетилен	1,5	т
10	Поліпропілен	1,5	т
11	Полістирол	1,5	т
12	Деревина	15	м <sup>3</sup>
13	Лампи люмінесцентні	250	шт.
14	Акумулятори	10	шт.
15	Толуол	148	кг
16	Емаль	50	кг
17	Розчинник	30	кг
18	Прокат чорних металів	100	кг
19	Прокат кольорових металів	129	кг
20	Шини для автомобілів	20	шт.
21	Карбід	142	кг

**Примітка:** інформація по матеріалам ТОВ «Точприлад» [6]

В табл. 2 наведена характеристика викидів забруднюючих речовин в атмосферу в цілому по підприємству

**Таблиця 2**

Характеристика викидів забруднюючих речовин в атмосферу в цілому по підприємству

№ п/п	Забруднюючі речовини	Фактичний викид, т/рік		Уловлено на очисних спорудах, т/рік	Викинуто в атмосферу, т/рік	Тимчасово погоджений викид (ТПВ), т/рік	Гранично допустимий викид (ГДВ), т/рік
	Найменування	Код	–				
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Пил металевий	10414	0,00891	0	0,00891	0,00891	0,0089
2	Пил абразивний	10431	0,00716	0,00591	0,00125	0,00716	0,0071
3	Аерозоль лак	11510	0,0149	0,012263	0,0026	0,0149	0,0149
4	Марганець	143	0,00011	0	0,00011	0,000111	0,0001
5	Свинець	184	0,00023	0	0,00023	0,000233	0,0002

**Продовження таблиці 2**

1	2	3	4	5	6	7	8
6	Азоту діоксид	301	0,0653	0	0,0653	0,0653	0,0653
7	Азоту оксид	304	0,00083	0	0,0008	0,00083	0,0008
8	Водень хлористий	316	0,09300	0	0,093	0,093	0,093
9	Кислота сірчана	322	0,00013	0	0,00013	0,000135	0,0001
10	Сажа	328	0,01021	0	0,01021	0,01021	0,0102
11	Ангідрид сірчистий	330	0,01424	0	0,01424	0,01424	0,0142
12	Вуглецю оксид	337	0,54782	0	0,54782	0,54782	0,5478
13	Ксилол	616	0,2040	0	0,204	0,204000	0,204
14	Стирол	620	0,00045	0	0,00045	0,00045	0,0004
15	Толуол	621	0,03	0	0,03	0,03	0,03
16	Спирт бутиловий	1042	0,011	0	0,011	0,011	0,011
17	Спирт етиловий	1061	0,014	0	0,014	0,014	0,014
18	Бутілацетат	1210	0,0058	0	0,0058	0,0058	0,0058
19	Ацетон	1401	0,0058	0	0,0058	0,005800	0,0058
20	Оцтова кислота	1555	0,0029	0	0,0029	0,0029	0,0029
21	Бензин	2704	0,00142	0	0,00142	0,00142	0,00142
22	Вуглевод	2754	0,0816	0	0,0816	0,10044	0,1004
23	Заліза оксид	123	0,00217	0	0,00217	0,00217	0,0021
24	Бензапірен	703	0,347	0	0,347	0,347	0,347
25	Луг ідкий	150	0,00217	0	0,00217	0,00217	0,0021
27	Гас	2732	0,00018	0	0,00018	0,000189	0,00018
28	Масло мінеральне	2735	0,00058	0,0000464	0,000012	0,00058	0,00058
29	Уайт-спіріт	2752	0,20400	0	0,204	0,204	0,204
30	Пил деревинний	10293	0,0033000	0	0,0033000	0,0033000	0,0033
	Усього	–	1,386046	0,01822	1,36783	1,40489	1,40489

**Примітка:** інформація по матеріалам ТОВ «Точприбор» [6]

Дані про концентрацію забруднюючих речовин в стічній воді ТОВ «Точприлад» і тимчасово допустимі величини показників (ДВП) якості стічних вод при скиданні в міську каналізаційну мережу представлені в табл. 3.

