

## Список літератури

1. Зорев Н.Н. Вопросы механики процесса резания металлов. – М., Машгиз, 1956. – 367 с.
2. Шатерин М.А., Коротких М.Т., Нечаев В.П. Плазмотрон для плазменно-механической обработки. – «Сварочное производство», 1986, №8, – с.27, 28.
3. Нечаев В.П., Рязанцев А.А. Особенности тепловых процессов при обработке заготовок с плазменным нагревом. – Вісник Криворізького технічного університету. Збірник наукових праць. – Вип.26. Кривий Ріг, 2010. – с.157-160.
4. Шатерин М.А., Коротких М.Т., Нечаев В.П. Плазменно-механическое торцовое фрезерование. – Машиностроитель, 1986, №9.
5. Патент №134189 Україна, МПК В23К 10/02 «Спосіб плазмово-механічної обробки» / В.П.Нечаєв, А.О. Рязанцев; заявник і патентовласник ДВНЗ «Криворізький національний університет», №U 2018 11200; заявл. 14.11.18; опубл. 10.05.19, бюл. №9.
6. Шатерин М.А. Медко В.С. Влияние предварительного плазменного нагрева заготовки на снижение силы резания / Технология, организация и техника машиностроительного производства. – 1985. – Вып. 11. – С.10-11.
7. Мрочек Ж. А., Кожуро Л. М., Хейфец М. Л. Плазменно-механическая обработка материалов. – Вестник ГГТУ имени П.О. Сухого. – Гомель, №4 (26) 2006. – с. 44-47.
8. Лолодзе Т.Н. Прочность и износостойкость режущего инструмента. М.: Машиностроение, 1982. – 320 с.
9. Подураев В.Н. Автоматически регулируемые и комбинированные процессы резания. М.: Машиностроение, 1977. –304 с.
10. Нечаєв В.П., Рязанцев А.О., Чернявська О.В., Лаухіна Л.І., Лавриненко Д.О. Вплив параметрів процесу плазмово-механічної обробки на якість поверхневого шару деталей. - Вісник Криворізького національного університету. Збірник наукових праць. – Вип.49. Кривий Ріг, 2019. – с.105-112.
11. Кунин В.С. Опыт внедрения плазменно-механической обработки. – Л.: ЛДНТП, 1982. – 28с.
12. Резников А.Н., Резников Л.А. Энергетические расчеты при резании с плазменным подогревом обрабатываемого материала. – Энергомашиностроение, 1981, №11, с. 26-28
13. The PERA «Cutfast» plasma-assisted Hot-machining process. – Engineering Digest (Canada), 1977, 38, №7, p. 17.
14. Вакаса Х. Применение обработки резанием с плазменным подогревом. – Оyo kikai kogau (Mechanical Engineering Application), 1976, т. 17, №3, с. 54-59.
15. Шатуров, Г. Ф. Прогрессивные процессы механической обработки поверхностей / Г. Ф. Шатуров, Ж. А. Мрочек. – Минск : УП «Технопринт», 2001. – С. 460.
16. Бобров В.Ф. Основы теории резания металлов. М., «Машиностроение», 1975. – С.135-142.
17. Резников А.Н., Шатерин М.А., Кунин В.С., Резников Л.А. Обработка металлов резанием с плазменным нагревом. – М.: Машиностроение, 1986. – 232 с.
18. Sun S., Brandt M., Dargusch M.S. Thermally Enhanced Machining of Hard-to-Machine Materials. International Journal of Machine Tools and Manufacture. – 2010, Vol. 50(8), p. 663–680.
19. Madhavulu G., Ahmed B. Hot Machining Process for Improved Metal Removal Rates in Turning Operations. Journal of Materials Processing Technology. –1994, Vol. 44, p. 199–206.
20. Kitagawa T., Maekawa K. Plasma Hot Machining for New Engineering Materials. Wear. – 1990, Vol. 139(2), p. 251–267.
21. Leshock C.E.; Kim Jin-Nam, Shin Yung C. Plasma Enhanced Machining of Inconel 718: Modeling of Workpiece Temperature with Plasma Heating and Experimental Results. Int. J. Mach. Tools Manuf. 2001, №41. P. 877–897.
22. Chen S.H., Tsai K.T. Predictive Analysis for the Thermal Diffusion of the Plasma-Assisted Machining of Superalloy Inconel-718 Based on Exponential Smoothing, Advances in Materials Science and Engineering. 2018, Vol. 2018. Article ID 9532394, 9 pages.

