

УДК [614.895.5.621.5]:622-051

**Покалюк Віктор Миколайович**

кандидат педагогічних наук, начальник кафедри  
фізико-хімічних основ розвитку та гасіння пожеж  
Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля

**Костенко Тетяна Вікторівна**

кандидат технічних наук, доцент кафедри  
автоматичних систем безпеки та електроустановок  
Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля

**Нуянзін Олександр Михайлович**

кандидат технічних наук, доцент кафедри  
фізико-хімічних основ розвитку та гасіння пожеж  
Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля

**Нестеренко Артем Анатолійович**

кандидат педагогічних наук, доцент кафедри  
фізико-хімічних основ розвитку та гасіння пожеж  
Черкаський інститут пожежної безпеки ім. Героїв Чорнобиля

**Покалюк Віктор Николаевич**

кандидат педагогических наук, начальник кафедры  
физико-химических основ развития и тушения пожаров  
Черкасский институт пожарной безопасности им. Героев Чернобыля

**Костенко Татьяна Викторовна**

кандидат технических наук, доцент кафедры  
автоматических систем безопасности и электроустановок  
Черкасский институт пожарной безопасности им. Героев Чернобыля

**Нуянзин Александр Михайлович**

кандидат технических наук, доцент кафедры  
физико-химических основ развития и тушения пожаров  
Черкасский институт пожарной безопасности им. Героев Чернобыля

**Нестеренко Артем Анатольевич**

кандидат педагогических наук, доцент кафедры  
физико-химических основ развития и тушения пожаров  
Черкасский институт пожарной безопасности им. Героев Чернобыля

**Pokalyuk V.**

Candidate of Pedagogical Sciences,  
Head of Department of physical and chemical  
fundamentals of development and suppression of fires  
Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes

**Kostenko T.**

Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor of the Department  
of automatic safety systems and electrical installations  
Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes

**Nuianzin O.**

Candidate of Technical Sciences,  
Associate professor of the Department of physical  
and chemical fundamentals of development and suppression of fires  
Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes

**Nesterenko A.**

Candidate of Pedagogical Sciences,  
Associate professor of the Department  
of physical and chemical bases of development and suppression of fires  
Cherkasy Institute of Fire Safety named after Chernobyl Heroes

**ЕКСТРЕМАЛЬНІ МІКРОКЛІМАТИЧНІ УМОВИ ПРОФЕСІЙНОЇ  
ДІЯЛЬНОСТІ РЯТУВАЛЬНИКІВ  
ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СПАСАТЕЛЕЙ**

## **EXTREME MICROCLIMATIC CONDITIONS OF PROFESSIONAL ACTIVITY OF RESCUERS**

**Анотація:** В статті проаналізовано умови професійної діяльності оперативних розрахунків підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту ДСНС України, описано вплив теплового випромінювання на організм людини, схарактеризовано екстремальні мікрокліматичні умови діяльності рятувальників, здійснено декомпозицію ергономічних навантажень рятувальників при виконанні оперативних завдань, виокремлено зони умов середовища на пожежах за ступенем небезпеки для особового складу.

**Ключові слова:** рятувальник, пожежа, засіб індивідуального захисту органів дихання і зору, екстремальні мікрокліматичні умови, тепловий потік, теплове випромінювання, теплозахисний костюм.

**Аннотация:** В статье проанализированы условия профессиональной деятельности оперативных расчетов подразделений Оперативно-спасательной службы гражданской защиты ГСЧС Украины, описано влияние теплового излучения на организм человека, охарактеризованы экстремальные микроклиматические условия деятельности спасателей, осуществлено декомпозицию эргономических нагрузок спасателей при выполнении оперативных задач, выделены зоны условий среды на пожарах по степени опасности для личного состава.

**Ключевые слова:** спасатель, пожар, средство индивидуальной защиты органов дыхания и зрения, экстремальные микроклиматические условия, тепловой поток, тепловое излучение, теплозащитный костюм.

**Annotation:** The article analyzes conditions of professional activity of the units of Operational Rescue Service of the State Emergency Service of Ukraine. The authors describe the effect of thermal radiation on human body. Extreme microclimatic conditions of the rescuers' activity have been determined. The researchers made ergo thermal decomposition of the rescuers' load while

performing operational tasks and singled out areas of environmental conditions during fire by the degree of danger to personnel.

