

doi.org/10.29295/2311-7257-2021-105-3-51-57
УДК 696.1(060.13)

Алейнікова А.І.¹, Сорокін Б.С.², Сорокіна В.Ю.¹

¹ Харківський національний університет будівництва та архітектури
(вул. Сумська, 40, м. Харків, 61002, Україна; e-mail: alevtynaal222@gmail.com,
valeriaasorokinaa@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-2486-4263>,
<http://orcid.org/0000-0002-9574-5253>)

² КП «Харківводоканал»
(вул. Шевченка, 2, м. Харків, 61013, Україна; e-mail: bs_vodokanal@ukr.net;
<http://orcid.org/0000-0002-7218-2179>)

РОЗРАХУНОК ЕФЕКТИВНОСТІ ВПРОВАДЖЕННЯ МОНІТОРИНГУ СТІЙКОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ КОМПЛЕКСУ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ МЕРЕЖ І СПОРУД

Подовження експлуатаційного ресурсу та стійке функціонування каналізаційних мереж і споруд комунального господарства України є основним питанням, яке необхідно вирішувати експлуатаційним організаціям в умовах реформування житлово-комунальної системи послуг. Дослідження умов експлуатації комплексу каналізаційних мереж і споруд показує, що більшість аварій викликані корозійними процесами, що складає приблизно 80-90% від загальної кількості. Економічна складова забезпечення ефективної роботи інженерних мереж та споруд водовідведення накладає певні матеріальні зобов'язання для підприємств каналізаційного господарства в умовах недостатнього фінансування галузі. У цьому аспекті необхідно виділити моніторинг стійкого функціонування комплексу каналізаційних мереж і споруд та оцінити ефективність його впровадження. Метою статті є розрахунок ефективності впровадження системи моніторингу стійкого функціонування комплексу каналізаційних мереж і споруд. За допомогою використання методів економічного прогнозування було розраховано показники аварійності та проведено порівняльний аналіз з попередніми роками. Відмічаємо постійне стрімке зростання витрат на ремонт каналізаційний шахт з року в рік, що вкотре підтверджує актуальність та своєчасність проведення даного дослідження, адже ці всі витрати можна скоротити за рахунок впровадження системи моніторингу.

Авторами запропоновано проводити два види моніторингу – періодичний, який здійснюється 4 рази на рік та масштабний, що проводиться 1 раз на рік (влітку). Побудовано календарний графік моніторингу загроз аварій каналізаційних шахт. Встановлено, сума періодичного моніторингу складе 388280 грн. Сума масштабного моніторингу, який здійснюється один раз на рік, складає 291210 грн., а загальна сума поточних витрат на здійснення всього комплексу системи моніторингу складає 679490 грн. При цьому витрати на рік в порівнянні з попереднім періодом, без використання системи моніторингу та наявними витратами на ліквідацію аварій, скоротяться в середньому на 80%.

Ключові слова: комплекс каналізаційних мереж і споруд, знос, моніторинг, ефективність

Вступ. Високий показник зносу розподільчої системи водовідведення спонукає не тільки до технічного розвитку та застосування новітніх технологій відновлення, а й до впровадження управлінських рішень та комплексної системи моніторингу за стійкістю функціонування комплексу каналізаційних мереж та споруд. Для формування методологічних принципів організаційно-технологічного моніторингу сталого функціонування комплексу каналізаційних мереж і споруд доцільно розглядати комплекс каналізаційних мереж і споруд, як виробничо-технологічний елемент системи експлуатуючого підприємства каналізаційного господарства, який створений для виконання певної цільової функції в забезпеченні централізованим водовідведенням населення. Необхідно відзначити, що моніторинг має відображати реальний стан розглянутої системи в кожний нинішній момент і надавати можливість оцінювати і визначати основні напрями її розвитку на перспективу. У цьому аспекті необхідно виділити моніторинг стійкого функціонування комплексу каналізаційних мереж і споруд та оцінити ефективність його впровадження.

Матеріали і методи досліджень. З метою більш раціонального прийняття рішень стосовно капіталовкладень та необхідності проведення моніторингу необхідно прогнозувати можливі майбутні витрати на ліквідування аварій та ремонт.

Прогнозування являє собою процес науково обґрунтованого передбачення майбутнього, що формує інформаційний базис для прийняття управлінських рішень.

