

РОЗДІЛ «БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ»

УДК 658.382.3

СВІЖЕНКО О.А., ст. викладач
ЄРЕМЕНКО А.П., к.т.н., доцент

Дніпродзержинський державний технічний університет

АНАЛІЗ УМОВ ПРАЦІ НА РОБОЧИХ МІСЦЯХ ЛИВАРНИХ ЦЕХІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ МІСТА ДНІПРОДЗЕРЖИНСЬКА

Вступ. В Україні на виробничих підприємствах, в організаціях, установах завжди існувала проблема створення безпечних і нешкідливих умов праці. Вирішення питань з безпеки праці, звільнення працюючого від зайвих перенавантажень сприяють підвищенню продуктивності його праці й ефективності виробництва.

Постановка задачі. Науково-технічний прогрес призводить до значної зміни характеру та засобів трудової діяльності: зменшує тяжкість праці (фізичного навантаження), робить її більш інтелектуальною, цікавою, різноманітною, розвиває творчі здібності людини, сприяє удосконаленню її професійних навичок, але і потребує більш суворого дотримання вимог до правил і умов праці.

До сьогодення на ряді промислових підприємств України використовується велика кількість застарілого обладнання, яке є потенційним джерелом високої небезпеки для життя та здоров'я як працюючих людей так і навколишнього середовища. Створення на таких підприємствах більш прийнятних і безпечних умов праці слід проводити, враховуючи особливості технологічного процесу, оскільки ціна техногенної помилки на виробництві дуже висока, а нещасний випадок є наслідком дисбалансу між можливостями людини та особливостями її конкретної професійної діяльності. Ця проблема на даний час є дуже гострою і потребує термінового вирішення.

Розвиток різних галузей промисловості невпинно ставить все нові проблеми та завдання, що пов'язані з охороною праці, вирішення яких у сучасних умовах практично можливе тільки на основі наукових досліджень кожного виробництва. Визнано, що найбільш ефективним напрямком вирішення цих проблем є створення безпечної техніки, а не техніки безпеки. Саме це вимагає вирішувати питання безпеки праці, використовуючи сучасні методики прогнозування на основі моніторингових показників [1, 2, 3].

Метою даних досліджень є виконання аналізу рівня шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища на основних робочих місцях у ливарних цехах промислових підприємств міста Дніпродзержинська та розробка рекомендацій щодо усунення або зменшення їх негативного впливу на організм працюючих.

Результати роботи. Дослідження умов праці проводили на основних робочих місцях у ливарних цехах таких промислових підприємств як "МП Дніпродзержинський сталеливарний завод", ВАТ "ДМКД", ПП "Дніпролит" і виконували у відповідності до вимог діючих НПАОП, ДСТУ, ГОСТ, ТУ та іншої нормативної документації. Для підвищення ступеню достовірності відібраної інформації використовувались також звітні дані санітарно-гігієнічної лабораторії ВАТ "ДМКД" та санітарно-епідеміологічної служби м. Дніпродзержинська [4, 5, 6, 7].

У результаті виконання багатьох технологічних операцій у ливарних цехах можуть створюватись несприятливі умови для виробничого персоналу. Основними шкідливими виробничими факторами ливарних цехів є:

1. Інтенсивні теплові випромінювання від технологічного обладнання, залитих форм і гарячих виливків після вибивки, розплавлених металу та шлаку.

2. Газовиділення, що утворюються при роботі плавильних печей, газонагрівального обладнання при висушуванні футерівки відремонтованих печей і при заливанні ливарних форм.

3. Пиловиділення, які утворюються при транспортуванні сипких матеріалів, приготуванні сумішей, плавленні металу, вибиванні форм, очищенні виливок.

У ливарних цехах для виплавки сплавів застосовуються вагранки, індукційні та електродугові печі. Усереднені характеристики показників плавильних агрегатів і дані про шкідливі виділення представлені в табл.1.

Таблиця 1 – Основні показники плавильних агрегатів

Показники	Вагранка	Індукційні печі	Електродугові печі
Споживання енергії (на 1т рідкого металу), кВт*год	140 (кг коксу)	700	650
Вміст пилу у видаляємих газах, кг/т	10...18	0,3	5...10
Газоутворення, м ³ /т	1000	4...5	120
Шлакоутворення, кг/т	150	10...15	50
Вихід рідкого металу, % від завалки	95	98...99	97
Рівень гучності шуму, дБА	80	30...50	90

У середньому при роботі вагранки на кожному тону виплавленого чавуну виділяється 1000м³ газів, що викидаються в атмосферу і які вміщують 3...20 г/м³ пилу та (% за об'ємом) 5... 20 CO, 5...17 CO₂, до 2 O₂, до 1,7 H₂, до 0,5 SO₂, 70...80 N₂. Дисперсний склад пилу ваграночного газу представлено у табл.2.

Таблиця 2 – Дисперсний склад ваграночного пилу, %

Вид дуття	Діаметр часток, мкм					
	до 5	5...10	10...20	20...40	40...60	більше 60
Холодне	5...14	2...12	5...6	6...12	12...26	30...70
Гаряче	15...17	13...20	4...16	5...13	10...16	18...53

Хімічний склад ваграночного пилу різний і залежить від складу металошихти, стану футерівки, виду палива, умов роботи вагранки. Типовий хімічний склад ваграночного пилу (% за об'ємом): SiO₂ – 10...45; CaO – 2 ...18; Al₂O₃ – 0,5...25; MgO – 0,5...5,0; C – 10...64; PbO – 0...8; P₂O₅ – 0...0,6; Na₂O – 0...2,0; K₂O – 0...1,5; інші – 0...11,5.

Порівняно менші викиди технологічних газів спостерігаються при плавці сталі у електродуговій печі. При цьому склад газів залежить від періоду плавки, марки сталі, що виплавляється, герметизації печі, способу газовідводу і використання кисневої продукції. При плавленні вуглецевих сталей газу на рівні робочого вікна складаються з (% за об'ємом): CO – 0,05...0,22; CO₂ – 0,8...6,0; O₂ – 15... 20; H₂ – до 0,01; оксидів азоту – до 0,07; оксидів сірки – до 0,005. У середньому виділяється за плавку 10...20 кг пилу на кожному тону рідкої сталі, але інтенсивність його виділення змінюється за періодами плавки. Під час плавлення шихти, окислення домішок і у відновлювальний період виноситься відповідно 0,15...0,6; 2,3...3,6 та 0,3...1,3 кг/год. пилу на 1т сталі. Хімічний склад пилу (% за об'ємом): Fe₂O₃ – 56,9; Mn₂O₃ – 10,0; Al₂O₃ – 5,0; SiO₂ – 6,9;

CaO – 6,9; MgO – 5,8; решта – хлориди, оксиди хрому і фосфору. Розмір часток пилу 0...4 мкм.

Значно менші промислові викиди мають місце при плавці сплавів в індукційних печах (табл.1). Це оксиди заліза (близько 60%), решта – оксиди кремнію, магнію, цинку, алюмінію в різному співвідношенні в залежності від хімічного складу металу і шлаку. Частинки пилу, які виділяються при плавці сплавів в індукційній печі, мають дисперсність від 5 до 100 мкм. Кількість газів і пилу в декілька разів менша, ніж при плавці в електродугових печах.

При заливанні форм металом в атмосферу цеху потрапляють водяні пари, H₂ і підвищена кількість CO, що утворюється в результаті реакції горіння органічних домішок (табл.3). Склад газів, що виділяються, містить (% за об'ємом): 30...35 CO і деяка кількість (близько 10) CO₂, H₂S, SO₂ та ін. З урахуванням обсягів найбільшу небезпеку становить CO.

Таблиця 3 – Кількість оксиду вуглецю, що виділяється при заливанні форм металом

Маса виливків, кг	2,0	5,0	10,0	20,0	50,0	70,0	100,0
CO, кг/т	0,65	0,55	0,50	0,40	0,35	0,30	0,25

Найбільш інтенсивно CO виділяється на початковій стадії при заливанні форм (близько 70%). Оксид вуглецю, гранично допустима концентрація (ГДК) якого складає 20,0% мг/м³, відноситься до найбільш шкідливих компонентів газу, що виділяється з ливарних форм після заливання в них металу. Фактичний склад CO в такому газі, в залежності від складу суміші, змінюється в межах 8...35 (% за об'ємом), тобто перевищує ГДК в кілька разів. Вміст інших компонентів (фенолу, формальдегіду, аміаку та ін.) також перевищує відповідні значення ГДК в декілька разів [2].

У сумішеприготувальному відділенні цеху джерелами пилу є змішувачі. Пил, що виділяється насичений парами сульфідного лугу, різних вуглеводнів та інших органічних домішок [5]. Це потребує на окремих підприємствах значного збільшення повітрообміну в цих відділеннях.

Операція вибивки виливок з опок – одна з найбільш шкідливих у ливарному виробництві. Вона супроводжується значним виділенням пилу, газів, різних парів і високим рівнем шуму. Запиленість повітря над вибивною решіткою при підвісних витяжних зонтах складає 2...7 кг/м³. Об'єм повітря, що видаляється з 1м² площі решітки, коливається в межах 6...10 тис м³/ год.

Велика кількість пилу утворюється у відділеннях обрубкування та очищення литва. При обрубванні концентрація пилу в повітрі досягає 6...8 г/м³, а в без посередній близькості від місця обробки виливків до 20 г/м³. Дисперсний склад пилу представлено в табл.4.

Таблиця 4 – Дисперсний склад пилу на робочих місцях відділень вибивання і обрубкування виливків

Діаметр частинок, мкм	до 2	2...5	5...10	більше 10
Вміст фракцій, %	32...90	4,9...5,2	1,8...2,7	1,0...2,4

Очищення литва найбільш часто виконується в барабанах, на обдирно-зачисних верстатах, у дробострумінних камерах та дробометальних барабанах. Від виду обладнання залежить запиленість повітря робочої зони (табл.5).

Таблиця 5 – Запиленість повітря при різних способах очищення литва

Обладнання	Кількість повітря, що відсмоктується, м ³ /год	Запиленість повітря, мг/м ³	Кількість пилу, що виділяється, кг/ т лиття
Очисні барабани	2000...10000	4000...7000	4,0...7,0
Обдирні верстати	1700	25...440	0,4...7,0
Дробометальні барабани	17000	5...60	0,08...0,10
Дробострумінні камери	2000	53...76	0,04...0,06

Інтенсивне теплове випромінювання у ливарних цехах має місце при виплавленні, заливанні і охолодженні металу, менше – при процесах сушіння. У цехах, з використанням ливарних конвеєрів, гарячі процеси відокремлюють від холодних – формування, очищення. Це створює більш сприятливі умови для видалення надмірного тепла, що неможливо запровадити при заливанні опок на плацу. Температура на робочих місцях влітку може досягати 30...35°C і більше, інтенсивність теплового випромінювання коливається від 210 до 840 Вт/ м² при гранично допустимому рівні (ГДР) 120 Вт/ м². Дані з надмірного виділення тепла та інтенсивності теплових потоків на деяких робочих місцях представлені в табл.6, 7.

Таблиця 6 – Кількість тепла, яка виділяється в робочу зону при заливанні чавуну і сталі в вологі форми, МДж на 1т рідкого металу

Дільниця цеху, технологічна операція	Ливарний конвеєр		Заливання і вибивання на плацу	
	чавун	сталь	чавун	сталь
Заливальна	126	147	252	267
Охолодження форм	672	898	1120	1250
Біля вибивної решітки	138	88	903	1100
Система транспортування відпрацьованої суміші	142	142	142	142
Обрубне відділення	25	21	25	21

Таблиця 7 – Інтенсивність теплового випромінювання на робочих місцях

Характеристика роботи	Інтенсивність, кВт/ м ²
Робота кранівника в заливальному прольоті	0,5...1,05
Робота вагранника біля льотки	0,21...2,1
Робота заливальника форм	0,42...1,4
Робота біля електропечей при випуску металу	7,0...8,4
Робота вибивщика біля вибивних решіток	0,28...1,4
Робота кранівника в загальному прольоті	0,1...0,21
Робота біля відкритого вікна печі	9,1...11,2
Робочі місця біля бігунів	0,1...0,14

Висновки. Враховуючи специфічні особливості технологічних процесів виготовлення виливків у ливарних цехах промислових підприємств міста Дніпродзержинська

для поліпшення умов праці рекомендується більш масштабніше та ефективніше використовувати наступні заходи.

