

# ПРОБЛЕМИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

УНІВЕРСИТЕТ  
ЦИВІЛЬНОГО  
ЗАХИСТУ  
УКРАЇНИ

**80**

1928-2008

**Випуск 7**



Харків – 2008

МІНІСТЕРСТВО УКРАЇНИ З ПИТАНЬ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ  
ТА У СПРАВАХ ЗАХИСТУ НАСЕЛЕННЯ ВІД НАСЛІДКІВ  
ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ КАТАСТРОФИ

УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

---

# ПРОБЛЕМИ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

Випуск 7

Зареєстрований Державним комітетом  
телебачення і радіомовлення України

28 лютого 2006 року

Серія КВ № 11041

Затверджено до друку Вченою радою  
УЦЗ України  
(протокол № 9 від 17.03.2008 р.)

Харків 2008

УДК 331.101+351.861+351.861:514.18+355.77+504.056+504.75:658.567:611.24+  
546.41:226.04+[556.114:574.63](285.33)+614.8+614.84+621.3+628.387+641.8+  
697.953:537.56

Проблеми надзвичайних ситуацій. Зб. наук. пр. УЦЗ України.  
Вип. 7. – Харків: УЦЗУ, 2008. – 203 с.

Видання засноване у 2005 р. та включене до переліку видань ВАК України (постанова Президії № 1-05/7 від 04.07.2006 р.).

Наведені результати наукових досліджень у галузі забезпечення цивільного захисту. Розглядаються організаційно-технічні аспекти вдосконалення системи цивільної оборони, що відображають сучасні методи підвищення ефективності цивільного захисту та тенденції розвитку наукових досліджень в даній галузі.

Матеріали призначені для інженерно-технічних робітників цивільного захисту, професорсько-викладацького складу, докторантів, ад'юнктів, слухачів, курсантів та студентів вищих навчальних закладів.

Іл. – 59, табл. – 16

**РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:** д-р техн. наук, проф. *Ю.О. Абрамов* (відп. ред.), д-р техн. наук, проф. *Е.В. Бодянський*, д-р хім. наук, проф. *В.Д. Калугін*, д-р техн. наук, проф. *В.М. Комяк*, д-р техн. наук, проф. *В.І. Кривцова*, д-р техн. наук, проф. *Л.М. Куценко*, д-р техн. наук, проф. *О.М. Ларін*, д-р техн. наук, проф. *Е.Ю. Прохач*, д-р техн. наук, проф. *В.В. Соловей*, д-р фіз.-мат. наук, проф. *О.П. Созник*, д-р техн. наук, проф. *І.Б. Туркін*, д-р фіз.-мат. наук, проф. *С.В. Яковлев*, д-р техн. наук, проф. *Р.А. Яковлева*

Рецензенти: д-р техн. наук, проф. О.Н. Фоменко  
д-р техн. наук, проф. О.Г. Руденко

Издание основано в 2005 г. и включено в перечень изданий ВАК Украины (постановление Президиума № 1-05/7 от 04.07.2006 г.)

Представлены результаты научных исследований в области обеспечения гражданской защиты. Рассматриваются организационно-технические аспекты совершенствования системы гражданской обороны, отражающие современные методы повышения эффективности гражданской защиты и тенденции развития научных исследований в данной области.

Материалы предназначены для инженерно-технических работников гражданской защиты, профессорско-преподавательского состава, докторантов, адъюнктов, слушателей, курсантов и студентов высших учебных заведений.