Багатьма науковцями прогнозування розглядається як невід’ємна складова управлінського процесу, що передуює розробці будь-яких заходів. За своєю суттю прогнозування, являє собою процес науково обґрунтованого передбачення майбутнього, що характеризується певною мірою ймовірності та невизначеності й формує інформаційний базис для прийняття управлінських рішень [3]. Так як, прогнозування являється частиною управлінського процесу, тому йому притаманні об’єкт та суб’єкт (рис. 1).

Отже метою статті є розрахунок ефективності впровадження моніторингу комплексу каналізаційних мереж і споруд з використанням методу прогнозування як частини управлінського процесу.

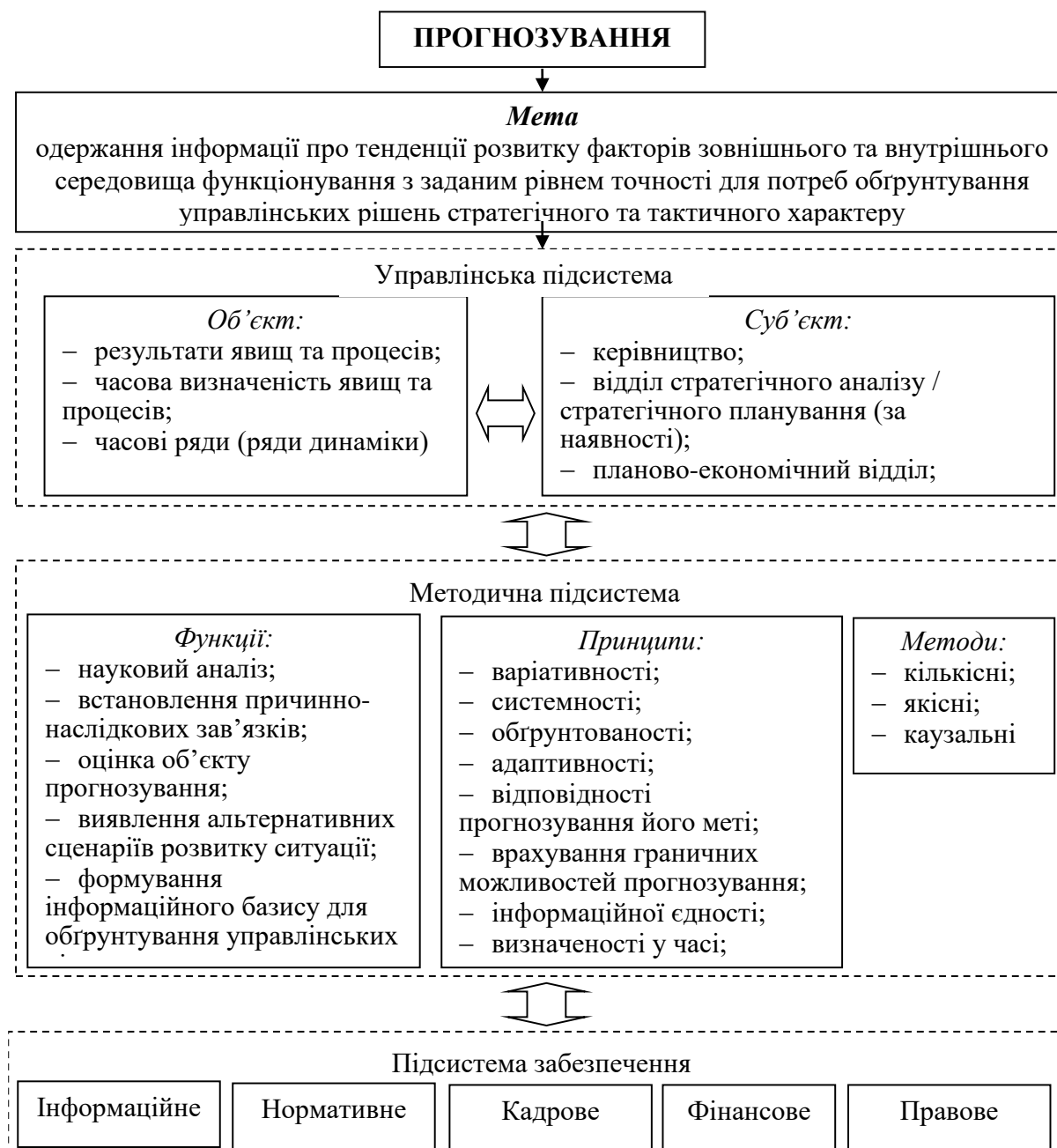


Рис. 1. Основні компоненти методології прогнозування

Результати досліджень. За допомогою використання методів економічного прогнозування було визначено оптимальне рівняння трендів середніх витрат на ремонт каналізаційних шахт (табл. 1).