У сумішеприготувальних, формувальних та стрижневих відділеннях для зниження запиленості застосовувати укриття для обладнання з механічною витяжкою, розпилення води форсунками, сучасні види закритого транспортування матеріалів із значним вмістом пилу (пневмотранспорт). При вибиванні стрижнів і очищенні литва від формувальної суміші та пригару слід застосовувати укриття вібраційних машин та вибивних решіток, бокові витяжки, а також видалення повітря з-під решіток. Піскострумінне очищення литва слід замінити на очищення дробом, радикальне знепилення досягається при піскогідралічному та гідралічному очищенні. Для боротьби з розповсюдженням пилу по приміщенню важливе значення має правильне планування приміщень: ізолювання сумішеприготувальних та стрижневих відділень від обрубноочисних. Пиловиділяюче обладнання необхідно перемістити до зовнішніх стін, що скоротить витяжні повітропроводи від укриття до очисних пристроїв і витяжного вентилятора. Необхідно запровадити максимальну децентралізацію системи витяжної вентиляції.

У боротьбі з газовиділеннями та надмірною інтенсивністю теплового випромінювання у ливарних цехах важливе значення має здійснення контролю за станом правильних печей, сушарок, застосування газового або електропідігріву. Значну оздоровчу роль відіграє справно працююча вентиляція: широко застосовується аерація, місцеві природна та механічна системи витяжної вентиляції, повітряне та водоповітряне душення, особливо на робочих місцях, де має місце виділення променевого та конвекційного тепла при відсутності операцій із виділенням пилу.

З метою профілактики вібраційної хвороби слід застосовувати механізовані види формовки, пневмотрамбовки у віброзахисному виконанні, самомасаж, суміщення професій для зменшення тривалості дії вібрації. Для зниження рівня шуму і попередження його розповсюдження слід застосовувати ізоляцію обладнання, що шумить, укриття його кожухами, стінки яких заповнюють звукопоглинаючими гумовими, азбестовими прокладками та іншими матеріалами. При роботі з пневматичним інструментом слід застосовувати також засоби індивідуального захисту слуху.

У профілактиці опіків і травм велике значення має обов'язкове просушування льоток печей і ковшів, перехід на барабанні ковші з вузьким струменем виливання металу та ін.

Для поліпшення умов праці плани оздоровчих заходів ливарних підприємств повинні включати також заходи з захисту атмосфери виробничих дільниць та їхньої санітарної зони, благоустрою та озелененню території, створенню умов для безпечного руху внутрішньозаводського транспорту [7].

ЛІТЕРАТУРА

1. Гандзюк М.П. Основи охорони праці / Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. – К.: Каравела, 2004. – 408с.
2. Каспаров А.А. Гигиена труда / Каспаров А.А. – М.: Медицина, 1998.– 352с.
3. Текущий санитарный контроль в промышленности и сельском хозяйстве / [Челибанова О.В., Лашук Г.Н., Быстрова Л.Е. и др.] – К.: Здоровье, 1998. – 240с.
4. Бринза В.Н. Охрана труда в черной металлургии / В.Н.Бринза, М.М.Зиньковский. – М.: Металлургия, 1982. – 336с.
5. Охрана труда в металлургии / Под ред. Б.М. Злобинского. – М.: Металлургия, 1975. – 535с.
6. Техника безопасности и производственная санитария (краткий справочник металлурга) / Под ред. Зиньковского М.М. – М.: Металлургия, 1984. – 232с.
7. Трахтенберг І.М. Гігієна праці та виробнича санітарія / Трахтенберг І.М., Коршун М.М., Чабанова О.В. – К.: Основа, 1997. – 464с.

Дніпродзержинський державний технічний університет

ТЕНДЕНЦІЯ ЗРОСТАННЯ ЗАХВОРЮВАНOSTІ Й СМЕРТНОСТІ МЕШКАНЦІВ МІСТА ДНІПРОДЗЕРЖИНСЬК ВНАСЛІДОК НЕБЕЗПЕЧНОГО ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ

Вступ. Постійний розвиток промисловості, недосконалість систем спалювання паливно-повітряної суміші та очищення продуктів горіння в транспортних засобах, надмірне ущільнення забудов у містах, нераціональне використання природних ресурсів, незначне фінансування на сучасному етапі природоохоронних програм – все це негативно впливає на навколишнє середовище і призводить до екологічних криз, наслідки яких навіть неможливо уявити. Та не дивлячись на погіршення екологічної ситуації, урбанізація не припиняється, а, навпаки, постійно прогресує.

Місто – це невелика автономна екогеосистема, що являє собою відкриту систему, елементи якої пов'язані між собою і з зовнішнім середовищем потоками енергії, речовин та інформації. Місто використовує природні ресурси у вигляді викопного палива, їжі, води, а також інформаційних ресурсів, що надходять ззовні. Результат функціонування міської системи проявляється не тільки у виробництві матеріальних і духовних цінностей, але і в накопиченні та викиді відходів, що є забруднювачами навколишнього природного середовища і негативно впливають на стан здоров'я людей.

Стан і стійкість урбасистеми, включаючи її здатність до самоочищення, залежить від розмірів міської території і її особливостей (характеру ландшафту, міської забудови, наявності відкритих просторів, водойм, зелених насаджень, кліматичних умов, кількості забруднень, що надходять, ін.). У різних зонах міста, які виділяють за основними видами землекористування, ступінь перетворення природних елементів і насиченість техногенними об'єктами різна.

Техногенне навантаження формує міську систему і визначає рівень забруднення навколишнього середовища. Забруднення поширюється на всі складові природного територіального комплексу. Атмосфера є середовищем накопичення газоподібних відходів виробництва та автотранспорту. Повітряна оболонка забруднюється механічними та хімічними компонентами. Якісний вміст забрудників у ній визначається складом промислової сировини і палива, специфікою виробничого процесу (технологією і масштабами виробництва), ефективністю роботи очисних (пилогазовловлюючих) споруд.

Під час аналізу динаміки викидів токсичних речовин від стаціонарних джерел в атмосферне повітря чітко спостерігається тенденція до їх зменшення у порівнянні з початком 90-х років. Обсяг викидів шкідливих речовин зменшувався синхронно розвитку екологічної кризи (зокрема, скороченню промислового виробництва). Однак у структурі забруднення зростає частка викидів від автотранспорту: якщо в 1990 р. вона становила 61,4 %, то в 2006 р. – 83,1 %.

Постановка задачі. Сьогодні надзвичайно гостро стоїть питання боротьби з забрудненням атмосфери викидами від автотранспорту, кількість яких у містах України з кожним роком зростає. Причому у структурі автотранспорту зменшується частина державного транспорту: 1999 р. – 42,6 %, а в 2007 р. – 20,2 %, і збільшується частина приватного: відповідно з 57,4 % до 79,8 %.

Крім стаціонарних і мобільних джерел забруднення, існує забруднення, спричинене поверхнею міської території, а особливо витіканням і випаровуванням токсичних речовин з дорожнього покриття. Про це свідчить підвищений вміст формальдегіду в повітрі (близько 1,4 ГДК).

Відомо, що для атмосфери є характерним процес самоочищення. Важливу роль у цьому процесі відіграють атмосферні опади, які знижують концентрацію токсичних сполук у повітрі. Атмосферні опади впливають на хімічний склад вод та ґрунтів. Як наслідок, є потрапляння в поверхневий шар ґрунту металів (Pb, Zn, Cr, Cu, Ni, Mn, Fe), які здатні викликати ряд захворювань і характеризуються віддаленими наслідками дії.

Велику небезпеку становить забруднення поверхневих водойм важкими металами, які характеризуються кумулятивним ефектом. Особливу стурбованість викликає забруднення р. Дніпро міськими каналізаційно-очисними відходами, змивами нафтопродуктів з території міських вулиць, автобаз, АЗС дощовими, талими та поливними водами.

У процесі еколого-гідрогеохімічних аналізів урбасистеми, які проводилися при дослідженнях Картавою О.Ф. [1, 2], встановлено ряд факторів, що формують її екологічний стан і створюють певні умови для життя і діяльності людини. Саме ці умови визначають стан здоров'я і тривалість життя населення. Забруднення міського середовища токсичними речовинами підвищує рівень захворюваності (для міського населення він значно вищий, ніж для жителів села). Згідно із резолюцією ООН № 38/54 від 1997 року здоров'я населення вважається головним критерієм доцільності і ефективності всіх без винятку сфер господарської діяльності.

Результати роботи. Фахівці вважають, що близько 75% хвороб у дорослих є наслідком умов життя. Захворюваність та поширення захворювань серед дитячого населення в Україні є найвищою за останні п'ять років, причому за всіма основними класами хвороб. Особливе занепокоєння викликає зростання інфекційних захворювань, хвороб нервової системи та психічних розладів, хвороб ендокринної та сечостатевої системи, органів травлення, травм та отруєнь. Спостерігається негативна тенденція - при загальному поступовому зменшенні кількості дитячого населення відбувається значне зростання кількості дітей-інвалідів і показників захворюваності. У табл.1 наведено дані щодо захворюваності молоді у віці від 15 до 18 років за даними МОЗ України, а у табл.2 – стан здоров'я вагітних.

Таблиця 1 – Захворюваність молоді (15-18 років) України у розрізі класів хвороб на 10 тис. підліткового населення

Класи хвороб	1991 р.	1995 р.	1999 р.	2003 р.	2007 р.
1	2	3	4	5	6
Хвороби органів дихання	2893,0	3365,8	3438,9	2956,4	3623,1
Хвороби нервової системи та органів чуття	391,3	553,4	579,2	648,1	829,6
Хвороби шкіри та підшкірної клітковини	373,4	457,9	500,1	533,1	608,3
Травми та отруєння	511,0	550,1	492,7	511,6	579,2
Хвороби кістково-м'язової системи та сполучної тканини	151,1	265,0	275,2	293,6	448,3
Хвороби сечостатевої системи	128,1	214,2	265,1	308,0	411,1
Хвороби органів травлення	260,6	327,5	345,4	354,3	396,2
Інфекційні та паразитарні хвороби	221,8	247,2	274,6	302,5	360,0
Хвороби ендокринної системи, розладів живлення, порушення обміну речовин та імунітету	82,0	70,0	70,6	82,7	137,8
Ускладнення вагітності, пологів та післяпологового періоду	23,0	45,1	93,2	101,8	112,5

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6
Хвороби системи кровообігу	50,5	67,0	69,9	74,6	103,6
Психічні розлади	51,3	58,3	65,6	73,0	77,4
Хвороби крові та кровотворних органів	8,3	17,2	25,6	32,2	49,8
Симптоми, ознаки та неточно визначені стани	8,1	20,4	19,4	22,6	28,5
Новоутворення	11,1	11,8	15,3	15,3	24,6
Вроджені аномалії	8,9	10,5	10,7	11,9	17,6
Всі захворювання	5311,0	6275,9	6491,9	6270,1	7746,6

Таблиця 2 – Стан здоров'я вагітних

Показники	1999 р.	2007 р.
Частота виявлення анемії у вагітних	35,8	39,4
Невиношуваність, %	13,2	14,0
Ускладнення пологів, %	68,2	69,2

У багатьох промислових містах і мегаполісах дія різних шкідливих чинників забруднення навколишнього середовища має поєднаний вплив, наслідком якого є не лише прогресуюча захворюваність, поширеність хвороб серед дітей, а й постійно зростаюча смертність.

Серед лідерів міст, які найбільш забруднені промисловими викидами як в Україні, так і в Європі є Дніпродзержинськ. За даними екологічного паспорта міста Дніпродзержинськ загальний обсяг викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря промисловими підприємствами щороку перевищує 120 тис. тонн (не враховуючи викиди автотранспорту). Щільність викидів забруднюючих речовин у розрахунку на один квадратний кілометр території становить 900 тонн. Це у 120 разів більше, ніж по Україні та у 25 разів більше, ніж по Дніпропетровській області. У розрахунку на одного мешканця міста кожному припадає 500 кг шкідливих речовин, 20% з яких є мутагенними і загрожують спадковості людини.

За останні роки в місті Дніпродзержинськ за даними міського управління охорони здоров'я відзначається зростання захворюваності населення різних вікових категорій на злоякісні новоутворення, хвороби ендокринної системи, цукровий діабет, хвороби органів травлення, серцево-судинні хвороби. У 2007 році в місті вперше встановлено діагноз на злоякісні новоутворення у 985 хворих, причому особливою групою ризику стали діти. Високі рівні захворюваності та поширеності хвороб серед дітей є підґрунтям для формування інвалідності. Так, у 2004 році зареєстровано 64 дитини-інваліда у місті, а у 2007 році – 97 дітей-інвалідів (зросла кількість випадків на 50 %). Дитяча захворюваність та смертність впевнено зростає з кожним роком (рис.1). Уроджені вади розвитку з року в рік також постійно зростають. У 2000 році показник розповсюдженості цієї патології становив 19,8%, а у 2007 році – 26,3%. На рис.2 показано рівень захворювання на злоякісні новоутворення за період з 2003 по 2007 роки.