**Keywords:** rescuer; fire; means of individual protection of respiratory organs and vision; extreme microclimatic conditions; heat flow; thermal radiation; heat protection suit.

Проблема створення нешкідливих і безпечних умов праці актуальна в Україні здавна, про що свідчить статистика нещасних випадків: ще 15–20 років тому на виробництві гинуло близько 4 тис. осіб, що в 1,6 рази більше, ніж нині.

На даний час в нашій державі травматизму і професійних захворювань у 5–8 разів більше, ніж в інших промислово розвинених країнах Європи та світу. Проблема промислового травматизму є дуже гострою: щорічно на виробництві травмується близько 5 тис. осіб, із яких 1,5 тис. гинуть, а більше ніж 3,5 тис. отримують професійні захворювання.

В ході проведення пожежно-рятувальних, аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт підрозділами Державної служби з надзвичайних ситуацій України (ДСНС України) – виникають екстремальні мікрокліматичні умови: підвищена температура, підвищена або знижена вологість, швидкість руху повітря, загазованість, задимленість та ін.

Від диму і газів під час пожеж у світі щорічно гине близько 86 осіб на 1 млн. населення, причому ця величина має тенденцію до подальшого зростання. Кількість жертв на пожежах у США, Швеції, Франції та інших країнах сягає 20–27 осіб на 1 млн. населення. В Україні цей показник перевищив 50 осіб на 1 млн. населення.

На сьогодні перед ДСНС України не менш гостро постає проблема захисту особового складу від тепла. Це пов'язано зі складнощами матеріально-технічного забезпечення підрозділів служби, фізичним та моральним зношенням наявного оснащення, відсутністю фінансування наукових програм стосовно даного напрямку досліджень.

Вагомий внесок у розроблення, створення та впровадження засобів індивідуального протитеплого захисту рятувальників, методів розрахунку теплового стану і визначення тривалості їх роботи зробили науковці В. І. Волохов, В. О. Вольський, О. А. Гаврилко, М. С. Діденко, І. Я. Землянський, В. В. Карпекін, В. К. Костенко, Ю. В. Клименко, І. П. Марійчук, А. А. Мичко, В. І. Очкуренко, Н. Я. Полшков, А. П. Рибалко.

Екстремальні мікрокліматичні умови – це поєднання параметрів повітря: температури, вологості, швидкості руху й теплового випромінювання, фізичних чинників, за яких змінюється теплообмін людини, що проявляється в накопиченні тепла в організмі ( $> 2$  Вт) і (чи) в підвищенні частки витрат тепла за рахунок випаровування вологи ( $> 30$  %), що в свою чергу призводить до погіршення стану здоров'я людини, зниження її працездатності й продуктивності праці.

За сприятливих мікрокліматичних умов організм людини віддає тепло в навколишнє середовище, в якому він зберігає теплову рівновагу під час виконання роботи середньої важкості. При цьому кількість тепла, що надходить зовні і яке виділяється в організмі, дорівнює кількості тепла, відведеному з організму в довкілля. Теплова рівновага підтримується завдяки функціонуванню системи терморегуляції організму. Якщо теплопередавання в довкілля природним шляхом відбувається з перешкодами, то система терморегуляції організму починає виділяти піт на поверхню шкіри, випаровування якого сприяє інтенсивному тепловідведенню, тобто перенесенню тепла тіла назовні, що супроводжується посиленням серцевої діяльності, збільшенням частоти серцевих скорочень.

За посиленого теплового впливу довкілля система терморегуляції організму не може забезпечити тепловідведення для стабілізації теплової рівноваги. У цьому випадку організм людини починає нагріватися,

спочатку до допустимого теплового стану, а потім до граничного теплового стану, після чого настає пряма загроза теплового удару.

Статут дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту регламентує, що основним оперативним завданням особового складу пожежно-рятувальних підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту є рятування людей у разі виникнення загрози їх життю, ліквідування пожежі в тих розмірах, яких вона набула на момент прибуття пожежно-рятувального підрозділу, та надання допомоги в ліквідуванні наслідків аварій, катастроф і стихійного лиха [10].