Рукопис подано до редакції 01.04.2021

УДК 622.8

О.Є. ЛАПШИН, д-р техн. наук, проф., А.К. ГАЦЬКИЙ, канд. техн. наук, доц.,  
І.А. ГАЦЬКИЙ, асп.  
Криворізький національний університет

## РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ БЕЗПЕКИ ПРИ ВИНИКНЕННІ АВАРІЙ У ГІРНИЧИХ ВИРОБКАХ ШАХТ НА ОСНОВІ ВИКОРИСТАННЯ МОБІЛЬНОЇ КАМЕРИ ПОВІТРОПОСТАЧАННЯ

Стаття присвячена розробці та обґрунтуванню заходів безпеки при виникненні аварій, шляхом використання мобільної камери аварійного повітропостачання в підземних гірничих виробках залізрудних шахт та інших галузях гірничодобувної промисловості, що надасть можливість підвищити рівень безпеки працюючих, скоротити час про-

ведення ліквідації аварій гірничорятувальниками та знизити показники коефіцієнта частоти травмування та смертності робітників.

**Метою** цього дослідження є створення безпечних умов перебування робітників в підземних гірничих виробках під час аварій, до приїзду гірничих рятувальників та виконання оперативних дій з рятування працюючих та ліквідації аварій, за рахунок розробки та використання мобільної камери повітропостачання.

**Метод дослідження** – використано комплексний підхід, який включає аналіз і узагальнення науково-технічної інформації, щодо використання мобільної камери повітропостачання та забезпечення безпеки працюючих гірників.

**Новизна отриманих результатів** полягає у тому, що запропонована конструкція мобільної камери аварійного повітропостачання, має можливість автономно пересуватися по гірничим виробкам, мобільна камера обладнана засобами високочастотного зв'язку і приладами контролю параметрів мікроклімату, а також не потребує значного часу з її монтажу, в результаті чого заощаджується дорогоцінний час на порятунок робітників.

**Практична цінність** від використання запропонованої конструкції мобільної камери аварійного повітропостачання, полягає в тому що, проведення робіт по порятунку людей та ліквідації аварій в підземних гірничих виробках шахт проводиться з мінімізацією ризиків травмування людей.

**Результат** від розробки та використання мобільної камери аварійного повітропостачання полягає у підвищенні безпеки працюючих під час аварій шляхом укриття їх в пересувній камері, утворення в ній нормального атмосферного тиску повітря, оптимальних параметрів мікроклімату, що унеможливує потрапляння отруйних газів із зовні всередину, застосування стійкого зв'язку з рятувальними бригадами та вивезення потерпілих пересувною камерою з осередків аварій.

**Ключові слова:** камера аварійного повітропостачання, гірничі виробки, безпека, травмування людей, аварія, мікроклімат, рятування працюючих.

doi: 10.31721/2306-5451-2021-1-52-44-49

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Проблема питання полягає в тому, що під час ведення робіт в підземних гірничих виробках шахт відбувається порушення нормальних умов праці, яке спричиняється аварією, що призводить до загибелі працюючих та значних матеріальних витрат [1-3].

Для підвищення ефективності процесу ліквідації аварії потрібен новий комплексний метод, який знизить коефіцієнт частоти травмування та смертності робітників у підземних гірничих виробках, а саме миттєва можливість транспортування потерпілих із зони аварії, так як не завжди у травмованих є можливість добратися до стаціонарної камери аварійного повітропостачання в результаті завалів, пожеж, загазувань та інше. Зарубіжні та вітчизняні аналоги камер аварійного повітропостачання, не мають можливості автономно пересуватися по гірничим виробкам та потребують значного часу з їх монтажу, в результаті чого втрачається дорогоцінний час на порятунок людей, та відсутня можливість транспортування потерпілих внаслідок аварії. Тому виникла потреба у розробці та проектуванні мобільної камери повітропостачання, яка надасть можливість підвищити рівень безпеки працюючих, скоротити час проведення ліквідації аварій гірничорятувальниками та знизити показники коефіцієнта частоти травмування та смертності робітників [4-6].