**Таблиця 3**

**Концентрація забруднюючих речовин стічної води підприємства**

№ п/п	Найменування речовини	Одиниці виміру	Величина концентрації	ДВП
1	2	3	4	5
1	pH	–	7,5	6,5–8,5
2	Зважені речовини	мг/л	232	232
3	БПК <sub>5</sub>	мг/л	180	180
4	Нафта і нафтопродукти	мг/л	5	5
5	Сульфати	мг/л	235	235
6	Хлориди	мг/л	810	500
7	Синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР)	мг/л	0,2	0,2
8	Жири	мг/л	4	4
9	Залізо	мг/л	6,0	4
10	Мідь	мг/л	1,0	1

**Продовження таблиці 3**

1	2	3	4	5
11	Хром <sup>3+</sup>	мг/л	0,15	0,15
12	Хром <sup>6+</sup>	мг/л	0,15	0,15
13	Ефіро-розчинні речовини	мг/л	9,0	9
14	Цинк	мг/л	1,0	1
15	Азот амонійний	мг/л	20	20
16	Нітрити	мг/л	6,5	6,5
17	Нітрати	мг/л	10,5	10,5
18	Нікель	мг/л	1,5	1,5
19	Фосфати	мг/л	3,5	3,5
20	Сульфід	мг/л	1,0	1,0
21	Толуол	мг/л	35	28

**Примітка:** інформація по матеріалам ТОВ «Точприлад» [6]

Тож, для відповідності якості стічних вод нормативам на скидання в міську каналізацію м. Харкова (Україна) за умови зниження наступних забруднюючих речовин:

- хлоридів до 500 мг/л;
- заліза до 4 мг/л;
- толуола до 28 мг/л.

На ТОВ «Точприлад» в процесі виробництва утворюються роздрібні відходи. Їх кількість, хімічний склад і шляхи утилізації представлені в табл. 4.

**Таблиця 4**

**Характеристика відходів, що утворюються на підприємстві**

Найменування відходів	Технологічний процес, де утворюються відходи	Кількість відходів, що утворилися, т/рік, і шляхи їх утилізації				
		Хімічний склад, клас небезпеки (КН)	Усього	у тому числі		
				передано іншим організаціям	використано на підприємстві	вивезено на звалище
1	2	3	4	5	6	7
лампи ртутні, шт.	виробничі цехи	1 КН (тверді, негорючі, що не розчиняються у воді, ті, що отруюють, ртуть – 0,01, скло – 60, сталь – 30, люмінофор – 9,99 %)	200	150	–	–
свинцеві пластини, т	гараж	1 КН (свинець, тверді, негорючі)	0,3	–	0,3	–
нафтовідходи, масла моторні, т	гараж	2 КН (рідкі, пальні, малорозчинні у воді, вуглеводи – 90 %, зважені речовини)	0,5	0,5	–	–

## Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5	6	7
електроліт, т	гараж	2 КН (рідкі, непальні, добре розчинні у воді, кислота – 30 %, вода дистильована – 70 %)	0,034	0,034	–	–
електроліт АКБ (автомобільна акумуляторна кислотна батарея), т відпрацьовані розчинники, т	промивання скла	3 КН (рідкі, негорючі, розчинні у воді, толуол – 100 %)	0,2	–	0,2	–
лом Al, т	металообробка	3 КН (тверді, негорючі, нерозчинні у воді, Al – 90 %)	1,997	1,997	–	–
відпрацьовані емульсії, т	металообробка	3 КН (пастоподібні, пальні, малорозчинні у воді, індустріальні масла – 10 %, вода – 90 %)	–	–	0,02	–
лом чорних металів, т	механічна металообработка	3 КН (тверді, негорючі, нерозчинні у воді, Fe – 87 %)	20,16	19,06	–	–
фільтри маслені, т	гараж	3 КН (тверді, пальні, нерозчинні у воді, тканина – 90 %, нафтопродукти – 10 %)	0,03	0,03	–	–
осад з відстійника, т	станція очищення промислових відходів виробництва	4 КН (пастоподібні, негорючі)	0,32	0,32	–	–
відходи, які містять азбест, т	гараж	4 КН (тверді, негорючі, нерозчинні у воді, Fe, азбест)	0,12	0,12	–	–
фільтри повітряні, т	гараж	4 КН (тверді, горючі, нерозчинні у воді, тканина – 95 %, нафтопродукти – 5 %)	0,01	0,01	–	–