У місті Дніпродзержинськ спостерігається різке погіршення демографічної ситуації, тому що чисельність населення неухильно зменшується. Основною причиною цього явища є перевищення кількості смертних випадків над кількістю народжених. Так, смертність у 2007 році перевищила народжуваність у 1,6 разів, а за останні десять років чисельність городян зменшилася на 42 тис. осіб. Також знижується середня тривалість життя городян – з 69 років до 66,5 років (середня тривалість життя по Україні за даними МОЗ становить 68,6 років), рівень здоров'я населення, збільшується кількість за-

хворювань і смертність. За останні роки 73,5% чоловіків і 77,7% жінок працездатного віку мають нижчий за середній та низький рівень здоров'я. Взагалі в місті призупинилося природне відтворення населення.

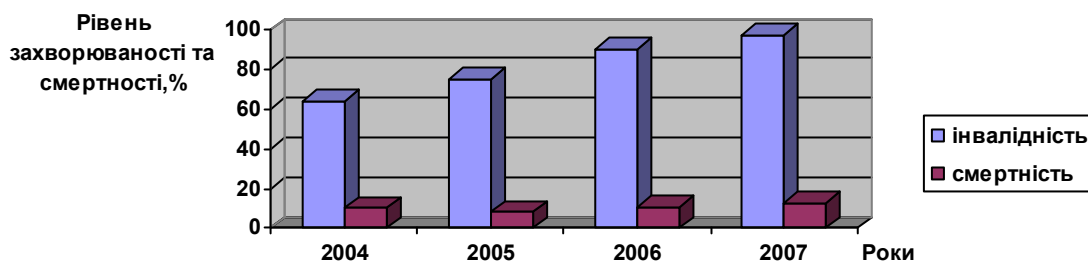


Рисунок 1 – Рівень захворюваності та смертності серед дітей (віком від 1 до 15 років) у місті Дніпродзержинськ

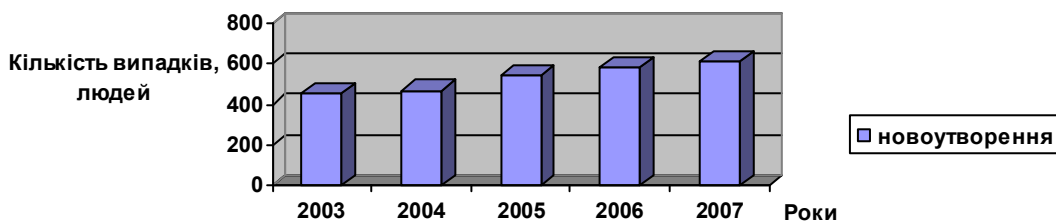


Рисунок 2 – Розповсюдженість на злоякісні новоутворення у громадян міста Дніпродзержинськ

Висновки. Постійне погіршення екологічної ситуації, масова дія на населення сукупності несприятливих та небезпечних факторів навколишнього середовища вже призвели до практичної вичерпності адаптивних можливостей мешканців міста і обумовили негативний прогноз щодо подальшого стану здоров'я всього населення. Саме тому, з метою зупинення розвитку демографічної кризи в місті необхідно на регіональному та державному рівнях розробити і впровадити природоохоронні заходи на кожному підприємстві (конструюванням та використанням нових досконалих пилогазоуловлюючих апаратів та систем), постійно контролювати величини шкідливих викидів в атмосферу, розраховувати економічні збитки від забруднення атмосферного повітря, ґрунту, води та суми штрафів, котрі необхідно стягувати з винуватців згідно з діючим природоохоронним законодавством.

Екологічна безпека не може бути забезпечена лише природоохоронними діями з відривом від соціальних, економічних, політичних і демографічних проблем. Всі вони настільки взаємопов'язані, що вирішення кожної з них може бути знайдено лише при їх спільному розгляді як пріоритетний принцип збереження здорової нації. Небезпеку, що загрожує мешканцям міст у зв'язку з сучасною екологічною кризою, необхідно подолати, реалізувавши на рівні держави комплекс заходів щодо екологічної безпеки. Важливою складовою екологічної безпеки є стан захищеності особистості, суспільства та держави від загроз, що створюються стихійними лихами та техногенними чинниками.

ЛІТЕРАТУРА

1. Картава О.Ф. Ландшафтно-екологічні зміни урбанізованих територій в умовах інтенсивного природокористування / О.Ф.Картава // Проблеми раціонального використання соціально-екологічного та природно-ресурсного потенціалу регіону; фінансо-

- ва політика та інвестиції: збірник наукових праць. Серія: Природокористування та ресурсозбереження. – Луцьк: Надстир'я. – 2000. – Випуск VI, № 4. – С.33-38.
2. Мольчак Я. Еколого-географічні дослідження ерозії ґрунтів в умовах інтенсивних антропогенних навантажень / Я.Мольчак, О.Картава, І.Мисковець // Україна та глобальні процеси: Географічний вимір. – Київ - Луцьк. – 2000. – Том 2. – С.127-129.

УДК 364.078

КРЮКОВСЬКА О.А., к.т.н., доцент
ТОЛОК А.О., к.т.н., доцент
ЛЕВЧУК К.О., асистент

Дніпродзержинський державний технічний університет

ФАКТОРИ ФОРМУВАННЯ РИЗИКУ ДЕМОГРАФІЧНИХ ВТРАТ У ДНІПРОПЕТРОВСЬКОМУ РЕГІОНІ

Вступ. Демографічна ситуація в загальних рисах відображає рівень соціально-економічного становища як країни, так і регіону. Демографічні процеси є не тільки результатом суспільного розвитку держави, але й виступають впливовим чинником її економічного, політичного та інтелектуального зростання. Особливості проходження демографічних процесів у регіонах відображають взаємозв'язок досягнутого рівня суспільного розвитку держави із кількісними та якісними характеристиками її населення (чисельністю, статеві-віковою і сімейною структурами, станом здоров'я, динамікою народжуваності та смертності, інтенсивністю і напрямками міграційних потоків та ін.).

Постановка задачі. Актуальність дослідження проблем, пов'язаних із формуванням демографічних втрат, та пошук шляхів їх розв'язання зростає з кожним роком, особливо в тих регіонах, де вони спостерігаються. Інтенсифікація трансформаційних процесів у житті суспільства, що спостерігається протягом останніх років, призводить до збільшення кількості та варіативності ризикових ситуацій, які прямо чи опосередковано впливають на зміну регіональних демографічних характеристик. Недооцінка ризику демографічних втрат призводить до закріплення негативних тенденцій у демографічній сфері, що, в свою чергу, спричиняє появу інших несприятливих змін у соціально-економічному становищі регіонів або в країні загалом.

Мета даного дослідження полягає у вивченні особливостей демографічної ситуації Дніпропетровської області як фактора формування ризиків демографічних втрат у її межах. В якості інформаційної бази дослідження були використані дані Державного комітету статистики України та Головного управління статистики у Дніпропетровській області.

Результати досліджень. На сучасному етапі досліджень існує потужний науковий досвід стосовно вивчення демографічних питань. Проблеми зростання демографічних втрат та їх вплив на формування різноманітних аспектів соціально-економічного потенціалу висвітлені у працях Ф.Д.Заставного [5], С.І.Пирожкова [8], Е.М.Лібанової [6], Ю.І.Муромцева [7], В.С.Стешенко [3] та інших вчених.

Протягом останніх років активізувалися дослідження соціальних ризиків, в основу яких покладено прагнення встановити їх сутність з метою своєчасного виявлення, оцінки та попередження у різних сферах суспільного життя. Праці Л.Бевзенко [1], І.Бережної [2], І.Євдокімової [4], Ю.Саєнка [11] та інших вчених, що присвячені дослідженню різноманітних аспектів соціальних ризиків, створюють наукову основу для поглиблення досліджень у цьому напрямку. У той же час, площина аналізу ризиків демографічних втрат, як важливої складової соціальних ризиків, є малодослідженою.

Під демографічною ситуацією розуміють "стан демографічних процесів, складу і розміщення населення в який-небудь час на певній території" [5]. Проходження демографічних процесів відбувається у тісному взаємозв'язку із подіями природного, економічного або політичного характеру, які, впливаючи на соціальний стан суспільства, знаходять відображення у зміні демографічних показників і виступають провідними чинниками формування ризику демографічних втрат регіону чи держави в цілому.

На нашу думку, під ризиком демографічних втрат слід розуміти ймовірність виникнення неочікуваних несприятливих змін у проходженні демографічних процесів, зумовлених дією природних та суспільних чинників або їх сукупним впливом, які відображаються у зміні кількісно-якісної структури населення регіону і опосередковано спричиняють появу або збільшення суспільних втрат і витрат [10, 11].

Оцінюючи сучасну демографічну ситуацію в нашій державі, фахівці визначили її як кризову [3, 5], так як протягом останніх років в Україні спостерігалися негативні зміни у проходженні усіх демографічних процесів і в часовому аспекті співпали із розгортанням в державі затяжної соціально-економічної кризи. Значне скорочення народжуваності на фоні стрімкого зростання смертності населення, активізація яких фіксувалась на початку 90-х рр., значно погіршили демографічну ситуацію в державі. У 2009 р., у порівнянні з 1991 р., народжуваність скоротилась на 25% і вже не забезпечує навіть простого відтворення населення, в той час як смертність, навпаки, збільшилась на 14%.

У Дніпропетровській області, як і в цілому по Україні, спостерігається негативна тенденція зростання демографічних втрат: в результаті природного та міграційного скорочення чисельність населення області за дев'ять місяців 2009 року зменшилась на 6539 осіб (табл. 1), зокрема міське населення на 6176 осіб (94,45%), а сільське населення на 363 особи (5,55%) [12].

За даними Головного управління статистики у Дніпропетровській області чисельність населення Дніпропетровської області на 1.09.2009 р. складала 3361150 осіб. Населення розподілене нерівномірно по адміністративно-територіальних одиницях регіону. Найбільшу кількість жителів має м. Дніпропетровськ (1011484 особи, що становить майже 1/3 населення області), а найменшу – місто Тернівка (29173 особи). Серед районів області найбільшу кількість жителів мають Дніпропетровський та Новомосковський райони (82539 та 74700 осіб відповідно), а найменшу – Юр'ївський (14162 особи).

Як відомо, чисельність населення певного регіону є результатом одночасної дії двох процесів – природного руху, складовими якого виступають кількості народжених і померлих, та динамічного руху, тобто співвідношення емігрантів і іммігрантів, виявлених протягом досліджуваного періоду [9]. Серед основних причин скорочення чисельності населення області можна назвати стабільно значне перевищення кількості померлих над кількістю народжених та пов'язані з цим від'ємні показники природного приросту населення, а також активізацію зовнішніх і внутрішніх міграційних потоків.

Рівень народжуваності є одним з найважливіших чинників, що характеризує демографічну ситуацію у будь-якій країні чи регіоні, а отже впливовим фактором формування демографічних втрат. У демографії під народжуваністю розуміють "масовий процес дігнародження у сукупності осіб, що складають покоління, або в сукупності поколінь – населенні" [7].