Специфічна особливість професійної діяльності рятувальників полягає в тому, що виконувані роботи пов'язані з небезпекою травмування й ризиком для життя через можливі вибухи та обвали, з обмеженою видимістю або повною її відсутністю, високою температурою, переважно великою вологістю повітря. Працюючи в засобах індивідуального захисту органів дихання і зору, тепловідбивних та, особливо, теплозахисних костюмах, особовий склад піддається впливу значних фізичних навантажень, характерне суттєве напруження всіх функціональних систем організму, зокрема терморегуляції, навантаження на нервову систему.

Фізичні навантаження в ході ліквідації надзвичайних ситуацій та їх наслідків у цілому можна зарахувати до категорії важкої фізичної праці. Гасіння пожеж проводять здебільшого вручну (робота з пожежно-технічним, аварійно-рятувальним обладнанням, розкриття та розбирання конструкцій, порятунок людей, евакуація майна та ін.). Обсяг так званих засобів малої механізації (бетоноломи, ножиці для різання арматури, пневматичні перфоратори, електробури, механічні пилки тощо) у низці робіт невеликий. До цього варто додати носіння засобу індивідуального захисту органів дихання та зору й робота в ньому, що збільшують витрати енергії людини приблизно на 25-27 % порівняно зі звичайними умовами.

Характеристику деяких різних робіт рятувальників залежно від ваги відповідно до ГОСТ 12.1.005-88 подано в табл. 1 [2; 1].

Таблиця 1

**Характеристика різних робіт, виконуваних  
рятувальниками під час пожежі, за ступенем тяжкості**

Вид роботи	Ступінь важкості
1. Порятунок людей (винесення потерпілих)	Важкий
2. Розвідка	Середній
3. Евакуація майна (матеріалів, речовин)	Важкий
4. Переміщення з рукавної лінії під напором води	Важкий
5. Робота зі стволом	Середній
6. Робота з піногенератором	Важкий
7. Розкриття конструкцій (уручну й механічним інструментом)	Важкий
8. Перекриття вентилів апаратів і трубопроводів	Середній
9. Перекриття технологічних засувок під час роботи в теплозахисних костюмах	Важкий

Робота в засобах індивідуального захисту органів дихання і зору (ЗІЗОД), якими оснащені пожежно-рятувальні підрозділи, посідає особливе місце в діяльності рятувальників, оскільки створює специфічні умови дихання і впливає на фізіологічні функції організму людини. Крім того, дихальна система даних засобів породжує додатковий опір диханню людини, маска апарату створює шкідливий простір, негативно впливає на організм маса апарату.

Під час виконання робіт із гасіння пожеж у різних погодних умовах організм рятувальників може зазнавати впливу різких і багаторазових перепадів зовнішньої температури. Поблизу вогнища пожежі на рятувальника діє суттєве теплове випромінювання, що зумовлює необхідність застосування засобів індивідуального захисту – теплоізоляційних і теплозахисних костюмів. Разом із ЗІЗОД ці засоби значно підсилюють, ніж робота в захисному одязі, вплив фізичного навантаження на організм. Крім того, суттєво зростає психоемоційна напруженість рятувальника, оскільки в ході діяльності в захисних



костюмах різко знижується огляд навколишнього простору, відсутній контроль за роботою дихального апарату, обмежується свобода рухів. Залежно від умов виникнення й розвитку пожеж, їх характеру та особливостей об'єкта, робота рятувальників може проходити як у звичайній атмосфері, так і в сильно задимленому, загазованому, непридатному для дихання середовищі.

За останні десять років питома вага робіт у ЗІЗОД становила 40,6 %.

Характер виконаних робіт, їх питома вага в загальному обсязі пожежно-рятувальних, аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт представлені в табл. 2.