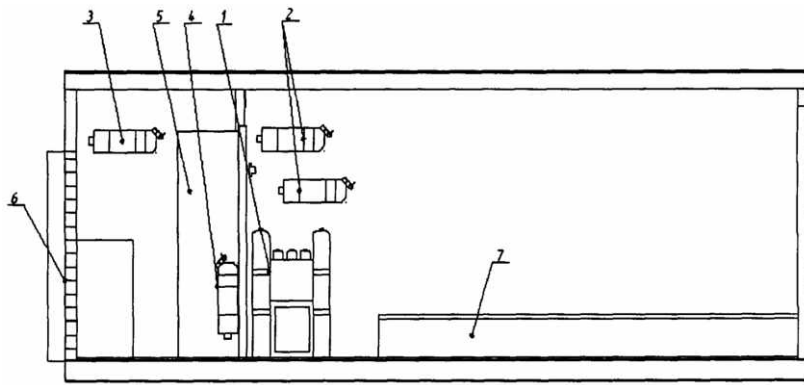
Дана проблема дуже тісно пов'язана з такими науковими та практичними завданнями як [7]:

дослідження небезпечних і шкідливих виробничих чинників, які виявляються при технологічних процесах і експлуатації машин, механізмів, що призводить до аварій, нещасних випадків та професійних захворювань;

методи і засоби захисту від дії шкідливих і небезпечних виробничих чинників, зокрема засоби індивідуального і колективного захисту працівників;

діагностування, прогнозування, моделювання екстремальних виробничих ситуацій з метою їх попередження. Методи, засоби та заходи попередження аварій на виробництві.

**Аналіз досліджень та публікацій.** Для аналізу відомих камер аварійного повітропостачання можна розглянути патент на корисну модель RU №137567, «Аварійна і рятувальна камера блочно-модульного типу "АММА"» рис. 1. Камера блочно-модульного типу, призначена для захисту груп людей, що знаходяться в зонах з повітрям, непридатним для дихання, що представляє собою мобільне спорудження, що складається з повітряного шлюзу і основної камери, що включає систему повітряної завіси, розташовану навпроти входу, пристрій захисту дихальних органів, встановлене в основній камері, засоби індивідуального захисту, ряди лавок, відрізняється тим, що блок обладнаний системою автоматичного закривання і відмикання дверей, фільтруючі пристрої розташовані як у середині повітряного шлюзу, так і в основній камері, де передбачена система поповнення кисню[8].

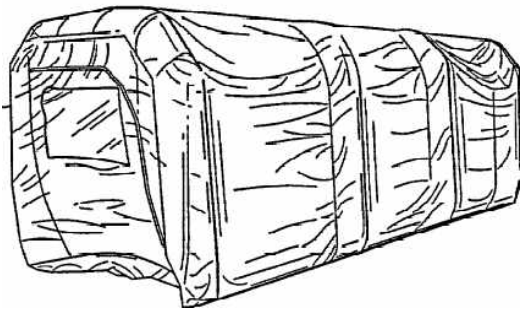


**Рис. 1.** Аварійна і рятувальна камера блочно-модульного типу «АММА»: 1 – пристрій захисту дихальних органів; 2, 4 – фільтруючі пристрої; 3 – вентиляційна система; 5 – внутрішні двері; 6 – повітряні завіси; 7 – лавка

Недоліком відомої камери є те, що вона не виключає потрапляння отруйних газів в середину при вимкненому електричному струмені, оскільки вентилятори, які

подають повітря і утворюють надлишковий тиск, будуть вимкнуті. До того ж конструкція камери є нерухомою спорудою, яку неможливо розмістити в гірничих виробках. Такі недоліки у цілому, не дозволяють застосовувати її під час аварій в гірничих виробках.

Також відомий такий патент на корисну модель, як RU № 2416723 «Камера аварійного повітропостачання і способу укриття» рис. 2. Винахід відноситься до камер аварійного повітропостачання, яку можна легко переміщати за допомогою вилочного навантажувача або фронтального торцевого навантажувача. Камера-притулок включає в себе намет, який розміщений в пересувному корпусі в нерозгорнутому стані, який розгортається і розширюється в напрямку від пересувного корпусу, в середині якого знаходиться набір балонів зі стислим повітрям і киснем, а також системи газоочищення і охолодження повітря для забезпечення нормальної атмосфери для шахтарів [9].