**Закінчення таблиці 4**

1	2	3	4	5	6	7
деревні відходи, тирса, т	виробничий цех	4 КН (тверді, горючі, нерозчинні у воді, целюлоза – 100 %)	0,4	0,1	0,4	–
мул карбідний, т	газоварювальні роботи	4 КН (пастоподібні, розчинні у воді, негорючі, гідроксид кальцію)	0,06	–	0,08	–
пил пилогазоочисних установок	виробничі цехи	4 КН (тверді, негорючі, нерозчинні у воді, SiO <sub>2</sub> – 70 %, окалина – 30 %)	0,029	0,029	–	–
сміттєві території	територія	4 КН (тверді, горючі, пісок – 10 %, папір – 20 %, органіка – 70 %)	4,495	4,495	–	–
відпрацьовані шини	гараж	4 КН (тверді, негорючі, нерозчинні у воді, гума – 80 %, текстиль – 20 %)	0,113	–	–	0,113
корпус АКБ	гараж	4 КН (тверді, негорючі, нерозчинні у воді, свинець – 55 %, пластмаса – 45 %)	0,012	0,12	–	–

**Примітка:** інформація по матеріалам ТОВ «Точприлад» [6]

Таким чином, можна зробити наступний висновок, що на підприємстві ТОВ «Точприлад» утворюється 28,4 т/рік промислових відходів і 200 штук люмінесцентних ламп, у тому числі:

- I класу – 0,3 т/рік;
- II класу – 0,54 т/рік;
- III класу – 22,47 т/рік;
- IV класу – 5,16 т/рік; 0,4 м<sup>3</sup>/рік – деревних відходів; 1,5 т/рік – інертних.

Знешкоджується на підприємстві 0,06 т/рік відходів II-го класу. Виводиться на вторинну переробку 51,3 т/рік.

### **3. Результати досліджень та обговорення**

Для зниження викидів пилу на ТОВ «Точприлад» є 6 газоочисних установок. Газоочисна установка на джерелах 2 і 3 є фільтром аерозольним,

який очищає повітря, забруднене парами масла мінерального, ефективність очищення – 80 %. Фарбувальна камера джерела 6 обладнана гравійним фільтром для очищення від аерозолу, лакофарбових матеріалів з ефективністю 82,3 %. Заточувальні верстати джерела 7 оснащені нестандартним циклоном типу ЦН-11 (Росія), ефективність очищення абразивно-металевого пилу – 75,2 %. Викиди пилу абразивно-металевого від заточувального верстата джерела 12 поступають на очищення в пиловловлюючий агрегат типу ПА-212 (Україна) з рукавним фільтром, ефективність очищення – 85,7 %. Заточувальні верстати джерела 17 обладнані ЗІЛ-900 (Україна), ефективність очищення пилу абразивно-металевого – 86,8 %.

У табл. 5 представлені характеристики газоочисних установок (ГОУ).

**Таблиця 5**

**Характеристика газоочисних установок (ГОУ)**

Найменування ГОУ	Забруднюючі речовини, по яких проводиться очищення		Номер рівня очищення	Концентрація на вході в ГОУ (max), мг/м <sup>3</sup>	Ефективність очищення	Концентрація на виході з ГОУ (max), мг/м <sup>3</sup>
	код	найменування				
Фільтр аерозольний	2735	масло мінеральне	1	3,54	80,2	0,7
Фільтр аерозольний	2735	масло мінеральне	1	3,5	80	0,7
Гравійний фільтр	11510	аерозоль	1	42,4	82,3	7,5
Циклон нестандартний ЦН-11	10431	пил	1	56,5	75,2	14
Агрегат пиловловлюючий ПА-212М фільтр рукавний	10431	пил	1	62,9	85,7	9
ЗІЛ-900	10431	пил	1	73,9	86,8	9,75

**Примітка:** інформація по матеріалам ТОВ «Точприлад» [6]

В результаті можна зробити висновок, що газоочисні установки працюють дуже добре, ефективність очищення в середньому складає 82 %. Хоча, загалом, ТОВ «Точприлад» недостатньо забезпечено пилогазоочисними установками, оскільки вони є на 6 джерелах з 20.

