

створення рослинних угруповань, які сприятимуть швидшому відтворенню зональних комплексів мікобіоти та ґрунтів.

Література

1. Благовещенская Е.Ю. Динамика зараженности эндофитным грибом *Neotyphodium uncinatum* отдельных растений овсяницы луговой (*Festuca pratensis*) / Е.Ю. Благовещенская, Н.Ю. Костенко, Н.В. Разгуляева // Микология и фитопатология : сб. науч. тр. – 2008. – Т. 42, вып. 3. – С. 278-286.
2. Бровко Ф.М. Маслинка вузьколиста у культурфітоценозах відвальних ландшафтів України / Ф.М. Бровко // Лісове і садово-паркове господарство : сб. наук. праць. – 2012. – № 2. – С. 66-71.
3. Веселкин Д.В. Участие растений разного микотрофного статуса в техногенно-обусловленных сукцессиях в степной зоне Урала / Д.В. Веселкин, А.А. Бетехтина // Вестник ОГУ : сб. науч. тр. – 2011. – № 12, т. 131. – С. 44-47.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М. : Изд-во "Колос", 1979. – 416 с.
5. Дьяков Ю.Т. Популяционная биология фитопатогенных грибов / Ю.Т. Дьяков. – М. : Изд. дом "Муравей". – 1998. – 382 с.
6. Жданова Н.Н. Меланинсодержащие грибы в экстремальных условиях / Н.Н. Жданова, А.П. Василевская. – К. : Изд-во "Наук. думка", 1988. – 196 с.
7. Іутинська Г.О. Ґрунтова мікробіологія : навч. посіб. / Г.О. Іутинська. – К. : Вид-во "Арцестей", 2006. – 284 с.
8. Кириленко Т.С. Атлас родов почвенных грибов / Т.С. Кириленко. – К. : Изд-во "Наук. думка". – 1977. – 128 с.
9. Марфенина О.Е. Антропогенная экология почвенных грибов / О.Е. Марфенина. – М. : Изд-во "Медицина для всех". – 2005. – 196. – С. 160.
10. Методы почвенной микробиологии и биохимии / под ред. Д.Г. Звягинцева. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1991. – 303 с.
11. Мирчинк Т.Г. Почвенная микология / Т.Г. Мирчинк. – М. : Изд-во МГУ. – 1988. – 220 с.
12. Роде А.А. Почвоведение / А.А. Роде, В.Н. Смирнов. – М. : Изд-во "Вышш. шк.", 1972. – 480 с.
13. Свистова И.Д. Накопление токсичных видов микроскопических грибов в городских почвах / И.Д. Свистова, А.П. Щербаков, И.И. Корецкая // Гигиена и санитария : сб. науч. тр. – 2003. – № 5. – С. 22-25.
14. Спурр С.Г. Лесная экология / С.Г. Спурр, В.Б. Барнес. – М. : Изд-во "Лесн. пром-сть", 1984. – 480 с.
15. Tresner H.D. Soil microfungi in relation to the hardwood forest continuum in southern Wisconsin / H.D. Tresner, M.P. Bacus, J.T. Curtis // Mycologia. – 1954. – № 3. – Vol. 46. – Pp. 314-332.

Надійшла до редакції 01.03.2016 р.

Копий М.Л., Олиферчук В.П., Копий Л.И. Видовое разнообразие микромитозов почвы территории Новороздольского серного карьера

Проведен анализ роли микроорганизмов в трансформации органического опада в разных условиях среды. Отмечено позитивное влияние микоризных грибов в возобновлении поврежденных почв вследствие позитивного симбиоза с высшими растениями. Исследована микологическая структура почв в условиях сформированных экотопов на территории Новороздольского серного карьера. Установлено максимальное доминирование видового разнообразия грибов на участках из сформированными смешанными насаждениями (16 видов) и минимальным их участием в почве на вершине штучно отсыпанного холма (3 вида) В почвенных образцах экспериментальных секций на территории исследованного объекта определено 49 видов грибов, которые относятся к 7 родам, 6 семействам и 2 классам. Исследованные экотопы отличаются широким разнообразием грибов и равномерным (по частоте участия) видовым населением. Отмечена тенденция накопления вредных для человека (потенциально патогенных, аллергенных, микотоксичных) видов микроскопических грибов.

Ключевые слова: растительные ассоциации, микологическая структура почвы, виды грибов микромитозов.