Таблиця 2

**Тривалість і кількість виконаних робіт  
під час гасіння пожеж в ЗІЗОД**

Вид роботи	Відсоток від загальної кількості робіт, %		Середня тривалість роботи, хв.
	За частотою	За тривалістю	
1. Розвідка	32,3	17,5	9,1
2. Порятуюнок людей	4,8	2,7	9,5
3. Робота з водяними стволами	31,7	46,6	24,8
4. Робота з пінними стволами	3,3	5,1	26,0
5. Розкриття й розбирання конструкцій	15,3	16,0	17,6
6. Розбирання завалів	5,0	4,9	16,0
7. Евакуація матеріальних цінностей	7,6	7,2	16,0

Згідно з даними таблиці, розвідка пожежі й роботи з гасіння пожеж становлять приблизно 67 % випадків, що за тривалістю дорівнює майже 70 %. Значно менша питома вага припадає на роботи з розкриття конструкцій і розбирання завалів – близько 20 %, евакуації матеріальних цінностей – 7,6 %. Останнє місце посідає порятуюнок людей (4,8 %).

Середні величини, що характеризують кількість робіт, виконуваних рятувальниками в ЗІЗОД, у відсотках до загальної чисельності робіт на пожежах залежно від їхньої тривалості, а також розподіл робіт в



залежності від їхньої тривалості за одноразового включення в ЗІЗОД представлено в табл. 3.

Таблиця 3

**Відносна кількість робіт в ЗІЗОД і випадків одноразового включення в них залежно від тривалості роботи**

1	Тривалість роботи, хв.	до 30	30–60	60–90	90–120	120–180	>180	-
	Кількість робіт в ЗІЗОД, %	56,7	30,8	5,3	3,7	0,9	2,6	-
2	Тривалість роботи, хв.	до 15	15–30	30–45	45–60	60–90	90–120	>120
	Кількість випадків роботи за одноразового включення в ЗІЗОД, %	35,2	41,2	15,6	6,0	1,3	0,4	0,3

Як засвідчують зазначені дані, найбільшу частку робіт у ЗІЗОД (56,7 %) і за одноразового включення в засіб (41,2 %) виконували за тривалості робіт до 30 хв.

В організмі людини постійно утворюється тепло внаслідок окислювальних процесів під час розщеплення їжі й завдяки м'язовій діяльності. Теплотворність в організмі відіграє посутню роль. Інтенсивність обміну речовин в організмі людини у стані спокою рівна 87 Вт, у рятувальника, який виконує фізичну роботу в теплозахисному костюмі, вона може вирости до 700–800 Вт, при цьому близько 80–85 % перетворюється в тепло.

За нормальних і низьких температур навколишнього середовища, при температурі шкіри вищій від температури повітря, тепловіддача відбувається через конвекцію, теплопровідність і радіацію. Висока температура навколишнього середовища породжує нагрівання шкірних покривів. Якщо температура шкіри нижча від температури повітря, то тепловіддача цими шляхами припиняється й здійснюється тільки через випаровування поту. Під час випаровування кожного граму рідини з поверхні шкіри організм віддає 2,43 кДж, однак інтенсивність випаровування поту залежить від різниці парціальних тисків водяної пари над поверхнею шкіри й у навколишньому повітрі. За відносної вологості

100 % випаровування, зазвичай, припиняється. У разі високої температури навколишнього середовища й важкого фізичного навантаження збільшення швидкості руху повітря не охолоджує організм, а, навпаки, збільшує нагрівальний ефект.

Вплив теплового випромінювання на організм людини має низку особливостей, порівняно з ефектом високої температури повітря. Насамперед це більш глибоке прогрівання, яке призводить до підвищення температури шкіри, тканин і внутрішніх органів. До найважливіших наслідків теплового випромінювання необхідно віднести виникнення опіків. У разі використання спеціального одягу рятувальника велика частина теплового випромінювання затримується й не досягає шкіри протягом деякого часу. Відсутність спеціальної відбиваючої поверхні призводить до швидкого нагрівання одягу, сприяючи накопиченню тепла в організмі. У тепловідбивних і теплозахисних костюмах, що мають металізоване покриття, яке відбиває променисте тепло, організм рятувальника деякий час не перегрівается. Якщо щільність теплового потоку не перевищує  $4,2 \text{ кВт/м}^2$ , рятувальники можуть працювати в спеціальному одязі та касках із захисними лицьовими масками. За більш інтенсивного теплового променевого потоку роботу потрібно проводити в теплозахисних костюмах під прикриттям водяних розпиленних струменів, які перешкоджають проходженню променевого тепла.