В цілому основні джерела забруднення впливають на навколишнє середовище наступним чином:

*Атмосфера.* Основним джерелом впливу на стан атмосферного повітря є оксид вуглецю. Розрахунок розсіювання проводиться згідно методики [9]. Дана методика дозволяє проводити розрахунки розсіювання домішок, що викидаються в атмосферу як одиночними, точковими та лінійними, так і групою



джерел з врахуванням впливу рельєфу місцевості.

Максимальне значення приземної концентрації шкідливої речовини ( $C_m$ ) при викиді газоповітряної суміші з одиночного точкового джерела з круглим гирлом досягається при несприятливих метеорологічних умовах на відстані ( $X_m$ ) і розраховується по формулі:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m' \cdot \eta}{H^{7/3}}, \quad (1)$$

де  $A$  – коефіцієнт, залежний від температурної стратифікації атмосфери;

$M$  – маса шкідливої речовини, що викидається в атмосферу в одиницю часу, г/с;

$F$  – коефіцієнт, що враховує швидкість осідання шкідливих речовин в повітрі;

$m'$  – коефіцієнт, що враховує умови виходу газоповітряної суміші з гирла джерела викиду;

$H$  – висота джерела викиду над рівнем землі, м;

$\eta$  – коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу місцевості.

Оскільки  $\Delta T = T_T - T_B$ ,  $\Delta T = 0$  °С, то джерело викиду є холодним.

Для набуття значення коефіцієнта  $m'$  визначаємо наступні проміжні коефіцієнти:

$$\omega'_m = 1,3 \cdot \frac{\omega_r \cdot D}{H}, \quad (2)$$

де  $\omega_r$  – швидкість виходу газоповітряної суміші з димаря, м/с;

$D$  – діаметр гирла димаря, м.

$$f_e = 800(\omega'_m)^3, \quad \omega'_m = 1,107,$$

$$f_e = 1086,46, \quad m' = 0,9.$$

Оскільки  $\omega'_m \geq 0,5$  та  $f_e \geq 100$ , то використовуємо формулу (1) та отримуємо значення:

$$C_m = 0,0029 \text{ мг/м}^3.$$

Оскільки максимальна гранична концентрація нижча ГДК<sub>с.д</sub> (3 мг/м<sup>3</sup>), то розрахунок розсіювання по оксиду вуглецю проводити недоцільно.

*Гідросфера.* Підприємство ТОВ «Точприлад» не надає прямого впливу на поруч розташовані гідрологічні об'єкти унаслідок того, що промисловий майданчик обладнаний зливною і виробничою мережами каналізації. Скидання стічних вод здійснюється в каналізацію, а збір поверхневого стоку в зливовий колектор.

Колектор, що є зливовим, охоплює приблизно 3,039 га території майданчика. Для визначення витрати зливових вод вивчена кліматична характеристика м. Харкова (Україна), стан території, дахи на підприємстві. Річна витрата поверхневого стоку складає 7570 м<sup>3</sup>/рік.

Режим скидання зливових вод залежить від тривалості дощів. Максимальна можлива витрата зливових вод по існуючому колектору 70,3 л/с. Середній рівень опадів в місті складає 700 мм/рік.

У зв'язку з тим, що ємкості для збору зливових вод на підприємстві немає, якість зливових вод можна лише прогнозувати. При прогнозі якості зливових вод використані дані проекту-нормативу ГДВ.

*Підземні води.* Можливими джерелами негативного впливу на підземні води можуть бути:

- витік стічних вод з каналізаційних труб;
- протік нафтопродуктів з автотранспорту, що є на підприємстві;
- попадання на ґрунт використовуваної сировини з подальшою інфільтрацією;
- аерозольні викиди підприємства, що вимиваються атмосферними опадами.

*Ґрунти.* Зростаючі обсяги промислового виробництва обумовлюють забруднення ґрунту, рослин і водних джерел хімічними речовинами і сполук з викидів в атмосферу, твердих відходів і стічних вод міст і окремих промислових об'єктів. Накопичення цих речовин і сполук в природних середовищах стає небезпечним для здоров'я людини.

Особливо токсичними забрудниками, що володіють канцерогенними властивостями, є важкі метали, нітрати, фтор, бенз(а)пірен та ін.