Kopiy M.L., Oliferchuk V.P., Kopiy L.I. Species Diversity of Micromycetes in the Soil of Novyj Rozdil Sulfuric Quarry Territory

The analysis of the role of microorganisms in the transformation of organic litter in various environmental conditions is conducted. The positive impact of mycorrhizal fungi in the reconstruction of disturbed soils, due to positive symbiosis with higher plants is noted. The mycological structure of soils on experimental plots in the current ecotypes within the territory of Novyj Rozdil sulfuric quarry is studied. Maximum predominance of fungi species diversity in soils formed in areas of mixed stands (16 species) and their minimal participation in soils on top of artificial hill (3 types) are defined. In soil samples of research sections within the studied object 49 species of fungi, which belong to 7 genera, 6 families and 2 classes are identified. Researched ecotypes observed a wide fungi variety and even (frequency of spreading) species load. The tendency of accumulation a dangerous for humans (potentially pathogenic, allergenic, mycotoxic) species of microscopic fungi is observed.

Keywords: plant associations, mycological structure of the soil, micromycetes species of fungi.

УДК 628.3

ОЦІНЮВАННЯ ВПЛИВУ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ В РАЙОНІ БОЙОВИХ СТАРТОВИХ ПОЗИЦІЙ БАЛІСТИЧНИХ РАКЕТ НА ЗДОРОВ'Я ЛЮДИНИ ТА ДОВКІЛЛЯ

С.М. Орел¹, О.В. Іващенко², М.С. Мальований³

Використовуючи концепцію екологічного ризику, досліджено вплив на здоров'я людини та довкілля забруднень, що залишилися у ґрунті на території колишньої ракетної бази. Проведено оцінювання впливу як канцерогенних так і неканцерогенних сполук важких металів. Аналіз отриманих результатів дає змогу стверджувати, що рівень забруднень незначний і не несе загрози для довкілля та людини, всупереч існуючим ствердженням, що ґрунтуються на застосуванні гранично допустимої концентрації як порогової величини, що визначає небезпеку.

Ключові слова: забруднення ґрунту, ракетна база, оцінювання екологічного ризику.

Вступ. Військова діяльність здійснює значний вплив на навколишнє середовище. Забруднення і пошкодження довкілля і потреба прийняття відповідних рішень для їх зменшення зумовлюють потребу у створенні механізму оцінювання стану довкілля, за допомогою якого можна було б приймати оптимальні рішення, які забезпечували б його захист з мінімальними затратами. У роботах [1, 2] проведено аналіз і систематизацію існуючих методів оцінювання ступеня екологічної небезпеки, з яких можна зробити висновок, що аналіз екологічного ризику є одним з ефективних інструментів, який об'єднує екологічні дані з управлінськими рішеннями [3].

Мета роботи – на конкретному прикладі показати важливість і користь застосування методу оцінювання ризику для здоров'я населення та стану навколишнього природного середовища у разі забруднення довкілля внаслідок військової діяльності.

¹ доц. С.М. Орел, канд. техн. наук – Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного;

² ст. викл. О.В. Іващенко – Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного;

³ проф. М.С. Мальований, д-р техн. наук – НУ "Львівська політехніка"

Матеріали та результати дослідження. У роботі [4] представлено результати експериментального та аналітичного оцінювання забруднення ґрунту на основі екологічного обстеження території колишньої бойової стартової позиції (БСП) балістичних ракет Р-12У (у класифікації НАТО – SS-4 "Sandal"), розташованої на території Хмельницького р-ну Хмельницької обл. На території колишнього військового об'єкта зафіксовано забруднення ґрунтового середовища важкими металами, що перевищує гранично допустимі концентрації. Зокрема, виявлено підвищений вміст міді (в 1,9 раза), кадмію (в 1,2 раза) та свинцю (в 1,3 раза) на глибині 0-30 см. Усі інші значення концентрацій забруднювачів знаходились в межах гранично допустимих (табл. 1). Таке забруднення пов'язують виключно з техногенними факторами військового характеру, оскільки досліджуваний об'єкт розташований на території лісового масиву, сільськогосподарську та іншу діяльність тут не здійснювали.