Таблиця 1 – Прогнозні тренди витрат на ремонт каналізаційних шахт

Вид ремонту	Витрати на ремонт (трьох видів) за роками (тис.грн)				
	2016	2017	2018	2019	2020
Ремонт 1	4051,28	4344,28	4438,37	4592,746	4824,314
Ремонт 2	4141,56	4193,99	4241,5	4435,19	4784,453
Ремонт 2	16500,92	17213,56	17465,73	18233,58	18924,32
Середнє значення	8231,253	8583,943	8715,2	9087,172	9511,027
Прогнозне рівняння	$y = 27,395x^2 - 141,96x + 9098,6$				
Коефіцієнт детермінації (R^2)	$R^2 = 0,9856$				

Для більш наглядного сприйняття динаміка витрат на ремонт каналізаційних шахт репрезентовано на рис. 2.

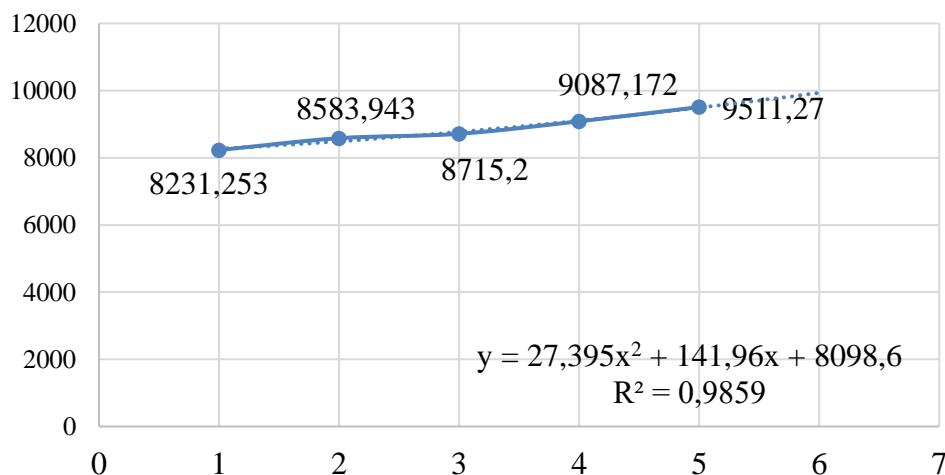


Рис. 2. Динаміка витрат на ремонт каналізаційних шахт

За допомогою порівняння рівняння прогнозування за різними функціями було відібрано ту функцію, коефіцієнт детермінації якої апроксимує значення з найбільшим рівнем ймовірності. В даному випадку – це поліноміальна функція другого порядку ($R^2 = 0,9856$) (табл. 2).

Таблиця 2 – Прогнозні значення витрат на ремонт каналізаційних шахт

Показник	Прогнозний рік 1 (2021)	Прогнозний рік 2 (2022)	Прогнозний рік 3 (2023)
Витрати на ремонт, тис. грн.	9936,58	10434,67	10987,56

Примітка: розраховано автором на основі табл. 1

Для того щоб порівняти прогнозовані показники з попередніми роками необхідно розрахувати їх ланцюговий темп приросту (табл. 3).

З розрахунків, що наведені в табл. 3 відмічаємо постійне стрімке зростання витрат на ремонт каналізаційний шахт з року в рік, що вкотре підтверджує актуальність та своєчасність проведення даного дослідження, адже ці всі витрати можна скоротити за рахунок впровадження системи моніторингу. Задля забезпечення належного функціонування каналізаційних шахт, що досліджуються, необхідне постійне проведення моніторингових заходів. Система моніторингу включає в себе кілька етапів за різними видами моніторингу.