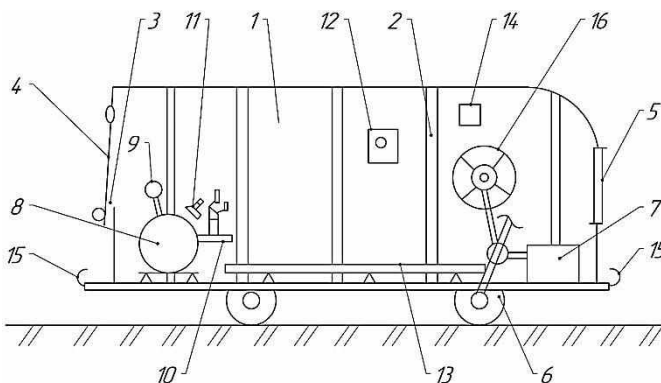


**Рис. 2.** Камера аварійного повітропостачання і способу укриття

Недоліком цієї камери є те, що вона обмежена за можливістю застосування, оскільки пересувається не автономно, а за допомогою інших транспортних засобів. До того ж, засоби газоочищення і охолодження, які обладнані в камері, за тривалий період в умовах шахти стають непридатними для забезпечення життєдіяльності людей, а засоби зв'язку з рятувальними бригадами не передбачені. Крім того,

ця камера не передбачена для перевезення потерпілих, які не мають можливості дістатися до неї самостійно.

Найбільш близькою за конструкцією є патент на корисну модель UA №145166 «Пересувна камера повітропостачання в гірничих виробках» рис. 3, що містить корпус, який встановлено на пересувній платформі і виконано з тканинного матеріалу, полотно якого натягнуто на ребра жорсткості, які закріплені на платформі [10,11]. При цьому корпус має дверний проріз зі шторою та вікно спостереження. Також на платформі закріплена ємкість зі стислим повітрям, яка обладнана манометром, редуктором і клапанним пристроєм, крім того на платформі встановлено двигун, з'єднаний кінематично з колісною парою.



**Рис. 3.** Пересувна камера повітропостачання в гірничих виробках: 1 – корпус камери; 2 – ребра жорсткості; 3 – дверний отвір; 4 – шторка; 5 – вікно спостереження; 6 – колісна пара; 7 – двигун; 8 – ємкість зі стиснутим повітрям; 9 – манометр; 10 – редуктор; 11 – клапанний пристрій; 12 – засоби високочастотного зв'язку; 13 – лавка; 14 – аптечка; 15 – гачки для зчеплення

Недоліком цієї камери є те, що вона недосконала за конструктивним виконанням. Так, з приміщення камери відбувається непродуктивна втрата повітря через нещільності в корпусі, що змен-

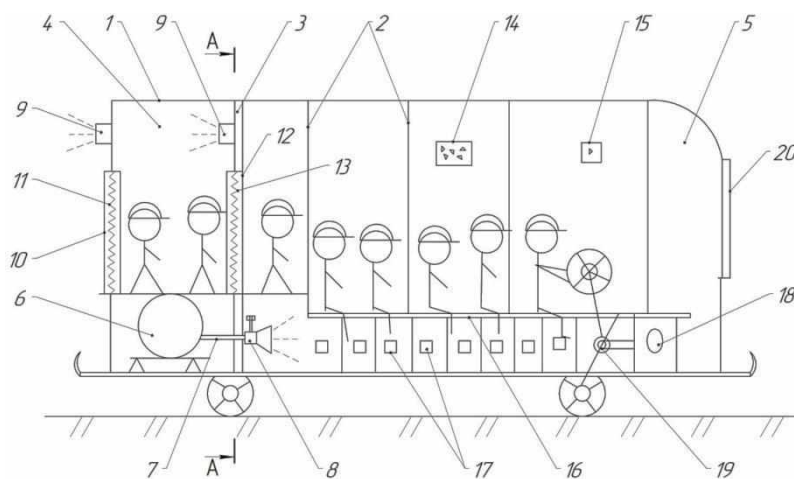
шує термін її захисної дії. Крім того, перебуваючи в камері тривалий час під надлишковим тиском, і виходячи з неї назовні, люди опиняються раптово від зниженим тиском, що небезпечно для серцево-судинної систем організму. До того ж, в середині камери обмежений термін перебування людей, який залежить від кількості стисненого повітря в ємкості розташованої в камері, а резервних засобів підтримання життєдіяльності не передбачено.