Табл. 1. Вміст важких металів у ґрунті на території колишньої бойової стартової позиції

Глибина відбору проби, м	Вміст елемента, мг/кг					
	Cu	Zn	Co	Mn	Cd	Pb
0,00-0,0	5,86	20,25	2,08	86,7	0,71	7,80
0,31-0,60	1,46	14,3	1,50	93,9	0,35	4,96
Фонові проба 0,00-0,60	0,31	2,83	0,61	82,9	0,19	1,24
ГДК	3	23	5	140	0,6	6
TRV для рослин	100	50	20	500	4	50

На підставі проведених досліджень можна зробити висновок, що досліджувана територія становить підвищену екологічну небезпеку, оскільки наразі вона відкрита для вільного доступу і несе реальну загрозу для мешканців сусідніх населених пунктів та інших відвідувачів лісового масиву. Спробуємо оцінити ступінь загрози для людини та довкілля, використовуючи методологію оцінювання екологічного ризику [5]. Розглянемо спочатку вплив забруднювачів на об'єкти довкілля. Вибір репрезентативних об'єктів турботи є не простою задачею. У першому наближенні будемо використовувати таку методику [6]. До основних критеріїв вибору об'єктів турботи належать:

1. Екологічна політика держави та суспільна корисність. До таких об'єктів відносять:
 - вимираючі види і ті, що перебувають під загрозою вимирання. Основна мета тут – це збереження біорізноманітності та цінних для суспільства видів. Такі види заносять у відповідні документи і недоторканість їх є беззаперечною;
 - інші рідкісні види. Види, які є рідкісними для відповідного регіону і занесені у регіональні реєстри або реєстри суспільних організацій. Хоча такі види законодавчо не захищені, їх наявність обов'язково має бути враховано;
 - мисливські та комерційні види. Види, які мають рекреаційну, промислову та комерційну значущість;
 - види, що мають місцеве значення. До таких відносять види, які не є рідкісними або комерційними, але мають значення для місцевого населення з погляду естетичної, культурної та релігійної цінності;

- водно-болотні угіддя. Мають велику цінність для видів, що проживають і харчуються на цій території, а також є важливою водорегулятивною системою;
- рідкісні екосистеми. Є рідкісні екосистеми, такі як пустирі або старі ліси, що мають особливе значення для збереження біорізноманіття і, як правило, таким екосистемам суспільство приділяє значну увагу.

2. Екологічна важливість. До таких об'єктів відносять:

- головні вкладники в енергетичну та харчову динаміку. Наприклад, домінуючі рослини є важливими як для енергетичної, так і харчової динаміки для всіх типів екосистем;
- постачальники найважливішого середовища проживання. Деякі організми, внаслідок своєї структури, збільшують різноманітність середовища проживання або забезпечують захист та притулок, яких в іншому випадку просто б не було (наприклад, дерева або водна рослинність);
- модифікатори структури середовища проживання. Деякі організми, такі як бобри, влаштовуючи греблі, черв'яки, розпушуючи ґрунти, змінюють структуру навколишнього середовища. Отже, що ці зміни є благотворними для інших організмів;
- регулятори фізичних і біохімічних процесів. Деякі види відіграють важливу роль в управлінні екологічними процесами, наприклад рослини, які швидко з'являються на місці лісових пожеж і підтримують екосистему регіону, зберігаючи живильні речовини;
- консументи, що регулюють відносну кількість особин різних видів у екосистемі. Деякі організми (м'ясоїдні або трав'яїдні) вибірково регулюють чисельність особин окремих видів у екосистемі, наприклад поїдаючи хворих або численних тварин і рослин, що у кінцевому підсумку благотворно впливає на екосистему.

3. Вразливість. До вразливих об'єктів можна віднести ті, які підпадають під вплив діяльності людини і значно реагують на цей вплив.

Район БСП є територією грабово-дубового лісу з галявинами, що заросли травою та кущами. Незначна площа району, близькість населених пунктів і доріг та відсутність даних про наявність рідкісних і мисливських видів тварин на ньому дають змогу зробити припущення про їх відсутність на цій території. Відсутні також дані про наявність рідкісних рослин на території БСП, але у разі припущення про наявність цих рослин можна зробити скринінгові дослідження впливу важких металів, що знаходяться в ґрунтах БСП, на них.

Під час скринінгового (детермінованого) оцінювання ризику порівнюють концентрацію або дозу стресора, що діє на рецептор (об'єкт турботи), з якоюсь величиною (також концентрацією або дозою), не перевищення якої можна чекати не призведе до появи неприйнятної рівня дії стресора на рецептор. Така величина отримала назву референтної величини токсичності TRV (Toxicity Reference Value) [2]. Не перевищення стресором TRV для цього об'єкта турботи дає змогу вилучити його з подальшого розгляду під час оцінювання ризику.