При проведенні науково-дослідної роботи по обстеженню ґрунтів і рослинності в зоні діяльності ТОВ «Точприлад» на забруднення їх токсичними елементами, були отримані наступні висновки:

1. У ґрунтах санітарно-захисної зони підприємства «Точприлад» вміст важких металів в основному не перевищує гранично-допустимі концентрації, хоча декілька вище в порівнянні з вмістом їх в незабрудненому (еталонному) середовищі.

2. Більш низький вміст важких металів в шарі 30-40 см, в порівнянні з кількістю їх в шарі 0–15 см свідчить про відсутність пересування металів в профілі ґрунтів з атмосферними опадами і, таким чином, виключається попадання в ґрунтові води з ґрунту.

3. Техногенні викиди заводу в атмосферу сприяють збільшенню вмісту в ґрунті міді, нікелю і цинку.

4. Істотний «вклад» в забруднення атмосфери і ґрунту із західного боку заводу свинцем, кадмієм і цинком вносить автомобільний транспорт (вміст свинцю вищий за ГДК).

При дослідженні ТОВ «Точприлад» було виявлено, що в стічних водах спостерігається перевищення ГДК по толуолу, хлоридам і залізу. Тому пропонується додаткове очищення стічних вод.

В результаті скоротиться забір і скидання води, зменшується плата за перевищення скидання.

Економічний ефект визначається за формулами [10]:

$$E = \text{Результати} - \text{Витрати}, \quad (3)$$

$$\text{Результат} = \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 + P_T, \quad (4)$$

$$\text{Витрати} = k \cdot E_H + C, \quad (5)$$

де  $k$  – капітальні вклади;

$E_H = 0,12$  (рік)<sup>-1</sup>, нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

$C$  – експлуатаційні роботи на здійснення природоохоронних заходів;

$\Delta P_1$  = існуюче водоспоживання – проектне водоспоживання;

$\Delta P_2$  = існуюче водовідведення – проектне водовідведення;

$\Delta P_3$  – зниження оплати за забруднення толуолом;

$P_T$  – вартість видобутого толуолу.

Плата за забір води – 0,33 дол./м<sup>3</sup>.

Плата за скидання води – 0,31 дол./м<sup>3</sup>.

Водоспоживання фактичне оптичного цеху – 25,2 м<sup>3</sup>/добу.

Водоспоживання проектне оптичного цеху – 15 м<sup>3</sup>/добу.

Водовідведення фактичного цеху – 23,94 м<sup>3</sup>/добу.

Водовідведення оптичного цеху – 8,9 м<sup>3</sup>/добу.

Вартість толуолу – 1,42 дол./кг.

Вартість металу – 9,62 дол./м<sup>2</sup>.

Плата за підвищення концентрації толуолу в стічній воді – 0,69 дол./м<sup>3</sup>.

Перевищення по толуолу складає 7 мг/л. Помноживши на фактичне водовідведення і на кількість робочих днів отримаємо кількість толуолу, яку можна витягувати із стічної води і продавати. Якщо помножить це на вартість толуолу отримаємо видобутий толуол:

$$P_m = 7000 \frac{\text{МГ}}{\text{М}^3} \cdot 23,94 \frac{\text{М}^3}{\text{добу}} \cdot 251 \text{діб} \cdot 1,42 \frac{\text{ДОЛ.}}{\text{КГ}} = 59,85 \frac{\text{ДОЛ.}}{\text{РІК}};$$

$$\Delta P_1 = \left( 25,2 \frac{\text{М}^3}{\text{добу}} - 15 \frac{\text{М}^3}{\text{добу}} \right) \cdot 251 \text{діб} =$$

$$= 2560,2 \frac{\text{М}^3}{\text{РІК}} \cdot 0,33 \frac{\text{ДОЛ.}}{\text{М}^3} = 856,68 \frac{\text{ДОЛ.}}{\text{РІК}};$$

$$\Delta P_2 = (23,9 - 8,9) \cdot 251 = 3765 \frac{\text{М}^3}{\text{РІК}} \cdot 0,31 \frac{\text{ДОЛ.}}{\text{М}^3} = 1175,84 \frac{\text{ДОЛ.}}{\text{РІК}};$$