Виходячи з аналізу наведено вище, можна виділити такі основні вимоги до камер аварійного повітропостачання [12]: 1) це наявність чистого повітря в КАПП, за рахунок подачі стиснутого повітря у КАПП, або його регенерації; 2) розташовувати КАПП в місцях, найбільш близьких і найбільш доступних для максимального числа робітників дільниці при будь-яких можливих аваріях; 3) герметичність КАПП та підтримка тиску в її середині не менше ніж 50 Па, для не потрапляння отруйних речовин у камеру; 4) підтримка температурного режиму в КАПП за рахунок наявності охолоджувальних установок, аераторів тощо.

**Постановка завдання.** Головним завданням є сформулювати теоретичне обґрунтування та заходи нормалізації параметрів мікроклімату мобільної камери аварійного повітропостачання в гірничих виробках, розробити систему управління параметрами мікроклімату в КАПП. В основну моделі поставлено задачу вдосконалення камери аварійного повітропостачання шляхом забезпечення її клапанами випуску надлишкового повітря з камери очікування в тамбур, обладнання засобами високочастотного зв'язку і приладами контролю параметрів мікроклімату в приміщенні камери та забезпечення апаратами штучного дихання, що надасть нормальні умови життєдіяльності незалежно від атмосферного становища в камері.

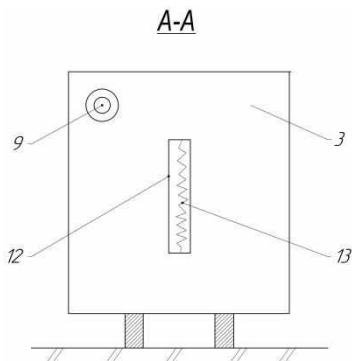
**Викладення матеріалу та результати.** Запропонована мобільна камера повітропостачання ілюструється на рис. 4, на якому зображено вертикальну проекцію мобільної камери повітропостачання в гірничих виробках та на рис. 5, зображено переріз камери в місці обладнання прогумованої перегородки.

Поставлена задача вирішується тим, що мобільна камера повітропостачання рис. 4, містить корпус 1, виконаний з тканинного матеріалу натягнутого на ребра жорсткості 2, який розділений прогумованою перегородкою 3, з утворенням тамбуру 4 і камери очікування 5. В тамбурі розташовано ємкість 6 з стисненим повітрям, випускний патрубок 7, який має на кінці вентиль 8, виведений крізь перегородку в приміщення камери очікування.



**Рис. 4.** Вертикальна проекція мобільної камери аварійного повітропостачання в гірничих виробках: 1 – корпус камери; 2 – ребра жорсткості; 3 – прогумована перегородка; 4 – тамбур; 5 – камера очікування; 6 – ємкість з стисненим повітрям; 7 – випускний патрубок; 8 – вентиль; 9 – випускний клапан; 10, 12 – входні отвори; 11, 13 – замок типу «змійка»; 14 – засоби високочастотного зв'язку; 15 – прилади контролю параметрів мікроклімату; 16 – сидіння; 17 – апарати штучного дихання; 18 – двигун; 19 – коробка передач; 20 – вікно

На рис. 5, зображена прогумована перегородка, яка має випускний клапан 9 і отвір 12 для проходження людей, який обладнаний замком 13 типу «змійка». Камера очікування обладнана засобами високочастотного зв'язку 14, приладами контролю параметрів мікроклімату 15, крім того в ній розташовані сидіння 16, які обладнанні апаратами штучного дихання 17, які мають регенеративний патрон, що містить кисень.