Величина загального коефіцієнта народжуваності залежить не тільки від абсолютного числа народжень, які фіксуються в межах досліджуваної території, але і від особливостей проходження інших демографічних та пов'язаних з ними процесів, перш за все, від статевовікової та шлюбно-сімейної структур. Окрім перелічених вище факто-

Таблиця 1 – Динаміка абсолютного приросту наявного населення у Дніпропетровській області

Адміністративно-територіальні одиниці регіону	Кількість населення, осіб					
	На 1 вересня 2009 року			На 1 січня 2009 року		
	усе населення	міське	сільське	усе населення	міське	сільське
Дніпропетровська область	3361150	2803816	557334	3367689	2809992	557697
у т. ч.						
м. Дніпропетровськ	1011484	1011484	–	1015657	1015657	–
м. Вільногірськ	23882	23882	–	23827	23827	–
м. Дніпродзержинськ	251370	251047	323	251682	251360	322
м. Жовті Води	49435	48692	743	49486	48742	744
м. Кривий Ріг	675047	671720	3327	676972	673642	3330
м. Марганець	49960	49343	617	49874	49257	617
м. Нікополь	124570	124570	–	125084	125084	–
м. Новомосковськ	70095	70095	–	69988	69988	–
м. Орджонікідзе	44062	44062	–	44031	44031	–
м. Павлоград	111390	111390	–	111270	111270	–
м. Першотравенськ	29252	29252	–	29171	29171	–
м. Синельникове	31582	31582	–	31575	31575	–
м. Тернівка	29173	29152	21	29156	29135	21
райони						
Апостолівський	58314	28937	29377	58312	28919	29393
Васильківський	34320	17156	17164	34332	17113	17219
Верхньодніпровський	54676	36795	17881	54661	36732	17929
Дніпропетровський	82539	40380	42159	82356	40286	42070
Криворізький	44490	5184	39306	44393	5173	39220
Криничанський	36957	11465	25492	36981	11464	25517
Магдалинівський	35497	6577	28920	35476	6552	28924
Межівський	25559	8799	16760	25554	8783	16771
Нікопольський	42914	6699	36215	42927	6688	36239
Новомосковський	74700	30496	44204	74639	30489	44150
Павлоградський	29449	–	29449	29469	–	29469
Петриківський	25447	8720	16727	25444	8724	16720
Петропавлівський	29652	8352	21300	29744	8377	21367
Покровський	37492	15912	21580	37521	15903	21618
П'ятихатський	47141	23627	23514	47224	23629	23595
Синельниківський	39410	13453	25957	39396	13442	25954
Солонянський	39884	9542	30342	39856	9514	30342
Софіївський	23928	7262	16666	24041	7282	16759
Томаківський	26621	7268	19353	26716	7277	19439
Царичанський	28171	7630	20541	28181	7612	20569
Широківський	28525	10884	17641	28535	10901	17634
Юр'ївський	14162	2407	11755	14158	2393	11765

рів, значний вплив на величину цього показника здійснюють фізіологічні (генетичні), соціально-економічні, екологічні, культурні, природні та ін. фактори.

У 2008 р. у Дніпропетровській області народилось 37383 осіб, і загальний коефіцієнт народжуваності встановився на рівні 8,6 осіб на 1000 населення.

Загалом, протягом 1995-2008 років рівень народжуваності в області зменшився на 11,8% – із 33429 осіб у 1995 році до 37383 осіб у 2008 році.

Вікова структура населення Дніпропетровської області характеризується певними особливостями (табл.2). Зокрема, станом на 1.01.2009 рік в області налічувалося 484,7тис. осіб, молодших за працездатний вік, 2052,9 тис. осіб працездатного віку і 833,3 тис. осіб, старших за працездатний вік [12]. Таким чином, частка згаданих вище вікових категорій становила відповідно 14,5, 60,8 і 24,7% від усього населення області.

Таблиця 2 – Структура населення Дніпропетровської області (за віком)

Роки	Розподіл постійного населення за віком на початок року, тис. осіб	У тому числі у віці:							
		0-14 років	15-24 років	25-44 років	45-64 років	65 і понад років	молодшому за працездатний	працездатному	старшому за працездатний
1995	3846,3	767,9	535,5	1121,6	920,5	500,8	820,9	2178,0	847,4
1996	3803,9	742,7	533,6	1106,5	914,0	507,1	797,3	2152,9	853,7
1997	3757,4	716,4	528,4	1093,7	913,9	505,0	769,0	2126,2	862,2
1998	3715,8	687,7	525,4	1083,9	919,4	499,4	742,1	2102,4	871,3
1999	3679,5	654,2	531,9	1073,5	933,0	486,9	712,9	2093,5	873,1
2000	3640,8	620,2	537,5	1059,9	942,4	480,8	677,8	2090,2	872,8
2001	3600,3	587,0	541,9	1050,6	936,9	483,9	643,5	2091,4	865,4
2002	3561,2	552,5	546,1	1037,8	928,9	495,9	610,8	2084,6	865,8
2003	3529,5	523,0	551,5	1026,8	903,6	524,6	578,7	2094,0	856,8
2004	3499,6	499,1	552,1	1016,7	885,7	546,0	551,7	2101,2	846,7
2005	3472,9	480,9	549,6	1006,3	873,7	562,4	529,8	2098,3	844,8
2006	3443,9	464,3	541,6	995,1	872,1	570,8	510,7	2094,7	838,5
2007	3419,6	453,9	532,8	985,3	871,9	575,7	497,6	2084,7	837,3
2008	3395,1	448,1	518,3	979,0	881,6	568,1	487,9	2072,2	835,0
2009	3370,9	448,1	495,0	978,7	896,7	552,4	484,7	2052,9	833,3

На формування демографічної ситуації в регіоні значний вплив здійснюють смертність та міграційний відтік населення за межі області. У демографії під смертністю розуміють "масовий процес вимирання поколінь, що складається із сукупності одиничних смертей, які настають у різному віці" [7]. Рівень смертності населення формується під впливом низки факторів, серед яких виділяють генетичні, соціальні, економічні, екологічні, природні, політичні та ін.

Оскільки смертність має безпосередній вплив на формування ризику демографічних втрат у Дніпропетровській області, ми більш детально розглянули її причини (табл.3).

Таблиця 3 – Причини смерті жителів Дніпропетровської області за період 2005 – 2008 років

Роки	Всього померлих, осіб	з них від:					
		хвороб системи кровообігу	новоутворень	зовнішніх причин смерті	хвороб органів травлення	хвороб органів дихання	деяких інфекційних та паразитарних хвороб
2005	61206	38363	7278	5815	3425	2271	1766
2006	59439	37314	7151	5548	3242	2133	1955
2007	59850	37453	7027	5519	3671	2164	2013
2008	59781	37767	7110	5069	3759	1995	2209

Зростання смертності населення у межах Дніпропетровської області активізувалось на початку 90-х років і в часовому аспекті співпало із розгортанням в Україні затяжної соціально-економічної кризи. У 2005 р. з'явилися перші ознаки стабілізації щодо зростання смертності, її темпи дещо сповільнилися. Короткочасне зменшення смертності спостерігалось у період з 2005 по 2008 роки. Але, не дивлячись на появу окремих позитивних зрушень в цій області, ще рано говорити про перелом у негативних тенденціях.

Важливим етапом при дослідженні смертності є аналіз структури за причинами її виникнення. Під причинами смерті розуміють "хвороби, патологічні стани або травми, що призвели до смерті або сприяли її настанню, а також обставини нещасного випадку, що викликав травму зі смертельним результатом" [7].

У Дніпропетровській області, як і в Україні загалом, основними причинами смерті населення є хвороби системи кровообігу, злоякісні новоутворення і зовнішні причини захворюваності і смертності. Зростання кількості смертей від таких хвороб спричинене побічними наслідками сучасного цивілізаційного розвитку. Прискорений ритм життя, погіршення стану навколишнього середовища, застосування хімічних консервантів і генетично модифікованих продуктів у харчуванні, стреси, гіподинамія тощо – патогенний вплив таких чинників призводить до зростання рівнів захворюваності і смертності.

На формування демографічних втрат регіону значний вплив здійснює міграційна активність його населення. Серед причин такого явища можна назвати зміну економічних і правових норм протягом часу в містах та селах, а також зміни в самій структурі населення, що мігрує, оскільки раніше більшість мігрантів становили молоді люди. На сучасному етапі дослідження змінився віковий склад мігрантів (збільшився середній вік мігрантів), статевий склад став більш рівномірним, але значного поширення набула нелегальна трудова міграція як і у внутрішньому, так і в зовнішньому напрямках.

Негативним наслідком зростання міграційного відтоку населення з регіону, яке характерне для Дніпропетровської області, стає зменшення питомої ваги молоді, яка інтенсивніше задіяна в міграційних процесах, та зростання частки осіб старшого вікового контингенту.

Висновки. Демографічна ситуація у Дніпропетровському регіоні є визначальним фактором формування ризику демографічних втрат у його межах. Високий рівень смертності, низький рівень народжуваності міграційний відтік населення виступають основними причинами збільшення демографічних втрат населення Дніпропетровської області, що в свою чергу сприяє зростанню рівнів ризику демографічних втрат в дер-

жаві взагалі. Прояви депопуляції, старіння населення, формування стереотипу родини, яка себе не відтворює, та інші фактори сприяють поглибленню вищезазначених явищ.

Таким чином, покращення ситуації, що склалася, зокрема сповільнення природного скорочення та покращення міграційної привабливості Дніпропетровської області для трудових мігрантів, які виїжджають за її межі, повинно стати одним з пріоритетних завдань сучасної демографічної політики, особливо під час підготовки до EVRO 2012. Розробка реально ефективних заходів, спрямованих на виведення області із глибокої демографічної кризи і сповільнення прогресуючої депопуляції, повинна орієнтуватись не тільки на зменшення смертності, але, головним чином, на підвищення рівня здоров'я населення, який зможе відкоригувати показник високої смертності. Ситуація, яка склалася в Дніпропетровській області, щодо демографії, потребує розробки реально ефективних заходів із раціональним залученням економічних та соціальних механізмів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бевзенко Л. Соціальні детермінанти стратегії управління ризиками: самоорганізаційний підхід // Соціальні ризики. – Т.2 / Відп. ред.: Ю.І. Саєнко, Ю.О. Привалов.- К.: ПЦ “Фоліант”, 2004. – С.51-85.
2. Бережна І. В. Національні пріоритети і регіональні детермінанти соціально-економічного зростання (на матеріалах АР Крим) / Бережна І. В. – НАН України: Інститут регіональних досліджень, 2004. – 640с.
3. Демографічні перспективи України до 2026 року / [Стешенко В., Рудницький О., Хомра О., Стефановський А.]. – К.: Ін-т економіки НАН У, 1999. – 55с.
4. Євдокімова І. Соціальний ризик техногенного характеру // Соціальні ризики та соціальна безпека в умовах природних і техногенних надзвичайних ситуацій та катастроф / Відп. ред.: В.В. Дурдинець, Ю.І. Саєнко, Ю.О. Привалов. – К.: Стило, 2001. – С.23-70.
5. Заставний Ф. Проблеми депресивності в Україні (соціально-економічної, екологічної, демографічної): монографія / Заставний Ф. – Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2006. – 348с.
6. Лібанова Е. М. Перспективи трансформації соціальної сфери України / Лібанова Е.М. // Демографія та соціальна економіка. – Київ. – 2004. – Вип. 1-2. – С.45-52.
7. Муромцева Ю. І. Демографія: навчальний посібник / Муромцева Ю. І. – К.: Кондор, 2006. – 300с.
8. Пирожков С.І. Демографічний фактор у глобальній стратегії розвитку країни / Пирожков С.І. // Демографія та соціальна економіка. – Київ, 2004. – Вип. 1-2. – С.5-21.
9. Позняк О. В. Прогнозування зовнішніх міграцій населення // Формування ринкової економіки: зб. наук. праць: Спец. вип. за матеріалами Міжнар. наук.-практ. конф. “Демографічний розвиток України та пріоритетні завдання демографічної політики”. – Т. 1: Демографічні аспекти регулювання та відтворення трудового потенціалу – К.: КНЕУ, 2006. – С.102-111.
10. Саєнко Ю. Соціальні ризики та шанси // Соціальні ризики. – Т.2 / Відп. ред.: Ю.І. Саєнко, Ю.О. Привалов.- К.: ПЦ “Фоліант”, 2004. – С.12- 51.
11. Феленчак Ю. Б. Ризики демографічних втрат: основні підходи, поняття та економічна суть / Феленчак Ю. Б. // Економічні науки. Серія “Економічна теорія та економічна історія”. Збірник наукових праць. Луцький державний технічний університет. – Луцьк, 2007 – Випуск 4 (15). – С.391-403.
12. <http://www.ukrstat.gov.ua>.

Дніпродзержинський державний технічний університет

РОЛЬ МІЖНАРОДНИХ ЕКОНОМІЧНИХ ВІДНОСИН У ВИРІШЕННІ ГЛОБАЛЬНИХ ПРОБЛЕМ СВІТУ

Вступ. Сучасні зміни глобальної температури на планеті характеризуються відносно невеликим діапазоном, але надзвичайно високим градієнтом. Глобальне потепління вже призвело до значних регіональних змін: зменшилася площа двох велетенських льодовиків, зменшуються крижані шельфи Антарктики, тануть льодовики у Канаді, в Альпах, Андах і на Памірсько-Тібетській височині.