Таблиця 3 – Ланцюгові темпи приросту витрат на ремонт каналізаційних шахт

Роки	Витрати на ремонт (середні значення)
2016	8231,253
2017	8583,943
Ланцюгові темпи приросту (+), скорочення (-), %	4,28
2018	8715,2
Ланцюгові темпи приросту (+), скорочення (-), %	1,53
2019	9087,172
Ланцюгові темпи приросту (+), скорочення (-), %	4,27
2020	9511,027
Ланцюгові темпи приросту (+), скорочення (-), %	4,67
2021*	9936,58
Ланцюгові темпи приросту (+), скорочення (-), %	4,47
2022*	10434,67
Ланцюгові темпи приросту (+), скорочення (-), %	5,01
2023*	10987,56
Ланцюгові темпи приросту (+), скорочення (-), %	5,3

Авторами пропонується проводити два види моніторингу – періодичний, який здійснюється 4 рази на рік та масштабний, що проводиться 1 раз на рік (влітку). Обидва види моніторингу проводяться моніторинговою групою, що складається з п’яти осіб: керівника моніторингової групи, інженера з технічного нагляду та 3 робітників.

У обов’язки керівника моніторингової групи входить: планування проведення моніторингу, загальне координування та складання звіту моніторингу. Інженер з технічного нагляду проводить аналіз стосовно відповідності роботи досліджуваної каналізаційної шахти з встановленими законодавством нормами. Робітники проводять обстеження забруднень та легкість проходів трубопроводів, щільність прилягання та легкість відкриття кришки люків, ретельне обстеження стану стінок, перекриттів і лотків, устя трубопроводів.

Періодичний моніторинг включає в себе наступні види робіт: виявлення та своєчасне попередження порушення нормальної роботи водовідвідної мережі, з’ясування причини, що загрожують її цілісності.

Масштабний моніторинг, в свою чергу, включає наступні роботи – виявлення дефектів технічного стану та гідравлічних умов роботи каналізаційної мережі. Ретельне обстеження усередині всіх колодязів, гирл трубопроводів, прохідних каналів, перевірка дії устаткування й арматури, а також ліквідація дрібних несправностей силами бригади.

В таблиці 4 представлений календарний графік проведення моніторингів продовж року, враховуючи їх види та етапи.

Як видно з календарного графіку, процес моніторингу розподілений рівномірно у часі задля забезпечення системності наглядових та контрольних заходів, що забезпечить максимальний рівень запобігання аваріям та впровадження превентивних заходів щодо виникаючих загроз, залежно від виду моніторингу.

Виникає необхідність розрахунку обсягу поточних витрат, пов’язаних з моніторинговими заходами.

Розрахунок витрат буде здійснений відповідно до елементів економічних витрат, які включають: матеріальні витрати, витрати на оплату праці, відрахування на соціальні заходи, амортизаційні відрахування та інші витрати.

Таблиця 4 – Календарний графік моніторингу загроз аварій каналізаційних шахт

	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень
ПМ1												
ПМ2												
ММ												
ПМ3												
ПМ4												
ПР												

Умовні позначення:

ПЕ	планування моніторингового маршруту, підготовчий етап
ПМ 1-4	періодичний моніторинг
ММ	масштабний моніторинг
Л	ліквідація виявлених загроз виникнення аварій
ПР	поточний ремонт за необхідності

В таблиці 5 представлено розрахунок поточних витрат за умов різних видів моніторингу загроз аварій каналізаційних шахт.

Таблиця 5 – Витрати за умов різних видів моніторингу загроз аварій каналізаційних шахт, грн

№ п/п	Витрати	Періодичний моніторинг	Масштабний моніторинг
1	Матеріальні витрати	16800	50400
2	Витрати на оплату праці	46500	139500
3	Відрахування на соціальні заходи	10230	30690
4	Амортизаційні відрахування	11390	34170
5	Інші витрати	12150	36450
	Разом собівартість	97070	291210

З таблиці 5 можна констатувати, що один періодичний моніторинг коштуватиме 97070 грн, при цьому відповідно до календарного графіку він здійснюється 4 рази на рік. Таким чином, сума періодичного моніторингу складе 388280 грн. Сума масштабного моніторингу, який здійснюється один раз на рік, складає 291210 грн. При цьому загальна сума поточних витрат на здійснення всього комплексу системи моніторингу складає 679490 грн.