$$\Delta P_3 = \left( 23,94 \frac{\text{М}^3}{\text{добу}} \cdot 0,69 \frac{\text{ДОЛ.}}{\text{М}^3} - 8,9 \frac{\text{М}^3}{\text{добу}} \cdot 0,31 \frac{\text{ДОЛ.}}{\text{М}^3} \right) \times$$

$$\times 251 \text{діб} = 3462,37 \frac{\text{ДОЛ.}}{\text{РІК}}.$$

Капітальні вклади ( $k$ ) включають вартість установки і вартість елемента (дистилятора):

$$k = 6,5 \text{ м}^2 \cdot 1,5 \cdot 9,62 \frac{\text{ДОЛ.}}{\text{М}^2} = 93,8 \text{ ДОЛ.};$$

$$C = 62,5 \frac{\text{ДОЛ.}}{\text{РІК}} \text{ (дані з установки ВІТ1, Україна).}$$

$$E = (856,68 + 1175,84 + 3462,37 + 59,85) - \\ - (93,8 \cdot 0,12 + 62,5) = 5398,32 \frac{\text{ДОЛ.}}{\text{РІК}}$$

Як видно, розрахунки підтверджують економічну ефективність запропонованого заходу.

Також можна запропонувати розглянути можливість очищення зливових стічних вод з території підприємства, що дозволить понизити скидання забруднень із зливовими водами.

#### **4. Висновки**

В ході дослідження показано, що максимальні приземні концентрації забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу джерелами підприємства, малі порівняно з ГДК, тому заходи щодо зниження викидів до нормативного рівня не передбачаються. Екстремальний вплив шляхом підвищеного забруднення міського стоку можливий при порушенні роботи очисних споруд, тому необхідно здійснювати періодичний контроль за вступом стічних вод на очищення і роботою споруджень очищення. В даний час рівень забруднення ґрунтів і рослин важкими металами, що містяться в техногенних викидах ТОВ «Точприлад» в цілому не перевищує гранично-допустимих значень. Враховуючи несільськогосподарський характер використання земель санітарно-захисної зони заводу повторне обстеження ґрунтів на забруднення, згідно з експертною оцінкою при існуючій технології виробництва, рекомендується проводити не раніше, чим через 15–20 років. З метою зменшення техногенного впливу викидів на довкілля необхідно удосконалювати технологію виробництва і систему газопилових викидів ТОВ «Точприлад». Економічний ефект від запропонованого додаткового очищення стічних вод становить 5398,32 дол./рік.

#### **Література**

1. Экология: учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Тотай А. В. и др.; под общ. ред. Тотая А. В., Корсакова А. В. 4-е изд., перераб. и доп. Москва : Юрайт, 2016. 450 с.
2. Экология города / под ред. Стольберга Ф. В. К.: Лібра, 2000. 464 с.
3. Экземплярский Н. С., Багаева О. И., Бразговка О. В. Влияние химических веществ на организм человека и их гигиеническое нормирование // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2015. № 11, Т. 1. С. 767–768.
4. Красенюк И. С. Виды вредных веществ и их воздействие на организм человека как один из аспектов энергосбережения // Эпоха науки. 2015. № 4. С. 424–428.

5. Келина Н. Ю., Безручко Н. В., Рубцов Г. К., Чичкин С. Н. Оценка воздействия химического загрязнения окружающей среды как фактора риска для здоровья человека: аналитический обзор // Вестник Томского государственного педагогического университета. Экология. 2010. № 3 (93). С. 156–161.

6. ПАО «Точприбор». URL: <http://www.tochpribor.kharkov.com>

7. Додаток № 4 // Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів: Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 19 червня 1996 р. № 173. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96>

8. Обобщенный перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно-безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов. Москва, 1990. 49 с.

9. Охрана окружающей среды: Справочник / сост. Шариков Л. П. Ленинград, 1978. 506 с.

10. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200000112>

11. Экономическая эффективность природоохранных мероприятий и оценка экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды: учеб. пособие / Нечипорук Н. В., Кобрин В. Н., Голованова М. А. и др. Харьков: Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «Харьковский авиационный институт», 2012. 88 с.