Аналіз сучасного стану і прогноз Міжнародного Комітету зі зміни клімату, який працює під егідою ООН, на майбутнє зводиться до наступного:

- подвоєння в атмосфері вмісту вуглекислого газу збільшить температуру на 1,5-2,5 градуси;
- збільшення температури на 1,5-2, 5 градуси викличе підвищення рівня світового океану на 35-55 см, внаслідок чого постраждають узбережні райони багатьох країн, насамперед Японії, Уругваю, Бангладеш, Сенегалу, Нігерії. Кількість опадів збільшиться, але нерівномірно, внаслідок чого площа пустель зросте. Всі кліматичні зони перемістяться на 500 км у бік полюсів;
- якщо викиди вуглекислого газу будуть зростати сучасними темпами, слід очікувати суттєвого занепаду лісів;
- від потепління перш за все постраждають малі острівні держави, гірські екосистеми, посушливі землі та пустелі.

Стурбованість кліматичними змінами серед країн світу розподілилася наступним чином: Бразилія – 86%, Туреччина – 81%, Іспанія – 77%, Італія – 68%, Франція – 65%, Німеччина – 61%, Британія – 59%, Росія – 56%, Китай – 57%, США – 45%. Проте, останнім часом стурбованість небезпекою кліматичних змін знизилася у США та Китаї, які найбільше забруднюють довкілля. Величезні сподівання щодо розв'язання глобальних проблем зміни клімату покладалися на Кліматичний саміт ООН, що проходив у столиці Данії Копенгагені наприкінці 2009 року. Копенгаген для зустрічі був обраний не випадково. Це місто вважається одним із самих чистих у Європі.

Підвищена увага до саміту була зумовлена розумінням того, що це – можливість для світу рішуче вплинути на причини та наслідки кліматичних змін. В Копенгагені делегати зі 192 країн світу упродовж двох тижнів намагалися дійти згоди щодо основних елементів справедливої та ефективною домовленості та розробки конкретного графіка з перетворення домовленості на договір.

Постановка задачі. Метою даної статті є висвітлення ролі міжнародних економічних відносин у вирішенні глобальних проблем світу, причин глобального потепління на планеті та заходів, які необхідно вжити світовій спільноті, щоб запобігти катастрофічних та незворотних змін клімату. У зв'язку з цим у статті розглянуто позиції провідних індустріальних країн, а також позицію України щодо скорочення обсягів викиду вуглекислого газу в атмосферу. Підбито підсумки Кліматичного саміту, розглянуто кінцеву політичну заяву представників країн-учасниць.

Результати роботи. Аналіз роботи саміту показав, що спочатку передбачалося, що на зустрічі в Копенгагені буде підписано документ про обмеження на промислові

викиди в атмосферу, який замінив би Кіотський протокол, дія якого закінчується в 2012 році. (Угода, якої збиралися досягнути у Копенгагені, мала бути додатком до Кіотського протоколу 1997 року). Проте делегатам не вдалося домовитися про це через серйозні розбіжності між країнами, що розвиваються, та розвиненими країнами.

Питання про обмеження викидів вуглекислого газу з екологічного стало економічним і політичним, і це не дивно, адже обсяги викидів залежать від того, наскільки розвинена промисловість у країні. У результаті 135 з 192 країн-учасниць саміту взагалі відмовилися брати участь у формальних робочих групах поки не буде рішення з викидів. Головна причина, чому не вдається досягти домовленості, – небажання низки розвинених країн брати необхідні зобов'язання на скорочення викидів. Заявлені зобов'язання складають 11-15% скорочення від 1990 до 2020 р.р., в той час як для виживання африканських та острівних країн ця цифра повинна бути принаймні 40%. Друге важливе питання – відсутність рішення з фінансових внесків держав, зокрема на адаптацію в найбільш вразливих країнах.

США не готова брати зобов'язання на скорочення викидів, поки Китай та декілька найбільших країн, що розвиваються, не візьмуть відповідних зобов'язань. В своєму виступі міністр охорони навколишнього середовища Швеції Андреас Карлгрен, уповноважений представник Європейського Союзу, заявив: «Давайте будемо чесними один з одним: разом США та Китай відповідальні за більш, ніж половину глобальних викидів парникових газів. Від їх спільних дій зі скорочення викидів залежить, чи зможе світ утримати глобальне потепління в межах двох градусів Цельсія». ЄС і Японія напередодні саміту й у ході його роботи прагнули змусити США й КНР взяти на себе конкретні зобов'язання по обмеженню викидів «парникових газів», які, на думку багатьох (але не всіх) кліматологів, призводять до глобального потепління, що, у свою чергу, загрожує нестачею води, їжі й багатьма іншими лихами. З іншого боку, ЄС прагнув по суті нав'язати Китаю й країнам, що розвиваються, систему жорсткого міжнародного контролю за ходом зниження емісії парникових газів в обмін на економічну допомогу й можливість продажу невикористаної частини квот на викиди. У Копенгагені ці плани були поховані, бо Китай і більшість тих країн, що розвиваються, які вступили на шлях прискореної індустріалізації, не мають наміру брати на себе зобов'язання, що обмежують їхнє економічне зростання. Аргумент простий: хоча на Китай, Індію й інші країни, що розвиваються, сьогодні припадає більша частина емісії, загальні запаси вуглекислого газу в атмосфері за останні 150 років, що становить основу «парникових газів», виникли через економічну діяльність держав, які зараз іменують розвиненими, насамперед через активне використання вуглеводного палива, на яке припадає до 80% емісії. Тому Китай заявив, що готовий брати зобов'язання по викидах вуглекислого газу, але досить скромні й з урахуванням історичного фактору. Крім того, у Китай з розвинених країн переведено багато енергоємних виробництв, продукція яких експортується в США і Європу. У цих умовах брати на себе підвищені зобов'язання по обмеженню емісії несправедливо, вважають у Пекіні.

Що стосується США, то за оцінками ООН обсяг інвестицій у США для проведення політики енергозбереження складе \$ 520 млрд. в 2010-2020 р.р. і \$ 1500 млрд. в 2021-2030 р.р. А головний кліматолог Росії академік Юрій Израель стверджує, що загальна сума витрат на боротьбу з потеплінням складе \$18 трлн.

Але не лише США та Китай не готові йти на поступки. Позиція України залишається незмінною: 20% скорочення викидів від 1990 року, що насправді означає зростання +75% від 2007 до 2020 року. Алексей Кокорін з впливової міжнародної природоохоронної організації WWF (Фонд охорони дикої природи) наголошує, що

«судячи з позиції Києва, Україна очікує на найбільше у світі зростання викидів парникових газів. Надзвичайно неконструктивним є те, що Україна не йде на жодні поступки. Росія та Казахстан планують зобов'язання принаймні на рівні розвитку своїх економік, в той час як в Україні оголошена ціль зі зменшення викидів парникових газів з необґрунтовано величезним запасом». У Копенгагені Україну оголосили «динозавром дня» і передали цю «нагороду» для Кабінету міністрів. Цим званням нагороджують держави, які вносять, на думку екологів та науковців зі 192 країн, найбільший деструктив у перемовини. Є ще одна номінація, завдяки якій Україна стала «динозавром» в очах світу – це закритий доступ до інформації про використання коштів, отриманих від продажу квот на викиди за Кіотською угодою. На другому місці жартівливої нагороди – так звана «зонтична» група країн, які пропагують на саміті власний формат нової єдиної угоди. Туди належать індустріальні країни, що не входять до ЄС – а це Канада, Ісландія, Казахстан, Японія, Норвегія, Нова Зеландія, США, Австралія, Україна, Росія.

Який же внесок у захист клімату може зробити Україна? На підставі оприлюднених результатів попередніх урядових досліджень Україна має можливість скоротити викиди парникових газів до 2020 року на 33-40%. Але на саміті в Копенгагені Україна цього вже не підтвердила. Тому можна очікувати, що українська продукція, яку експортують до Євросоюзу та США, може подорожчати (через рівень викидів парникових газів).

Чи не найважливіше питання на міжнародних переговорах в ООН – це джерело фінансування Глобального кліматичного фонду. Кошти Фонду мають піти на адаптацію до змін клімату в країнах, що розвиваються, передачу технологій, проекти зупинки вирубки тропічних лісів та проекти скорочення викидів парникових газів в країнах, що розвиваються.

Розглядають різні варіанти поповнення скарбниці Міжнародного фонду. По-перше, це внески розвинених країн. Але не всі це підтримують. Так, офіційні делегації України, Росії та Білорусі наполягають на особливому економічному статусі країн і відмовляються робити свій внесок до Глобального Фонду. По-друге, це запровадження податку на міжнародні морські чи авіаційні перевезення. Але, за словами Ірини Ставчук, голови української робочої групи зі зміни клімату, це призведе, наприклад, до подорожчання авіаквитків в Україні, адже авіакомпаніям доведеться робити свій внесок до кліматичного Фонду. Третє можливе джерело фінансування Глобального кліматичного фонду – створення організації-аукціону продажу квот на викиди під наглядом міжнародної громадськості. Але, наприклад, сусідня Росія вже оголосила, що не буде переносити квоти, які залишилися і утворилися ще у період дії Кіотської угоди.

«Переговірний» текст майбутньої пост-кіотської угоди містить пропозицію на застосування спеціальних торговельних заходів – митного податку, що буде враховувати обсяг викидів парникових газів під час виробництва чи доставки товарів. Такі ідеї спершу висловили США та країни ЄС для того, щоби захистити свою промисловість від нерівної конкуренції з країнами, що не хочуть брати зобов'язань зі скорочення викидів. Проти цього виступили країни, що розвиваються, і наполягали: в угоді слід зазначити, що жодна країна світу не має права збирати такі податки. З цим погодилася й офіційна Україна. Якщо ж ЄС і США таки отримують право збирати податок, то його в Україні мають сплачувати на продукцію виробників-експортерів, наприклад, металургійних й коксохімічних заводів, бо розмір податку буде залежати не лише від енергоємності конкретних вітчизняних підприємств, а й від позиції України на саміті ООН щодо скорочення викидів парникових газів. Таких заводів багато на сході України: на Донеччині, у Дніпропетровську, Кривому Розі, Запоріжжі, Луганську. Так може подорожчати і вітчизняна електроенергія, яку експортують до Євросоюзу. Голова робочої

групи зі зміни клімату Ірина Ставчук пояснила в інтерв'ю «Німецькій хвилі»: «Адже українські теплоелектростанції досить застарілі й викидають значну кількість парникових газів, і на цю продукцію, у даному разі енергію, встановлять такий податок, що в результаті українська енергія коштуватиме дорожче, ніж місцева відновлювальна. Таким чином, Україна може втратити ринок збуту електроенергії».

„Подальший розвиток економіки вирішальним чином залежатиме від того, наскільки швидко прогресуватиме загальне потепління”, – каже головний економіст Потсдамського науково-дослідного інституту з вивчення проблем клімату Отмар Еденгофер і пропонує „запобіжні стратегії”. В чому вони полягають?

По-перше, потрібно дійти згоди щодо того, скільки викидів вуглекислого газу людство може дозволити собі до кінця століття. Ідеться про цілком конкретну цифру, скажімо, 850 гігатонн і жодної тонни більше. По-друге, маємо домовитися, як розподілити цю чітко обмежену кількість на всіх, тобто встановити граничну межу викидів для кожної окремої країни. І, по-третє, необхідно заснувати авторитетні міжнародні інституції, які організують і потім суворо контролюватимуть всесвітню торгівлю емісійними сертифікатами – правами на забруднення атмосфери. На зразок того, як це вже функціонує в Європі. Якщо виконаємо ці три умови, то матимемо шанс запобігти колапсові клімату. Але шлях до такої угоди буде довгим і тернистим. Великим досягненням було б, якби підсумком цієї конференції став попередній план, так звана „дорожня карта”.

Планувати на десятиліття вперед і до того ж у світових масштабах – надзвичайно складне завдання. Особливо, коли не розв'язані проблеми минулого. США, Європейський союз, Австралія, Японія пафосно заявляють: промисловий бум 20-го століття завдав докільню величезної шкоди, й країни з перехідною економікою не повинні повторювати сьогодні наших помилок. «Що ж», – відповідають на це Китай, Індія, Бразилія, – « за провину треба розплачуватися». Мільярди витрати на охорону клімату мають лягти передусім на промислово розвинений Захід. Палкі суперечки розпочинаються, коли мова заходить про розмір компенсацій. Маються на увазі не грошові виплати, а надання безкоштовних емісійних сертифікатів, скажімо, Індії чи Китаю. Це хоч і не банківський чек, але теж інвестиція, яка дасть чималі конкурентні переваги. Бо промисловим підприємствам і транспортним фірмам розвинених країн доведеться за кожну тонну вуглекислого газу чимало платити.

В Європі торгівля емісійними сертифікатами функціонує від 2005-го року. Нещодавно одна тонна парникового газу коштувала на біржі 13-14 євро. За прогнозами експертів до 2011 року ціна на „повітряні” акції зросте до 20-25 євро за тону.