При цьому витрати на рік в порівнянні з попереднім періодом, без використання системи моніторингу та наявними витратами на ліквідацію аварій, скоротяться в середньому на 80% (розрахунок представлено в таблиці 6).

Таблиця 6 – Розрахунок скорочення витрат на ліквідацію аварій через використання системи моніторингу

Показник	Значення показника
Середнє значення витрати на ліквідацію однієї аварії, тис. грн	9511,03
Середнє значення витрати на ліквідацію 12 аварій на рік, тис. грн	114132,33
Витрати на поточні ремонти з урахуванням ліквідації загрози серйозних аварій, тис. грн	22826,47
Поточні витрати на здійснення всього комплексу системи моніторингу, тис. грн	679,49
Загальна сума поточних витрат на систему моніторингу, тис. грн	23502,96
Економія (скорочення поточних витрат) з урахуванням використання системи моніторингу, тис. грн на рік	90629,37

Висновки. Таким чином, можна з упевненістю стверджувати, що запропонована авторами система моніторингу загроз аварій каналізаційних шахт підтверджує свою економічну ефективність і з точки зору окупності капіталовкладень, і з урахуванням економії поточних витрат.

Слід також зазначити, що попередження настання аварій несе не лише економічний, а й соціальний ефект, у вигляді зменшення кількості викидів шкідливих речовин у навколишнє природне середовище, а як наслідок, скорочення захворюваності населення.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Бондаренко Д.О., Булгаков В.В., Гармаш О.О., Гончаренко Д.Ф., Піліграм С.С. Каналізаційні тунелі Харкова: QUO VADIS? / під заг. ред. Гончаренко Д.Ф. Харків: Раритети України, 2018. 232 с.
2. Гончаренко Д. Ф., Алейнікова А.І., Гудилин Р. И. Канализационные тоннели и коллекторы – на пороге экологической катастрофы. Науковий вісник будівництва. Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. 2018. № 3. с. 110-115.
3. Goncharenko D., Aleinikova A., Ubiivovk A. Development of a rehabilitation method for sewer tunnels at the junctions to inspection shafts. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology Sciences. 2020. 2 (440). P. 55-62.
4. Гулевський П. Ю. Дослідження факторів, що впливають на надійність експлуатації каналізаційних тунелів в місцях приєднання до оглядових шахт. Науковий вісник будівництва. Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ. 2020. №101. С. 94- 100.
5. Anbari M., Massoud T., Abbas R. Risk assessment model to prioritize sewer pipes inspection in wastewater collection networks. Journal of environmental management. 2017. №190. P. 91-101.
6. Анохин С. Н. Методика моделирования экономической устойчивости промышленных предприятий в современных условиях. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2000. 40 с.
7. Фещур Р. В., Баранівська Х. С. Економічна стійкість підприємства – становлення понятійного базису. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». 2010. № 684: Проблеми економіки та управління. С. 284- 290.
8. Шибяев Е. В., Франкевич Ж. А. Экономический механизм выбора эффективных вариантов сооружения коммуникационных тоннелей. Горный информационно-аналитический бюллетень: научно-технический журнал. Москва: Горная книга, 2011. Вып. 1. С. 378–383
9. Методи економічного прогнозування. URL: <http://www.info-library.com.ua/books-text-5951.html>
10. Методи та моделі економічного прогнозування. URL: <https://library.if.ua/book/72/5247.html>

REFERENCES:

1. Bondarenko D. O., Bulgakov V. V., Garmash O. O., Goncharenko D. F., Piligram S. S. Kanalizatsiyni tuneli Harkova: QUO VADIS? / pid zag. red. Goncharenko D.F. Harkiv: Raritetyi Ukrainyi, 2018. 232 s.
2. Goncharenko D.F., Aleynikova A.I., Gudilin R. I. Kanalizatsionnyie tonneli i kollektoryi – na poroge ekologicheskoy katastrofyi. Naukoviy visnik budivnitstva. Harkiv: HNUBA, HOTV ABU. 2018. №3. s. 110-115
3. Goncharenko D., Aleinikova A., Ubiivovk A. Development of a rehabilitation method for sewer tunnels at the junctions to inspection shafts. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technology Sciences. 2020. 2 (440). p.55-62
4. Gulevskiy P. Yu. Doslidzhennya faktoriv, scho vplivayut na nadlynlst ekspluatatsiyi kanalizatsiynih tuneliv v mistsyah priednannya do oglyadovih shaft. Naukoviy visnik budivnitstva. Harkiv: HNUBA, HOTV ABU. 2020. #101. P. 94-100
5. Anbari M., Massoud T., Abbas R. Risk assessment model to prioritize sewer pipes inspection in wastewater collection networks. Journal of environmental management. 2017. 190. P. 91-101.
6. Anokhyn S. N. Metodyka modelyrovaniya ekonomicheskoi ustoichyvosti promyshlennykh predpriyatiy v sovremennykh usloviyakh. Saratov: Sarat. hos. tekhn. un-t, 2000. 40 s.
7. Feshchur R. V., Baranivska Kh. S. Ekonomichna stiikist pidpriemstva – stanovlennia poniatiinoho bazysu. Visnyk Natsionalnoho universytetu «Lvivska politehnika». 2010. № 684: Problemy ekonomiky ta upravlinnia. S. 284-290.
8. Shybaev E. V., Frankevych Zh. A. Ekonomicheskyy mekhanizm vibora efektyvnykh varyantov sooruzheniya kommunikatsyonnskh tonneli. Hornii y-nformatsyonno-analytycheskyi biulleten: nauchno-tekhnycheskyi zhurnal. Moskva: Hornaia knyha, 2011. Vip. 1. S. 378–383.
9. Metody ekonomichnoho prohnouzuvannia. URL: <http://www.info-library.com.ua/books-text-5951.html>
10. Metody ta modeli ekonomichnoho prohnouzuvannia. URL: <https://library.if.ua/book/72/5247.html>
11. Teoretychni osnovy kilkisnykh metodiv modelivuvannia ta prohnouzuvannia ekonomichnykh protsesiv. URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/retrieve>

11. Теоретичні основи кількісних методів моделювання та прогнозування економічних процесів. URL: <http://dspace.wunu.edu.ua/retrieve>
12. Настанова щодо науково-технічного моніторингу об'єктів будівництва. URL: <https://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2016/05/DSTU-N-NTM-ostatochna-redaktsiya-VTSBK-pravka-25.05.2016.pdf>

Aleinikova A.I., Sorokin B.S., Sorokina V.U. CALCULATION OF EFFICIENCY OF IMPLEMENTATION OF MONITORING OF SUSTAINABLE FUNCTIONING OF THE COMPLEX OF SEWERAGE NETWORKS AND STRUCTURES.

Prolongation of operational life and sustainable operation of sewerage networks and utilities of Ukraine is the main issue that needs to be addressed by operating organizations in terms of reforming the housing and communal services system. The study of the operating conditions of the complex of sewerage networks and structures shows that most accidents are caused by corrosion processes, which is approximately 80-90% of the total. The economic component of ensuring the efficient operation of utilities and sewerage facilities imposes certain material obligations for sewerage companies in conditions of insufficient funding of the industry. In this aspect, it is necessary to highlight the monitoring of sustainable operation of the complex of sewerage networks and structures and assess the effectiveness of its implementation. The purpose of the article is to calculate the effectiveness of the implementation of the system of monitoring the sustainable operation of the complex of sewerage networks and structures. Using the methods of economic forecasting, accident rates were calculated and a comparative analysis with previous years was conducted. We note a steady increase in the cost of repairing sewers from year to year, which once again confirms the relevance and timeliness of this study, because all these costs can be reduced through the introduction of a monitoring system.

The authors propose to conduct two types of monitoring - periodic, which is carried out 4 times a year and large-scale, which is carried out once a year (summer). The calendar schedule of monitoring of threats of accidents of sewer mines is constructed. It is established that the amount of periodic monitoring will be UAH 388,280. The amount of large-scale monitoring, which is carried out once a year, is 291210 UAH, and the total amount of current costs for the implementation of the entire complex of the monitoring system is 679490 UAH. At the same time, the costs per year compared to the previous period, without the use of the monitoring system and the available costs for the elimination of accidents, will be reduced by an average of 80%.

Keywords: complex of sewer networks and constructions, wear, monitoring, efficiency.