Значення TRV залежить від типу стресора, виду рецептора і, очевидно, від місця взаємодії стресора і рецептора, тобто від фізико-хімічних властивостей середовища. Для визначення TRV потрібно використовувати такі джерела (у порядку преференції) [7]: величини, затверджені регуляторними агенціями; величини, наведені у науковій літературі; сурогатні величини, тобто величини,

що стосуються подібних за фізико-хімічними властивостями речовин та/або подібних об'єктів турботи.

В Україні сенс TRV має гранично допустима концентрація (ГДК). У ґрунтах ГДК речовин визначають переважно для одного шару і при цьому речовини не повинні шкідливо впливати на якість вирощуваної людиною для споживання продукції, а також на здатність ґрунту до самоочищення та нормально-го функціонування. В інших країнах, зокрема в США, під TRV розуміють концентрацію або дозу речовини у ґрунті, не перевищення якої не призведе до погіршення росту та розмноження об'єктів біоти, експонованої цим ґрунтом, не враховуючи можливого споживання цих об'єктів людиною.

Значення TRV важких металів для рослин, що ростуть на ґрунтах колишньої бойової стартової позиції, запозичені з [8], наведено у табл. 1. Очевидно, що для рослин, що ростуть на цій території загрози не існує. Тепер розглянемо небезпеку для людей, які можуть споживати рослини, що виростили на забрудненій території. До таких рослин відносять дикоростучі ягоди та гриби, інших рослин для споживання на території Хмельницького р-ну не існує. Хімічні речовини, що забруднюють ґрунти і можуть потрапити в рослини, що виростили на них, мають загальнотоксичний і канцерогенний вплив на людину у разі споживання цих рослин. Канцерогенний ризик визначають з рівняння

$$CR = \sum_{i=1}^{N_R} ICR_i, \quad (1)$$

де: CR – значення повного індивідуального канцерогенного ризику, спричиненого дією N_R канцерогенів; ICR – значення індивідуального канцерогенного ризику, спричиненого дією i -го канцерогену; N_R – загальна кількість канцерогенів.

$$ICR = ADD \cdot SF, \quad (2)$$

де: ADD – середньодобова доза шкідливої хімічної речовини, що споживає реципієнт; SF – фактор ризику для цієї речовини, який характеризує ступінь настання канцерогенного ризику із збільшенням дози на одну одиницю.

Неканцерогенний ризик визначають індексом безпеки HI

$$HI = \sum_{j=1}^N HQ_j, \quad (3)$$

де: HQ – коефіцієнт безпеки j -тої речовини; N – загальна кількість небезпечних речовин.

$$HQ = ADD / RfD, \quad (4)$$

де RfD – референтна доза, величина, що характеризує добову дію хімічної речовини протягом всього життя і, ймовірно, не приводить до виникнення неприйнятної ризику для здоров'я чутливих груп.

Середньодобову дозу ADD визначають з рівняння

$$ADD = \frac{C_f \cdot CW_f \cdot EF_f \cdot ED_f}{BW \cdot AT}, \quad (5)$$

де: C_f – концентрація хімічної речовини у продуктах харчування; CW_f – кількість забруднених продуктів харчування, що споживає людина на добу; EF_f –

частота вживання продуктів, кількість днів за рік; ED_f – тривалість вживання, кількість років; BW – середня маса тіла людини у період експозиції; AT – період осереднення експозиції у добах.

Очевидно, що під час розрахунку ризику від вживання продуктів харчування йдеться про додатковий ризик, зумовлений вживанням тих продуктів, що виростили на території колишньої ракетної бази. Концентрацію хімічних речовин у продуктах харчування C_f визначають з рівняння

$$C_f = C_s \cdot UF_p, \quad (6)$$

де: C_s – концентрація хімічної речовини у ґрунті; UF_p – фактор біокумуляції хімічних речовин рослиною із ґрунту. Значення UF_p запозичені із [9], наведені в табл. 2. Розрахунки ризику проводили окремо для дорослих і дітей. Вихідні дані наведено у табл. 2, результати розрахунків – у табл. 3.