Людство викидає в атмосферу щороку 30 мільярдів тонн газів, що посилюють парниковий ефект. Спробувати уповільнити загальне потепління можна, запровадивши квоти викидів, наприклад, для літаків та для наземного транспорту, для димарів усіх теплоелектростанцій, які тільки є на світі, цементних, металургійних заводів тощо. Але цього буде недостатньо, попереджають експерти. Порятунок планети має стати справою кожного, а тому на одного мешканця Землі повинно припадати не більше 2,5 тонн CO₂ на рік. А сьогодні на сумлінні середньостатистичного американця лежить 20 тонн CO₂, середньостатистичного індійця – всього 1,2 тонни. Несправедливий розподіл.

Науковий оглядач Дирк Асендорф змальовує таку картину, можливо зовсім недалекого, майбутнього: „Для мешканців Танзанії, Перу, Індії або Індонезії персональна квота CO₂ не становить жодних проблем. Їхній „внесок” у потепління клімату завжди був набагато менший, ніж дозволені на рік 2,5 тонни. А ось, наприклад, для німців новий порядок пов'язаний із багатьма незручностями. На середнього бюргера припадає понад 10 тонн CO₂, отже, три чверті емісій доведеться якимось чином заощаджувати.

Але приблизно на половину нашого особистого рахунку ми не маємо безпосереднього впливу. Це викиди, спричинені державними інфраструктурами – будівництвом та опалюванням шкіл, дитячих садків, лікарень, інших громадських установ. Навіть якщо скрізь суворо економити, нам у найліпшому випадкові залишатиметься якихось дві тонни CO₂ на рік. Про власні чотири колеса можна забути раз і назавжди. На орендованому автомобілі наїздиш сто-двісті кілометрів – і на цьому крапка. Нелегко буде звикати й до нового раціону. Біфштекси, ромштекси та всілякі інші вироби з м'яса – відтепер щонайчастіше раз на тиждень. Як і смачна та зручна в приготуванні заморожена картопля фрі. У кожній порції цих страв „захований” цілий кілограм парникових викидів! А от якщо харчуватися вегетаріанськими продуктами, виробленими з місцевої сировини, яку не везли за тисячі кілометрів, кілограм CO₂ набереться лише за двадцять днів. На заощаджені емісії можна було б вирушити у відпустку, наприклад, в Італію. Само собою зрозуміло, потягом... Найгірше для парникового балансу – це відрядження. Наприклад, з Німеччини у США літаком до Каліфорнії та назад означатиме 6400 тонн CO₂! Добре хоч, що на біржі можна придбати додаткові сертифікати. Мешканцю гірського села в Непалі, зокрема, вони майже ні до чого. Він витрачає на рік усього сто кілограмів парникових емісій з виділених на його частку двох з половиною тонн...

Дехто з експертів оптимістично прогнозує, що світова валюта майбутнього називатиметься не долар і не євро, а CO₂. Грисгамер, один із керівників Фрайбурзького екологічного інституту, автор книжки „Добрі манери в екології” каже: „Хоч би що там казали, CO₂ перетвориться на валюту, бо значно підвищаться ціни на продукцію енергетичної та всіх інших галузей економіки. Я теж не вважаю, що емісійні сертифікати колись лежатимуть у наших гаманцях як євро, і все ж таки ціна шкідливих викидів ураховуватиметься скрізь. За два-три десятиліття просто не вигідно буде купувати бензинове чи дизельне авто. А електроенергію для електромобілів та електроавтобусів вироблятимуть на сонячних та на вітрових електростанціях. Не тільки через те, що так, мовляв, екологічніше, а через те, що це буде дешевше. Літаки замість газу заправлятимуть рослинним паливом, бо до нього не додаватиметься ціна парникових викидів. Вихід завжди знайдеться, якщо за забруднення повітря треба буде платити так багато, що це справді боляче битиме по кишені чи то підприємця, чи то споживача.” Той, хто сьогодні планує будувати багатосмугові автобани, вкладати мільйони в розбудову аеропортів тощо, має усвідомлювати: така інвестиція може себе ніколи не виправдати через постійне подорожчання емісійних сертифікатів.

На засіданнях у Копенгагені часто згадувався 2050-й рік. До того часу світовий обсяг шкідливих викидів повинен зменшитися вдвічі порівняно з 1990-им роком, щоб загальне потепління не перевищило критичної позначки в два градуси за Цельсієм. У документі, розробленому фактично під час зустрічі президента США Барака Обами, китайського прем'єра Вєня Цзябао, лідерів ЄС та кількох країн з перехідною економікою, записано, що не можна допустити підвищення температури на планеті більше, ніж на два градуси, і що на це країнам, що розвиваються, буде надаватися фінансова допомога. Однак у заяві, яка не має жодної юридичної сили, не прописано, яким чином досягається така мета. На завершальному пленарному засіданні розгорілися палкі дебати. Передусім Судан, Куба, Венесуела, Болівія та острівна держава Тувалу відмовляються підтримувати текст заключної заяви, яка не містить жодних конкретних вимог стосовно викидів вуглекислого газу. Латиноамериканські країни не вдоволені тим, як розроблявся текст заключної заяви, що текст розроблявся у вузькому колі окремих держав, а не на робочих зустрічах усіх учасників конференції. Делегат від Венесуели порівняв це з «державним переворотом» проти принципів Об'єднаних Націй. Делегат від Болівії роз-

гледів «диктаторські» методи в тому, як делегатам представили текст для голосування. Подібні заяви були від представників Куби й Нікарагуа.

Попри всі суперечки й критику досягнутий мінімальний консенсус є «хорошим стартом». Стосовно турбулентності, яка спостерігалася під час кліматичного саміту, генеральний секретар ООН Пан Гі Мун сказав, що це був найскладніший переговорний процес. Вперше в історії організації зібралось так багато державних й урядових лідерів з різними внутрішньополітичними й фінансовими обставинами для того, аби обговорити заходи захисту клімату.

Висновки. Важливість Копенгагенського саміту полягає в тому, що при досягненні навіть мінімальної згоди подано сигнал міжнародним фінансовим ринкам та інвесторам: безкоштовними шкідливі викиди більше не будуть ніколи.

Вперше світова спільнота одностайно визнала, що потепління на два градуси за Цельсієм може зруйнувати рівновагу екологічної системи на планеті і цього не можна допустити.

В копенгагенській заяві, яку підписали представники двадцяти п'яти провідних індустріальних країн і держав з перехідною економікою, зафіксовано наступні результати домовленостей: по-перше, надання країнам, що розвиваються, фінансової допомоги в боротьбі з потеплінням клімату та зі шкідливими викидами. В найближчі три роки виділять \$ 30 млрд., з них близько 3,6 мільярдів будуть виділені з бюджету США, 11 мільярдів дасть Японія й 10,6 мільярда до 2012 року – з бюджету Європейського союзу і ще 100 млн. будуть виділятися щорічно до 2020 року. По-друге, проведення моніторингу промислових викидів в Китаї, Індії, США, Бразилії й Південній Африці. Ці п'ять країн також домовилися зробити все можливе, щоб знизити зростання світової температури на два градуси. За оцінками Міжнародного енергетичного агентства до 2050 року цей намір обійдеться світовій економіці в \$ 10 трлн. Яким чином розвинені країни та країни, що розвиваються, розподілять між собою ці витрати, буде вирішуватися найближчим часом. Але в будь-якому разі першим прийдеться субсидювати останніх. Водночас трагічно, що індустріальні країни та країни швидкого економічного розвитку готові вкладати гроші, але не готові рішуче скорочувати викиди парникових газів в атмосферу.

Країнам світу надано час до грудня 2010-го року, коли має відбутися наступний кліматичний саміт у Мексиці, представити конкретні національні цілі скорочення обсягів викиду вуглекислого газу в атмосферу. Попередні пропозиції країни повинні представити на підготовчий саміт, який відбудеться у травні 2010 року в Бонні.

Всі країни світу показали своє обличчя. Тепер екологи знають: треба тиснути на Сполучені Штати та Китай. Тим часом Європа може взяти ініціативу у свої руки і показати позитивний приклад решті країн світу. Лише таким чином можна крок за кроком подолати недоробки створити оптимальні технології, які не допустять до глобального потепління клімату. Тільки ті країни, які серйозно займатимуться проблематикою зміни клімату і захисту довкілля загалом, у підсумку будуть у вигравші.

Для вирішення глобальних проблем необхідне створення нового типу всесвітнього господарства, побудованого на якісно нових принципах співробітництва та взаємодопомоги, міжнародних економічних відносинах.

НПО «Красный металлист», г. Конотоп Сумской обл.

*Конотопский институт Сумского государственного университета

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ВЗРЫВОЗАЩИТЫ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК ШАХТ

Введение. Горно-геологические условия угольных месторождений Украины характеризуются большой сложностью, добыча угля на некоторых угольных месторождениях производится на глубине более тысячи метров. Это обуславливает наличие большого количества опасных и вредных производственных факторов, приводящих к высокому уровню травматизма, профзаболеваний и аварийности. Среди подземных аварий особую опасность представляют взрывы метано-воздушных смесей. По частоте проявления эти аварии составляют в среднем 4%, а ущерб от них превышает 10%. В 2000-х годах на шахтах Украины произошло восемь взрывов газа в подземных выработках шахт, унесших жизни 223 человек. [1]. Поэтому проблема повышения надежности взрывозащиты горных выработок шахт, особенно по аэрогазовому фактору, – одна из наиболее актуальных для угледобывающей отрасли.

Постановка задачи. Существующие методы контроля содержания метана в рудничной атмосфере [2] основаны на различии физико-химических свойств метана и неконтролируемых компонент рудничной атмосферы (табл.1).

Таблица 1 – Физико-химические свойства метана и влияющих газов

Наименование величины	Единицы измерения	Значение величин для газов			
		воздух	СН ₄	СО ₂	О ₂
Плотность	кг/м ³	1,293	0,717	1,977	1,429
Коэффициент вязкости	Па с	$18,1 \cdot 10^{-6}$	$10,9 \cdot 10^{-6}$	$14,8 \cdot 10^{-6}$	$20,3 \cdot 10^{-6}$
Коэффициент диффузии	м/с	-	$19,6 \cdot 10^{-2}$	$13,9 \cdot 10^{-2}$	$17,8 \cdot 10^{-2}$
Коэффициент преломления		1,00029 2	1,000441	1,0004 50	1,00027 2
Теплопроводность	Вт/(м К)	$2,4 \cdot 10^{-2}$	$3,1 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$2,4 \cdot 10^{-2}$
Теплоемкость	кДж/(кмоль К)	29,15	39,82	45,2	29,3
Длины волн при максимальном поглощении	мкм	-	3,31; 7,7	2,7; 4,2; 15	-

Наибольшее распространение в угольной промышленности получили оптические, термокаталитические, термокондуктометрические методы контроля содержания метана. [2]. Исторически, одним из первых методов контроля содержания метана в рудничной атмосфере, нашедшим широкое применение, явился рефрактометрический метод [2]. Он основан на отличии коэффициентов преломления света метаном и воздухом. Этот метод измерения широко используется в шахтных интерферометрах и значительно реже в стационарных рефрактометрических газоанализаторах [3]. Одним из недостатков рефрактометрического метода является влияние на смещение интерференционной картины таких переменных компонент рудничной атмосферы как диоксид угле-

рода и пары воды. В шахтных интерферометрах это влияние устраняется путем предварительного осушения анализируемого воздуха и поглощения CO_2 химическим известковым поглотителем. К достоинствам метода относится малая инерционность. Однако реализовать это преимущество метода в стационарных газоанализаторах чрезвычайно сложно из-за необходимости защиты оптических элементов от пыли и влаги.

Другой разновидностью оптического метода, на основе которого в прошлом неоднократно предпринимались попытки создания средств контроля метана для быстродействующей газовой защиты (обладающих малой инерционностью), является оптический абсорбционный метод. Метод основан на избирательном поглощении лучистой энергии газами в инфракрасной части спектра. Для метана характерными длинами волн максимального поглощения являются излучения с длиной волн 3,31 и 7,7 мкм. Работы в области создания средств контроля метана, основанных на абсорбционном методе, осуществлялись в двух направлениях [2, 3]. Первое направление заключается в создании бездисперсионных анализаторов с избирательным оптико-акустическим лучеприемником, а второе – в разработке и использовании узкополосных или монохроматических источников излучения с длиной волны, соответствующей максимуму поглощения метана, и в применении широкополосных, неизбирательных оптических приемников. Достоинством абсорбционного метода является его избирательность, малая инерционность и возможность измерения концентрации метана непосредственно в потоке рудничного воздуха. Однако необходимость применения сложных оптико-акустических лучеприемников, трудность защиты оптических элементов от пыли и влаги, отсутствие дешевых и надежных источников монохроматического излучения с требуемыми длинами волн, а также относительно высокая энергоемкость практически исключают возможность применения абсорбционного метода в широких масштабах.