**Рис. 5.** Переріз мобільної камери аварійного повітропостачання в місці обладнання прогумованої перегородки: 3 – прогумована перегородка; 9 – випускний клапан; 12 – вхідний отвір; 13 – замок типу «змійка»

повітря, розміщуються в ній на сидіннях. Кількість стисненого повітря, яке надходить в камеру з ємкості, регулюється шляхом відкриття вентиля в залежності від чисельності людей які перебувають на сидіннях.

Контроль параметрів мікроклімату (температури, вологості і атмосферного тиску) здійснюється за допомогою приладів (термометру, психрометру і барометру), а зв'язок з командиром рятувальної бригади і керівником з ліквідації аварії здійснюється за допомогою високочастотного зв'язку.

Після розміщення всіх працюючих у камері на сидіннях, керуючий рухом камери (гірничий майстер або бригадир) запрошує по високочастотному зв'язку дозвіл у командира рятувальної бригади і керівника з ліквідації аварії на евакуацію з осередку пожежі (загазування). Отримавши дозвіл водій вмикає двигун 18 (пневматичний або електричний), який має кінематичний зв'язок з системою коробки передач 19 та управлінням рухом, і камера повільно рухається із задимленої (загазованої) зони в напрямку пункту передбаченого планом ліквідації аварій (ПЛА). При русі камери гірничою виробкою водій спостерігає за оточуючим середовищем через вікно 20. Після зупинки камери в пункті, передбаченого ПЛА, працівники виходять з камери очікування крізь отвір в тамбур, в ньому вони зупиняються на деякий час для адаптації організму до зниженого тиску, а потім виходять з тамбура крізь отвір на свіже повітря.

На випадок, якщо стається аварія з обвалення гірської породи і шлях виходу із зони завалення відрізано, тоді приймається інший режим роботи камери, який полягає в наступному. Спочатку перекриваються випускні клапани, а вентиль переключається на економну витрату стисненого повітря. Після цього готуються апарати штучного дихання, та за потреби працівники вмикаються в них і контролюють власний стан органів дихання. За такого режиму роботи камери час перебування в ній працюючих не обмежується, оскільки термін ліквідації обвалення може бути тривалим.

Технічний результат від використання мобільної камери повітропостачання полягає в підвищенні безпеки людей, шляхом утворення в ній нормального атмосферного тиску, підтримання оптимальних параметрів мікроклімату і забезпечення апаратами штучного дихання на випадок змінення умов тривалого перебування в обмеженому просторі.

**Висновки та напрямок подальших досліджень.** В результаті використання мобільної камери повітропостачання, надається можливість підвищити рівень безпеки працюючих, скоротити час проведення ліквідації аварій гірничорятувальниками та знизити показники коефіцієнта частоти травмування та смертності робітників. Це вдається виконати за рахунок того, що камера аварійного повітропостачання є автономна, містить клапанами випуску надлишкового повітря з камери очікування в тамбур, обладнана засобами високочастотного зв'язку і приладами контролю параметрів мікроклімату та забезпечена апаратами штучного дихання, що забезпечують нормальні умови життєдіяльності незалежно від атмосферного становища в камері.

Подальший напрямок досліджень буде базуватися на питаннях розробки системи управління параметрами мікроклімату в мобільній камері повітропостачання, математичного моделювання повітрообміну та теплообмінних процесів в камері та ін