Умови середовища на пожежах за ступенем небезпеки для особового складу рятувальних підрозділів можна умовно поділити на три зони.

Перша зона – умови, що створюються на достатній відстані від фронту полум'я, температура не перевищує  $60\text{--}70^\circ\text{C}$ , тепла радіація  $1,2\text{--}4,1 \text{ кВт/м}^2$ .

Друга зона – небезпечні умови, що створюються усередині охопленого вогнем приміщення або поблизу фронту полум'я, верхня межа температури цієї зони близько  $300^\circ\text{C}$ , теплової радіації  $4,2\text{--}4,0 \text{ кВт/м}^2$ .

Третя зона – надзвичайно небезпечні умови, що виникають, наприклад, у разі загального спалаху в приміщенні або під час вибуху. За цих умов температура досягає 1000°C і більше, а радіація 100–200 кВт/м<sup>2</sup>.

Під час роботи рятувальників у другій та третій зонах без використання ЗІЗОД та теплозахисного одягу можуть виникати ураження легень й опіки тіла, а також поверхневі ушкодження одягу. У всіх трьох зонах може мати місце теплове ураження рятувальників за досягнення ректальної температури тіла 38,6°C і частоти серцевих скорочень – 170 хв<sup>-1</sup>. За температури сухого повітря 150°C дихання стає надважким, температура 16°C породжує опік сухої шкіри через 30 с, а температура 180°C узагалі нестерпна. У разі радіації 2 кВт/м<sup>2</sup> опіки шкіри другого ступеня настають через 100 с, а за 10 кВт/м<sup>2</sup> – через 10 с. Температуру повітря вимірюють сухим і вологим термометром або психрометром, теплову радіацію – актинометром.

Отже, рятувальники виконують переважно роботи, що належать до категорії «важкі», в умовах високих температур (до 1000°C і більше) та теплової радіації (до 200 кВт/м<sup>2</sup>). Середня тривалість таких робіт під час виконання оперативних завдань особовим складом рятувальних підрозділів складає 35 хв.

Перспективами подальших розвідок є аналіз існуючих методів і засобів індивідуального протитеплового захисту рятувальників, ефективність захисту рятувальників наявними в підрозділах ДСНС України протитепловими засобами з урахуванням описаних екстремальних мікрокліматичних умов, які впливають на них, та важкості виконуваних робіт.

### **Література:**

1. Вольский В. А. Энергозатраты человека в экстремальных микроклиматических условиях / В. А. Вольский, В. В. Карпекин, А. А. Онасенко // Уголь Украины. – 2005. – № 9. – С. 38–39.

2. ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
3. ДСТУ ISO 6942-2001. Одяг захисний тепло- та вогнетривкий. Оцінювання теплопровідності матеріалів, що зазнають дії джерела теплового випромінювання (ISO 6942:1993, IDT). – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 19 с.
4. ДСТУ EN 340:2001 Одяг спеціальний захисний. Загальні вимоги (EN 340: 1993, IDT). – К.: Держспоживстандарт України, 2003. – 12 с.
5. ДСТУ 4366-2004. Одяг пожежника захисний. Загальні технічні вимоги та методи випробовування. – К.: Держспоживстандарт України, 2005. – 34 с.
6. Кодекс цивільного захисту України від 02 жовтня 2012 року № 5403-VI.
7. Наказ МНС України від 07.05.2007 року № 840 «Про затвердження Правил безпеки праці в органах і підрозділах МНС України».
8. Наказ МНС України від 19 грудня 2011 року № 1328 «Про прийняття та надання чинності стандарту МНС України СОУ МНС 75.2-00013528-005:2011 «Безпека у надзвичайних ситуаціях. Комплекти засобів індивідуального захисту рятувальників. Класифікація й загальні вимоги».
9. Наказ МНС України від 16.12.2011 року № 1342 «Про затвердження Настанови з організації газодимозахисної служби в підрозділах Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту МНС України».
10. Наказ МНС України від 13.03.2012 № 575 «Про затвердження Статуту дій у надзвичайних ситуаціях органів управління та підрозділів Оперативно-рятувальної служби цивільного захисту».