Контроль высоких концентраций метана чаще всего осуществляется термокондуктометрическим методом. Этот метод основан на отличии теплопроводности метана и других компонент рудничной атмосферы. Принято считать, что теплопроводность смеси газов обладает аддитивными свойствами и однозначно зависит от концентрации газов в атмосфере. В таком случае теплопроводность бинарной метано-воздушной смеси можно определить из выражения [2]

$$\lambda_{см} = C_m \lambda_m + (1 - C_m) \lambda_v, \quad (1)$$

где $\lambda_{см}$, λ_m , λ_v – коэффициенты теплопроводности соответственно газовой смеси, метана и воздуха, Вт/м·К; C_m – молярная доля метана в смеси.

Наиболее изученным методом контроля содержания метана в рудничной атмосфере, который нашел самое широкое применение при создании стационарных средств автоматического газового контроля (АГК) и переносных сигнализаторов метана, является термokatалитический. Он заключается в беспламенном окислении метана на поверхности катализатора, которое происходит по известной реакции [1]



и контроле измерения сопротивления чувствительного элемента, пропорционального количеству выделившегося при этом тепла, которое пропорционально (до некоторых пределов) концентрации метана [3]. Системы АГК, построенные по такому принципу в 70-80е гг. прошлого столетия, позволили снизить уровень смертельного травматизма горнорабочих более чем в два раза [4].

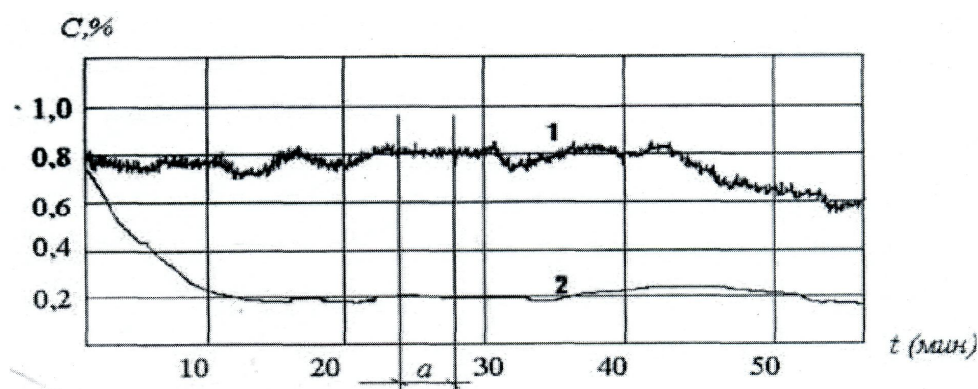
Конструктивное исполнение и технология изготовления чувствительных элементов для термokatалитических и термокондуктометрических датчиков, выпускаемых многими предприятиями стран СНГ и Украины, схожи и имеют сравнительно одинаковые достоинства и недостатки. Чувствительные элементы – наиболее уязвимый элемент

аппаратуры газового контроля (АГК) [1]. Поэтому один из путей повышения надежности АГК заключается в улучшении эксплуатационных характеристик датчиков. Достижение этой цели осуществлялось за счет разработки методов корректировки нулевых показаний и чувствительности метанометра в атмосфере, содержащей метан [1], предотвращения заливки чувствительных элементов датчика водой и повышения их механической стойкости [6], снижения погрешности измерений от влияния изменения условий эксплуатации [7] и др., что позволило существенно повысить технический уровень и надежность средств контроля взрывоопасности горных выработок шахт.

Отличительной особенностью термокаталитического метода является то, что в процессе работы датчика происходит сжигание метана, и при отсутствии притока анализируемой смеси к датчику его показания по мере сгорания метана снижаются. В нарушение правил безопасности эта особенность работы метанометров используется персоналом шахт для отключения средств взрывозащиты путем ограничения доступа контролируемой среды к датчику. Данные действия, объединенные термином „несанкционированный доступ" к датчикам систем АГК, ведут к снижению надежности взрывозащиты горных выработок шахт, существенно повышают вероятность аварий с катастрофическими последствиями.

Целью настоящей публикации является проведение исследований по выявлению случаев несанкционированного вмешательства в работу средств взрывозащиты горных выработок шахт.

Результаты работы. Для достижения поставленной цели проведены исследования особенностей работы стационарных метанометров при несанкционированном ограничении доступа контролируемой атмосферы к датчику за счет изоляции чувствительного элемента полиэтиленовым пакетом, мокрой тканью, заливкой фильтра элемента датчика водой [1] и др. Особенности работы стационарного анализатора в штатном режиме и при ограничении доступа метана к датчику заклеиванием газообменных отверстий видны из приведенных на рис. 1.



1 – выходной сигнал контрольного газоанализатора; 2 – выходной сигнал газоанализатора после ограничения подачи контролируемой атмосферы

Рисунок 1 – Фрагменты графиков выходного сигнала газоанализаторов

Из графиков 1 и 2, приведенных на рис.1, видно, что при ограничении доступа контролируемой атмосферы к датчику метана за 12-18 мин. в 3-5 раз снижается уровень выходного сигнала датчика, меняется характер микро- и макрофункций сигнала и смещение его частотной характеристики выходного сигнала в область более низких частот.

Поэтому по изменению величины выходного сигнала и среднеквадратичного отклонения результатов измерений от среднего за предшествующий и текущий промежуток времени можно определить факт несанкционированного ограничения доступа кон-

тролируемой атмосферы к датчику. Этот факт может быть определен также по изменению частоты, соответствующей максимуму спектральной характеристики выходного сигнала анализатора, для чего можно воспользоваться апробированными методами статистического анализа [8, 9].

В соответствии с первым методом автоматического выявления принудительного ограничения доступа контролируемой среды к датчику осуществляют в следующей последовательности:

1. Определяют средние значения концентрации метана за текущий m -ный, например, пятиминутный интервал:

$$\bar{C}_m = \frac{C_{1m} + C_{2m} + \dots + C_{nm}}{n} = \frac{\sum_{n=1}^n C_{nm}}{n}, \quad (3)$$

где C_m, C_{m-1}, \dots, C_m – текущие значения содержания метана в m -ном, например, пятиминутном интервале; n – число дискретных значений содержания метана в m -ом пятиминутном интервале, разбитом, например, на $n=10$ подинтервалов.

2. Определяют средние значения содержания метана, например в каждом из пяти пятиминутных интервалов, предшествующих m -ному интервалу C_{m-i}

$$\bar{C}_{m-i} = \frac{C_{1(m-i)} + C_{2(m-i)} + \dots + C_{n(m-i)}}{n} = \frac{\sum_{n=1}^n C_{n(m-i)}}{n}, \quad (4)$$

где $i = 1, 2, \dots, 5$ – номер, например, пятиминутного интервала измерения концентрации метана, предшествующего m -ному интервалу; $C_{1(m-i)}, C_{2(m-i)}, \dots, C_{n(m-i)}$ – текущие значения содержания метана в $(m-i)$ -ом интервале, предшествующем m -ному интервалу.

3. Определяют среднее значение содержания метана за пять пятиминутных интервалов измерения, предшествующих m -ному:

$$\bar{C}_5 = \frac{\bar{C}_{m-1} + \bar{C}_{m-2} + \dots + \bar{C}_{m-5}}{n}. \quad (5)$$

4. Определяют среднеквадратичное отклонение текущих значений от среднего содержания метана в m -ном интервале измерения:

$$Z_1 = \frac{(\bar{C}_m - C_{1(m-i)})^2 + (\bar{C}_m - C_{2(m-i)})^2 + \dots + (\bar{C}_m - C_{n(m-i)})^2}{n}. \quad (6)$$

5. Определяют среднеквадратичное отклонение Z_2 от среднего значения C_5 содержания метана в предшествующих m -ному интервалу измерений:

$$Z_2 = \left[\frac{(\bar{C}_5 - \bar{C}_{m-1})^2 + (\bar{C}_5 - \bar{C}_{m-2})^2 + \dots + (\bar{C}_5 - \bar{C}_{m-5})^2}{n} \right]. \quad (7)$$

6. Определяют отношения: $\frac{\bar{C}_5}{C_m}; \frac{Z_2}{Z_1}$, если $\frac{Z_2}{Z_1} \geq 2$ и $\frac{\bar{C}_5}{C_m} \geq 3$ делают вывод о

наличии несанкционированного ограничения доступа контролируемой среды к датчику.

Такой же вывод делается, если $\frac{Z_2}{Z_1} \geq 4$.

По второму способу наличие несанкционированного ограничения доступа контролируемой атмосферы к датчику определяют в следующей последовательности.

1. Функцию изменения выходного электрического сигнала, пропорционального концентрации метана, представляют в виде ряда гармонических функций с частотами, кратными основной частоте:

$$f(t) = \sum_{k=1}^{\infty} C_k \cos k\omega t, \quad (8)$$

где C_k – амплитуда гармонической функции; k - номер гармоники; t - время;

2. Определяют средние значения частот, соответствующие максимуму спектральной характеристики выходного сигнала анализатора в каждом из пяти пятиминутных интервалов измерения метана, предшествующего m -ному:

$$\overline{f}_{m-i} = \frac{f_{1(m-i)} + f_{2(m-i)} + \dots + f_{n(m-i)}}{n} = \frac{\sum_{n=1}^n f_{n(m-i)}}{n}, \quad (9)$$

где $f_{1(m-i)}, f_{2(m-i)}, f_{10(m-i)}$ – частоты, соответствующие максимуму спектральной характеристики выходного сигнала в i -том пятиминутном интервале измерения, разбитому, например, на $n=10$ подинтервалов и предшествующему m -ному.

3. Определяют среднее значение частоты, соответствующее максимуму спектральной характеристики выходного сигнала анализатора за пять пятиминутных интервалов измерения, предшествующих m -ному:

$$\overline{f}_5 = \frac{\overline{f}_{m-1} + \overline{f}_{m-2} + \dots + \overline{f}_{m-5}}{5}. \quad (10)$$

4. Определяют среднее значение частоты, соответствующее максимуму спектральной характеристики выходного сигнала анализатора за текущий m -ный интервал измерений:

$$\overline{f}_m = \frac{f_{1m} + f_{2m} + \dots + f_{nm}}{n} = \frac{\sum_{n=1}^n f_{nm}}{n}, \quad (11)$$

где f_{1m}, f_{2m}, f_{nm} – частоты, соответствующие максимуму спектральной характеристики выходного сигнала в m -ном пятиминутном интервале измерения, разбитому, например, на $n=10$ подинтервалов.

5. Определяем отношения $\frac{\overline{f}_m}{\overline{f}_5}$ и, если $\frac{\overline{f}_m}{\overline{f}_5} \geq 5$, делается вывод о несанкционированном ограничении доступа контролируемой атмосферы к датчикам.

Выводы. Полученные экспериментальные данные и их статистический анализ апробированными методами позволили обосновать алгоритм обработки сигнала о содержании метана и автоматически, дистанционно обнаруживать факт несанкционированного вмешательства в работу аппаратуры газовой защиты, чем повысить надежность контроля взрывоопасности горных выработок шахт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левкин Н.Б. Предупреждение аварий и травматизма в угольных шахтах Украины / Левкин Н.Б. – Донецк: Донбасс, 2002. – 396 с.
2. Голинько В.И. Контроль взрывоопасности горных выработок шахт / Голинько В.И.,

- Котляров А.К., Белоножко В.В. – Д.: Наука и образование, 2004. – 207 с.
3. Карпов Е.Ф. Автоматическая газовая защита и контроль рудничной атмосферы / Карпов Е.Ф., Биренберг И.Э., Басовский Б.И. – М.: Недра, 1984. – 285 с.
 4. Расследование и предотвращение аварий на угольных шахтах / [А.М. Брюханов, А.Г. Мнухин, В.П. Колосюк и др.] – Донецк: Норд-пресс, 2004. – Ч. I – 548 с.
 5. Рид Р. Свойства жидкостей и газов / Рид Р., Шервуд Т. – М.: Гостопиздат, 1964. – 334 с.
 6. Пат. 76648 Україна, МПК Е 21 F 17/18, G 01 F 15/00. Спосіб підвищення механічної стійкості термокаталітичного датчика горючих газів / О.К. Котляров, В.І. Голінько О.В. Білоножко, В.В. Білоножко // Опубл. 15.08.06. Бюл. №8.
 7. Патент України 62861А, МК G01N27/18. Схема включення термокаталітичного датчика і спосіб її балансування / В.В. Білоножко, В.П. Білоножко, В.І. Голінько, А.К. Котляров та ін. // Опубл. 15.12.03 Бюл. №12.
 8. Кульбак С. Теория информации и статистика / Кульбак С. - М.: Наука, 1967. – 408 с.
 9. Свешников А.А. Прикладные методы теории случайных функций / Свешников А.А. - М.: Наука, 1968. – 400 с.