### Список літератури

1. **Бизов В.Ф., Лапшин О.С.** Охорона праці в гірництві: в 14 т.: підручник для вузів за напрямком "Гірництво". Т.7/ Бібліотека гірничого інженера. – Кривий Ріг: Мінерал, 2001. – 251 с.
2. Аерологія гірничих підприємств / **А.О. Гурін, П.В. Бересневич, А.А. Немченко, І.Б. Ошмянський.** – Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2007. – 461 с.
3. **Гладышев Н.Ф., Гладышева Т.В., Дворецкий С.И.** Системы и средства регенерации и очистки воздуха обитаемых герметичных объектов. – М.: Издательский дом «Спектр», 2016. – 204 с.
4. Основы горного дела: Учебник для вузов. — 2-е изд., стер./ **П.В. Егоров, Е.А. Бобер, Ю.Н. Кузнецов** [и др.] – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2006. — С. 78-79.
5. О направлении развития технологии сооружения горизонтальных и наклонных горных выработок в сложных горно-геологических условиях / **В.В. Гамаюнов, В.П. Друцко, В.Г. Гнездилов, Б.В. Алферов, Ю.С. Шаповал** // Геотехническая механика: Межвед. сб. науч. тр. – Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2004. – Вып. 51. – С. 92-102.
6. **Конопелько Е.И.** Коллективные средства защиты органов дыхания в системе спасения горняков при авариях в угольных шахтах. III Міжнародна науково-практична конференція «Технології і процеси у гірництві та будівництві» ДНВЗ «ДонНТУ», - Красноармійськ, 2015. - С. 4-8.
7. Постанова президії ВАК України від 12.12.2001 р. №20-08/10.
8. Аварийные и спасательные камеры блочно-модульного типа "амма". Патент на полезную модель RU №137567 E04H 9/04, опубл. Бюл. №5, 2014 г. **Габбасов А.Ф., Антонов М.В., Семенова О.В.**
9. Камера-убежище и способ. Патент на полезную модель RU № 2416723 E21F 11/00, опубл. Бюл. №11, 2011 г. **Пэйтон-Эш Г., Бейтцель Д., Рор Б.**
10. Запобіжне пересувне кріплення гірничих виробок. Патент на корисну модель UA №134900, E 21D 11/40, опубл. Бюл. № 11, 2019 р. **Лапшин О.С., Гацький А.К., Гацький І.А., Сукач С.В.**
11. Пересувна камера повітропостачання в гірничих виробках. Патент на корисну модель UA №145166, E21D 11/00, опубл. Бюл. № 22, 2020 р. **Лапшин О.С., Лапшин О.О., Гацький А.К., Гацький І.А.**
12. Система саморяткування гірників. Загальні вимоги. – К.: Стандарт Мінпаливноенерго України, 2004. – 26 с.

Рукопис подано до редакції 05.04.2021

УДК 330.021.46

А.М. ТУРИЛО, А.А. ТУРИЛО, доктори екон. наук, професори  
С.М. ГОРСЬКА, асист.  
Криворізький національний університет

## ПРОБЛЕМИ ЕКОНОМІЧНОГО БАЛАНСОВОГО РОЗВИТКУ В КООРДИНАТАХ «ЦІННІСТЬ ЛЮДИНИ (ЛЮДИНОЦЕНТРИЗМ) – СПРАВЕДЛИВІСТЬ – ЕФЕКТИВНІСТЬ»

**Мета.** Розвиток будь-якого суб'єкта господарювання є складним процесом. Він потребує всебічного дослідження й аналізу. Тільки таким чином можна визначити і забезпечити бажаний вектор розвитку суб'єкта господарювання.

Мета даної роботи полягає в тому, щоб дослідити і розкрити проблему економічного балансового розвитку суб'єкта господарювання в аспекті його зв'язку з сутністю таких категорій як цінність людини, соціальна справедливість і ефективність.

**Методи дослідження.** Авторами роботи використано метод узагальнюючого аналізу і науково-логічний підхід до розкриття сутності економічного балансу і його зв'язку з такими категоріями як цінність людини, соціальна справедливість і ефективність.

**Наукова новизна.** У роботі запропоновано ввести в науково-практичний обіг, для більш глибокого аналізу та системного управління економічним розвитком підприємства, таке поняття як «економічний баланс»; розбито підходи до трансформації якості економічного балансу підприємства з характеристикою відповідних станів економіки в процесі його розвитку з врахуванням зміни рівнів людського капіталу та ефективності діяльності підприємства.

**Практична значимість.** Використання розглянутих у роботі питань дозволить, по-перше, більш глибоко і системно здійснювати економічний аналіз діяльності підприємства в його статичній і динамічній, по-друге, є основою для розробки відповідних методик з метою більш детальних оцінок процесу формування і підтримання необхідного рівня економічного балансу на підприємстві.

**Результати.** Представлений авторами роботи теоретико-методичний матеріал розширює теоретичну і практичну бази стосовно дослідження, аналізу й управління економічною діяльністю підприємства. Розкрито зміст економічного балансу підприємства і процес його трансформації у часі відповідно рівня його якості. Показано зв'язок економічного балансу з такими важливими показниками комплексної оцінки діяльності підприємства, як рівень іннова-