Табл. 2. Вихідні дані для оцінювання ризику споживання рослин, що виростили на території ракетної бази

Параметр	Cu	Mn	Zn	Pb	Cd	Co
C_s , мг/кг (сухої маси)	5,86	86,7	20,25	7,80	0,71	2,08
UF_p	0,4	0,123	0,123	0,045	0,123	0,123
RfD хрон., мг/кг	0,019	0,14	0,3	0,0035	0,0005	0,02
SF_s (мг/(кг·добу)) ⁻¹	–	–	–	0,047	0,38	–
–	Діти			Дорослі		
CW_f , мг/(кг·добу)	Ягоди – 35, гриби – 2			Ягоди – 35, гриби – 10		
EF_f , доба	Ягоди – 90, гриби – 150			Ягоди – 90, гриби – 150		
ED , років	Діти – 6			Дорослі – 30		
BW , кг	Діти – 15			Дорослі – 70		
AT , доба	Діти – 2190 (6 років), канцерогени – 25550 (70 років)			Дорослі – 10950 (30 років), канцерогени – 25550 (70 років)		

Табл. 3. Результати оцінювання впливу небезпечних речовин на людину, що споживає рослини, які виростили в районі бойових стартових позицій балістичних ракет

Параметр	Cu	Mn	Zn	Pb	Cd	Co	Σ
HQ (діти)	0,43	0,26	0,03	0,35	0,60	0,04	1,71
HQ (дорослі)	0,57	0,35	0,04	0,47	0,81	0,06	2,30
ICR (діти)	–	–	–	5,69E-05	1,14E-04	–	1,71E-04
ICR (дорослі)	–	–	–	7,67E-05	1,54E-04	–	2,31E-04

Оскільки у вихідних даних кількість рослинної продукції, що споживає людина, вже нормована на одиницю маси, рівняння (5), за яким здійснюють розрахунки, набуває вигляду

$$ADD = \frac{C_s \cdot UF_p \cdot CW_f \cdot 10^{-6} \cdot EF_f \cdot ED_f}{AT}, \quad (7)$$

де 10^{-6} – нормуючий множник переводу мг у кг.

Результати розрахунків порівняємо з пороговими значеннями ризику (табл. 4). З наведених розрахунків видно, що з токсикологічної точки зору рослини, що виростили на ґрунтах колишньої бази, практично не становлять небезпеки для людей, що їх споживають.

Табл. 4. Класифікація рівнів ризику

Рівень ризику	Ризик протягом життя	
	ICR	HI
Високий – не прийнятний для виробничих умов і населення. Потрібне здійснення заходів з усунення або зниження ризику	$>10^{-3}$	$>100,0$
Середній – припустимий для виробничих умов. За впливу на все населення, потрібний динамічний контроль і поглиблене вивчення джерел і можливих наслідків шкідливих впливів для вирішення питання про заходи з управління ризиком	$10^{-3}-10^{-4}$	10,0-100,0
Низький – припустимий ризик (рівень, на якому, як правило, встановлюють гігієнічні нормативи для населення)	$10^{-4}-10^{-6}$	1,0-10,0
Мінімальний – бажана (цільова) величина ризику під час проведення оздоровчих і природоохоронних заходів	$<10^{-6}$	$<1,0$

Висновки. Використовуючи методологію оцінювання екологічного ризику можна встановити, що забруднення, які присутні на території колишньої ракетної бази, не становлять небезпеки для здоров'я людей та довкілля.

Література

1. Мальований М.С. Аналіз та систематизація існуючих методів оцінювання ступеня екологічної небезпеки / М.С. Мальований, В.М. Шмандій, О.В. Харламова та інші // Екологічна безпека. – 2013. – Вип. 1(15). – С. 37-44.
2. Glenn W. Ecological risk assessment / Glenn W. Suter II. – Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group, 2007. – 654 pp.
3. Understanding Risk: Informing Decisions in a Democratic Society / Ed. by Paul C. Stern and Harvey V. Fineberg. – Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. – 264 pp.
4. Шаравара В.В. Моніторингові дослідження та аналіз забруднення ґрунту в районі бойових стартових позицій балістичних ракет / В.В. Шаравара, Я.І. Мовчан // Екологічна безпека та природокористування : зб. наук. праць. – 2013. – Вип. 12. – С. 14-22.
5. Орел С.М. Парадигма оцінки екологічного ризику у військовій сфері / С.М. Орел, О.В. Івашенко, М.С. Мальований // Вісник Кременчуцького національного ун-ту : зб. наук. праць. – 2011. – Вип. 2 (67), ч. 1. – С. 131-136.
6. Орел С.М. До питання вибору об'єктів турботи при оцінці ризику впливу військової діяльності на довкілля / С.М. Орел, М.С. Мальований // Зб. наук. стат. III-го Всеукр. з'їзду екологів з Міжнар. участю "Екологія-2011". – Вінниця. – 2011. – Т. 1. – С. 5-8.
7. Guidance for Assessing Ecological Risks Posed by Chemicals: Screening-Level Ecological Risk Assessment. – Santa-Fe, N.M., 2008. [Electronic resource]. – Mode of access http://www.nmenv.state.nm.us/HWB/documents/NMED_chemical_ecorisk_guidance_v2_July_2008.pdf.
8. Guidance for Ecological Risk Assessment: Levels I, II, III, IV. Oregon DEQ: Portland, OR, 1998. [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.epa.ohio.gov/portals/30/rules/RR-031.pdf>
9. EPA 530-D-99-001C. Screening Level Ecological Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion Facilities. – Vol. 3. – Washington, DC, 1999. [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.csu.edu/cerc/researchreports/documents/ScreeningLevelEcologicalRiskAssessmentProtocolHazardousWasteCombustionFacilitiesVolume3.pdf>