<i>Аветісян В.Г., Тригуб В.В.</i> Прогнозування кількості рятувальників для проведення робіт на зруйнованих будинках.....	3
<i>Азаров С.І., Сидоренко В.Л., Сорокін Г.А.</i> Оцінка впливу внутрішнього вибуху побутового газу на будівельні конструкції будинків і споруд.....	8
<i>Акулов В.М., Кулаков О.В., Райз Ю.М., Чорний С.В.</i> Обґрунтування радіусу дії безпілотного літака пошуково-рятувальної служби.....	13
<i>Андронов В.А., Данченко Ю.М.</i> Обеспечение техногенной безопасности систем оборотного водоснабжения коксохимических предприятий.....	18
<i>Андронов В.А., Пономаренко Р.В.</i> Можливості виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру, пов'язаних із антропогенним впливом на поверхневі водоїми.....	26
<i>Басманов А.Е., Михайлюк А.А.</i> Идентификация параметров модели чрезвычайной ситуации техногенного характера.....	36
<i>Белов В.В., Быков В.М., Комяк В.А., Комяк В.В.</i> О возможности обнаружения утечек газа на подводных участках магистральных газопроводов.....	41
<i>Горбенко Н.А., Созник А.П.</i> Нагревание резервуара с нефтью под влиянием теплового потока.....	47
<i>Горносталь С.А., Созник А.П.</i> Построение математической модели процессов, происходящих в регенераторе азотенка.....	51
<i>Грінченко Є.М., Кірючкін О.Ю., Тютюник В.В., Шевченко Р.І.</i> Інтегральна система безпеки регіонів України, як складових державної територіально-часової параметричної системи. Принцип комплексної оцінки безпеки.....	58
<i>Киреев А.А.</i> Применение гелеобразующих составов при тушении пожаров на химически опасных объектах.....	71
<i>Кустов М.В., Калугин В.Д., Михайленко М.В.</i> Высокоэффективный способ приготовления мелкодисперсных водных эмульсий углеводородов, используемых при ликвидации чрезвычайных ситуаций.....	78
<i>Прохач Е.Ю., Михальська Л.Л.</i> Шляхи зменшення небезпеки виникнення надзвичайних ситуацій, пов'язаних із зберіганням непридатних хімічних засобів захисту рослин та отрутохімікатів.....	90
<i>Рудаков С.В., Герасимов С.В., Подорожняк А.О.</i> Обґрунтування можливості проведення контролю технічного стану босприпасів і вибухонебезпечних речовин при їх зберіганні.....	98
<i>Садковой В.П., Коврегин В.В., Байтала М.Р.</i> Имитационное моделирование процесса определения динамического параметра датчика первичной информации системы ослабления последствий аварий.....	105
<i>Сенчихин Ю.Н., Попов В.М., Ромин А.В., Фесенко Г.В.</i> Исследование влияния факторов места и поведения на эффективную дозу внешнего облучения различных групп населения сельской местности при радиоактивном заражении территории.....	111
<i>Соболь О.М.</i> Визначення раціональної кількості постів контролю з урахуванням порогу спрацьовування та похибки вимірювання датчиків.....	117
<i>Стрелец В.М., Бородич Л.Ю., Беридзе С.С.</i> Особенности выполнения типовых операций, обеспечивающих проведение аварийно-спасательных работ на станциях метрополитена.....	124
<i>Тарасенко А.А.</i> Оценка теплового фона при мониторинге чрезвычайных ситуаций природного характера.....	132
<i>Тесленко О.О., Михайлюк О.П., Олійник В.В.</i> Досвід застосування імітаційного моделювання до ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки.....	139
<i>Толкунов И.А., Барбашин В.В., Попов И.И.</i> Особенности влияния рабочей среды на эффективность деятельности личного состава подразделений оперативного управления силами и средствами МЧС Украины.....	145
<i>Третьяков О.В.</i> Визначення критичного переисичення теплоносія для підвищення безпеки експлуатації теплообмінного обладнання.....	153

*Толкунов И.А., ст. преп., УГЗУ,  
Барбашин В.В., канд. техн. наук, нач. каф., УГЗУ,  
Попов И.И., канд. техн. наук, доц., УГЗУ*

**ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ  
НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛИЧНОГО СОСТАВА  
ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ  
СИЛАМИ И СРЕДСТВАМИ МЧС УКРАИНЫ**

(представлено д-ром техн. наук Яковлевой Р.А.)