УДК 69.05:658.382

САДОВОЙ О.В., д.т.н., професор
СТРЕЖЕКУРОВ Е. Є., к.т.н., доцент
САФОНОВ В.В.* , к.т.н., доцент
АБРАКИТОВ В.Е.* , к.т.н., доцент
В'ЮНЕНКО Є.О.* , студент

Дніпродзержинський державний технічний університет

*Придніпровська державна академія будівництва та архітектури, м. Дніпропетровськ

ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ЗВУКУ ШЛЯХОМ ЗАСТОСУВАННЯ ЕФЕКТУ ПОЛЯРИЗАЦІЇ

Вступ. В промисловості та на транспорті часто використовуються джерела стиснутого повітря, пари й інших газів. При витіканні цих газів утворюються аеродинамічні шуми, інтенсивність яких залежить від тиску, форми стікаючих отворів і площин, між якими проривається газоподібне середовище. Типовим прикладом такого пристрою є авіаційний двигун та створювані ним неприпустимі рівні шуму.

Постановка задачі. Шум згідно із діючими нормативними документами класифіковано як небезпечний та шкідливий фактор. Його шкідлива дія підтверджена чисельними медичними дослідженнями, тому виникає актуальна необхідність розробки заходів боротьби з ним.

По перше, це проблема прогнозування процесів розповсюдження звуку на шляху від джерела до об'єкту, який потребує захисту. Таким чином, гостро стає проблема дослідження, моделювання, оцінки шумового режиму, можливості вивчення ефекту варіабельності різних шумозахисних засобів. По друге, не досить тільки знати, як саме розповсюджується шум; треба ще вести конкретну боротьбу з ним, тобто конструювати найефектніші протишумові прилади. Таким чином, хоч ці аспекти й тісно зав'язані між собою, кожен з них вимагає зовсім різних шляхів вирішення, ставить різні завдання, що відображено на рис.1. Дослідження, що пропонується, присвячено лише першому з пе-

релічених аспектів, тобто проблемі прогнозування процесів розповсюдження аеродинамічних шумів.

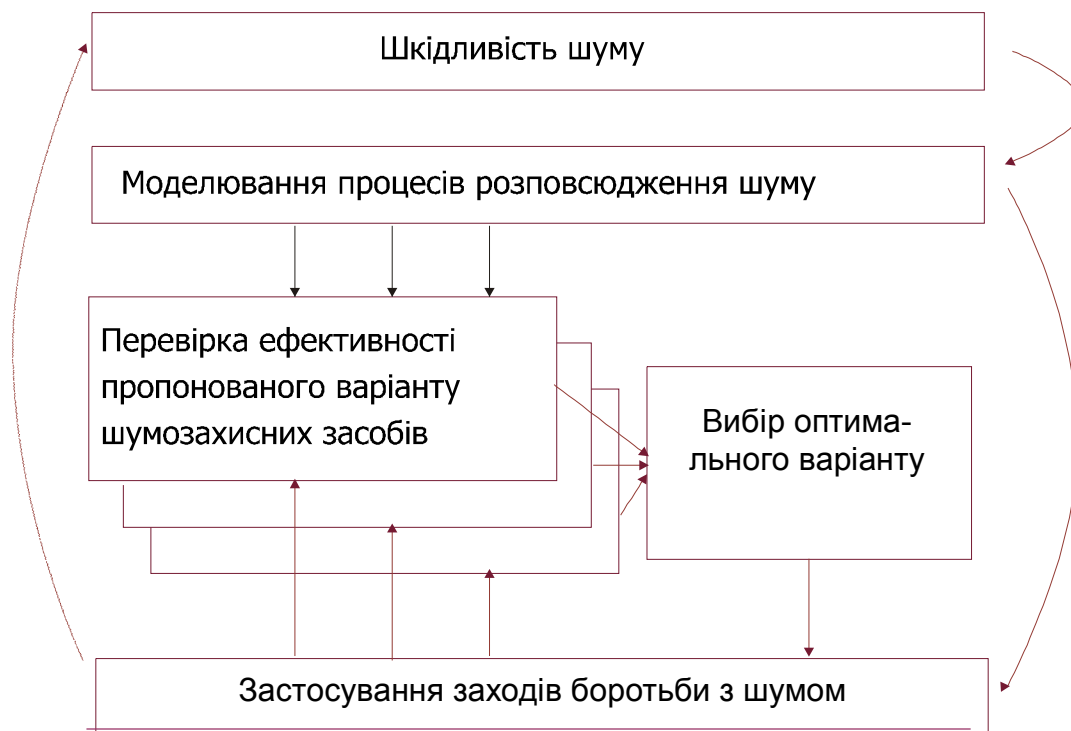


Рисунок 1 – Роль моделювання процесів розповсюдження шуму в загальній системі впливу на стан акустичного комфорту населення

Важливим при цьому є проведення розрахунків аеродинамічного шуму при витіканні газоподібного середовища з математичним моделюванням умов і форми сопел, поверхонь й ін. Слід зазначити, що внаслідок недостатнього знання сутності фізичних процесів утворення аеродинамічного шуму та неврахування специфічних особливостей процесів витікання газів іноді дуже важко виконати математичне моделювання картини звукового поля таких аеродинамічних процесів.

Утворення шуму струменя обумовлено турбулентними пульсаціями тиску, пов'язаними із флуктуаціями швидкості на границі зсуву струменя з навколишнім повітрям, стрибками ущільнення в струмені й взаємодії між стрибками ущільнення й турбулентних пульсацій. У струмені, що має дозвукову швидкість, головним джерелом шуму є турбулентні пульсації. На початковій ділянці струменя довжиною приблизно п'ять діаметрів калібрів від зрізу сопла, де існують більші градієнти швидкості, утвориться дрібномасштабна турбулентність, що є джерелом високочастотних шумів.

Звукова потужність, випромінювана початковою ділянкою вихлопного струменя, становить близько 65% загальної звукової потужності струменя. На відстані 5-10 калібрів струменя середня швидкість зменшується, виникає турбулентність і, внаслідок цього, середньочастотний шум. На відстані більше 10 калібрів зрізу утворюється в основному низькочастотний шум.

Тому дослідження спрямовано на вивчення аеродинамічного шуму шляхом його безпосереднього спостереження та фізичного моделювання.

Але й це завдання є дуже складним, тому що звук неможливо побачити: його можна лише почути (або ж виміряти за допомогою спеціальних пристроїв – шумомірів). В статті поставлена мета візуалізувати звук, тобто зробити його наочним.

Результати роботи. Існує ряд досліджень в галузі візуалізації звуку, стислий огляд яких надано в роботі [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Найбільш старим з такого роду способів є моделювання на плоских водяних моделях за допомогою поверхневих хвиль – так званий метод "хвильових брижі" [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Щоб забезпечити досить близьку аналогію між простими гармонійними брижами, глибина повинна бути більше $\frac{1}{2}$ довжини брижі. Недолік методу – швидке загасання брижі, можливість одержати тільки плоске зображення, ні про яку кількісну оцінку не може бути й мови.

Інша спроба замінити розповсюдження звуку витіканням якоїсь речовини пропонує застосувати дим як хвильове середовище [Ошибка! Источник ссылки не найден.]. Тут можливо одержати не тільки плоске, а й просторове розповсюдження випромінювання, що моделюється. Дим добре візуалізується, але аналогія між звуком та димом в повітрі дуже мала, розповсюдження диму більш статичне, і така модель просто не витримує критики. Також існують деякі інші способи, які також не дають достовірної картини візуалізації шуму.

Вихідним посиланням при дослідженнях послужив факт аналогії між еквівалентними хвильовими явищами процесів розповсюдження звуку та світла [3, 4] і виявлений авторами факт аналогії еквівалентних хвильових характеристик звукового та оптичного випромінювань [4, 5, 6].

Процеси утворення аеродинамічного шуму ще не до кінця досліджені, але відомо, що основну роль у них відіграють форма та ступінь обробки поверхонь, взаємодіючих з повітряним і газовим середовищем, які для стислості назовемо акустичною парою. Найбільш зручним і менш трудомістким (аніж математичне) є фізичне моделювання цих процесів.

Для цього використано відоме явище візуалізації оптичної неоднорідності у світловому потоці взаємно перпендикулярних поляроїдів. Функціональна схема експерименту представлена на рис.2.

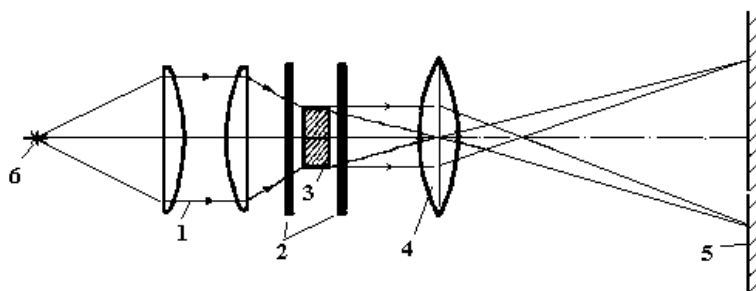


Рисунок 2 – Схема установки для візуалізації умов виникнення аеродинамічних шумів

Установка складається з конденсора 1, поляроїдів 2, досліджуваної акустичної пари 3, об'єктива 4, екрана 5, джерела світла 6. В якості джерела світла може бути використаним проєкційний ліхтар, що створює потужний світловий потік, ксенонова лампа, потужний світло діод, або лазер. Поляроїди необхідно розташовувати таким чином, щоб площини поляризації утворювали між собою кут 90° , при цьому спостерігається затемнення екрану, яке можна регулювати, збільшуючи чи зменшуючи цей кут.

У простір між поляроїдами встановлюється акустична пара, й на екрані з'являється явна картина виникнення турбулентного струменя. При великих швидкостях релаксаційні й турбулентні неоднорідності струменя мають високу частоту пульсацій і можуть не сприйматися людським оком. Тому в процесі дослідження використовувався стробоскоп з енергією лампи спалаху 10^{-15} Дж і плавною зміною частоти світлових спалахів до 1000 Гц. Тоді окремі фази виникнення турбулентності можна фіксувати фотоапаратом або відеокамерою, синхронізуючи їх із стробоскопом.

Висновки. Запропонований метод дослідження джерел аеродинамічного шуму за допомогою явища поляризації дозволяє наочно й оперативно моделювати умови виникнення турбулентності струменя й шляхи зниження вихідного шуму.

ЛІТЕРАТУРА

1. Абракітов В.Э. Совершенствование методов физического моделирования звука в целях повышения надежности систем городского хозяйства / В.Э.Абракітов, Б.М.Коржик // Повышение эффективности и надежности систем городского хозяйства: сб. научных трудов. – К.: ІСДО. – 1993. – С.84-91.
2. Кнудсен Верн О. Архитектурная акустика / Кнудсен Верн О.; пер. с англ. Я.А.Копиловича. – Харьков - Киев: ГОНТИ, 1936. – 526 с.
3. Абракітов В.Э. Аналогия волновых явлений звукового и оптического излучений / В.Э.Абракітов, Б.М.Коржик // Коммунальное хозяйство городов: республик. межведомственный сборник. – К.: Техніка. – 1995. – Вып. № 4. – С.36-37.
4. Абракітов В.Е. Багаторазові відбиття звуку в акустичних розрахунках: монографія / Абракітов В.Э. – Харків: ХНАМГ, 2007. – 416 с.
5. Абракітов В.Э. Аналогове та квазіаналогове моделювання процесів розповсюдження звуку в просторі для прогнозування шумового режиму на об'єкті, що захищається / Абракітов В.Э. – 2-ге вид., переробл. та доповн. – Харків: Парус, 2007. – 108 с.
6. Абракітов В.Е. Аналогія хвильових характеристик звукового та оптичного випромінювання / В.Е.Абракітов, В.В.Сафонов // Інтенсифікація будівництва: Зб. наук. праць. – К.: ІСДО. – 1994. – С.15-20.