Надійшла до редакції 06.04.2016 р.

Орёл С.М., Иващенко А.В., Малёванный М.С. Оценка влияния загрязнения почвы в районе боевых стартовых позиций баллистических ракет на здоровье человека и окружающую среду

Используя концепцию экологического риска, исследовано влияние на здоровье человека и окружающую среду загрязнений, которые остались в почве на территории бывшей ракетной базы. Проведена оценка влияния как канцерогенных, так и неканце-

рогенных соединений тяжелых металлов. Анализ полученных результатов дает возможность утверждать, что уровень загрязнения незначителен и не несет угрозы для окружающей среды и человека, вопреки существующим утверждениям, которые основываются на применении предельно допустимой концентрации как пороговой величины, что определяет опасность.

Ключевые слова: загрязнение почвы, ракетная база, оценка экологического риска.

Orel S.M., Ivaschenko J.V., Malyovaniy M.S. Assessing the Impact of Soil Contamination in the Area of Ballistic Missiles Launching Sites on Human Health and the Environment

Using the conception of ecological risk, the impact of contaminants that remain in the soil at the former missile base on human health and environmental is evaluated. The influence of both carcinogenic and noncarcinogenic compounds of heavy metals is conducted. The analysis of the results allows asserting that the level of contamination is negligible and does not pose a threat to the environment and human, contrary to the existing claims, which are based on the application of maximum allowable concentration, as a threshold value that defines danger.

Keywords: soils, rocket base, ecological risk estimation.

УДК 658:504

ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ РИЗИКІВ ПРОЦЕСУ ТРАНСПОРТУВАННЯ ГАЗУ МАГІСТРАЛЬНИМИ ГАЗОПРОВОДАМИ

О.Р. Манюк¹, М.І. Манюк²

Розглянуто проблему забезпечення технологічної надійності та екологічності процесу транспортування природного газу, основні підходи до оцінювання та управління ризиками на промислових об'єктах.

Для підвищення безаварійності роботи об'єктів газотранспортної системи, запропоновано комплексну систему управління ризиками, а також алгоритм кількісної оцінки ризиків. Основна перевага запропонованого алгоритму аналізу кількісної оцінки ризиків перед традиційними полягає в тому, що в ході цього аналізу виявляються "уразливості" в технологічному процесі, які надалі використовуються як контрольований і керований параметр. Тоді як традиційні методики оцінювання величини ризику орієнтовані на визначення вірогідності настання ризикової події і дають змогу зробити висновки тільки про безпеку об'єкта.

Ключові слова: газотранспортні системи, магістральні трубопроводи, довкілля, екологічний ризик.

Постановка проблеми. На сьогодні газотранспортна система України (ГТС) є важливою складовою частиною нафтогазового комплексу нашої держави і другою за розмірами в Європі після Російської Федерації. Вона складається з мережі газопроводів різного призначення та продуктивності довжиною 35,6 тис. км, 73 компресорних станцій загальною потужністю 5492 МВт, включає 13 підземних сховищ газу загальною місткістю за активним газом понад 32,0 млрд м³ та об'єкти інфраструктури. Проектна пропускна спроможність газотранспортної системи на вході в Україну становить 292 млрд м³ на рік (800 млн м³ на добу), а на виході – 176 млрд м³ на рік. Газотранспортна система

¹ доц. О.Р. Манюк, канд. геол. наук – Івано-Франківський НТУ нафти і газу;

² доц. М.І. Манюк, канд. геол. наук – Івано-Франківський НТУ нафти і газу