Проведен анализ особенностей рабочей среды помещений оперативного управления силами и средствами МЧС Украины и показано их влияние на эффективность деятельности личного состава. Обоснована целесообразность искусственной аэроионизации рабочей среды помещений и определены основные задачи разработки методов и средств для ее реализации

**Постановка проблемы.** Реализация мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций требует постоянного повышения эффективности оперативного управления силами и средствами (ОУСС) МЧС Украины. Это в значительной степени определяется качеством деятельности личного состава подразделений ОУСС, которое зависит как от физической и специальной подготовки, так и от условий рабочей среды [1].

Эргономическое обеспечение системы «человек-техника-среда» позволяет повысить надежность и эффективность функционирования таких систем без изменения их конструктивных параметров, обеспечивая так требуемую сейчас экономичность работ [2]. В связи с этим исследование особенностей влияния условий рабочей среды на операторскую деятельность личного состава ОУСС и пути повышения ее качества являются актуальными.

**Анализ последних исследований и публикаций.** К личному составу подразделений ОУСС предъявляются требования высокой готовности точного, безошибочного, адекватного сложившейся ситуации, своевременного и успешного выполнения операторских функций в различных условиях обстановки. Это требует устойчивости оперативного внимания, памяти, логического мыш-

---

Особенности влияния рабочей среды на эффективность деятельности личного состава подразделений оперативного управления силами и средствами МЧС Украины

ления, чувства времени, решительности в действиях при внезапно меняющейся обстановке, высокого уровня функционального состояния оператора.

Под влиянием различных факторов, которых в настоящее время насчитывается около 1800, надежность человека-оператора может изменяться от 0 до 0,9999. В этих условиях пути повышения эффективности деятельности личного состава ОУСС в основном будут определяться возможностями оптимизации системы «человек-оператор – техника – среда» (СЧТС), а также обеспечением биотехнической совместимости, которая состоит в разумном компромиссе между функциональным состоянием оператора и различными факторами окружающей его среды [3].

В настоящее время среда обитания, представляющая собой совокупность физических, химических и биологических факторов окружающей среды, свойственных конкретному объекту и воздействующих на оператора, рассматривается как одна из важных функциональных характеристик СЧТС. Результаты влияния факторов среды обитания на операторскую деятельность широко представлены в литературе и в соответствии с их интенсивностью различают четыре ее вида по уровню воздействия на человека-оператора: комфортная, относительно дискомфортная, экстремальная, сверхэкстремальная [4].

**Постановка задачи и ее решение.** Анализ влияния условий обитания на операторскую деятельность личного состава ОУСС показывает, что повышение эффективности их работы может быть основано на всестороннем учете и управлении факторами искусственно формируемой воздушной среды обитания помещений оперативного управления силами и средствами МЧС Украины. С учетом специфики деятельности особый интерес представляет возможность использования ионизированного воздуха в целях повышения функциональной устойчивости и работоспособности личного состава ОУСС.

Ионизация воздуха, обуславливающая электродинамическое состояние воздушной среды, относится к экологическим факторам и оказывает на организм человека влияние, которое может быть положительным или отрицательным в зависимости от концентрации аэроионов, их полярности и подвижности, продолжительности воздействия [5]. При этом пониженная и повышенная ионизация воздуха относится к вредным производственным факторам, когда сильнее проявляется отрицательное влияние на оператора всей

совокупности физических, химических факторов среды обитания и режимов оперативного дежурства, а их однонаправленность увеличивает неблагоприятный кумулятивный эффект воздействия [6].

В качестве регламентирующих параметров аэроионного режима устанавливаются:

минимально необходимый уровень легких аэроионов положительной  $n^+$  и отрицательной  $n^-$  полярности (количество аэроионов с электрической подвижностью не менее  $5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2 \cdot \text{В}^{-1} \cdot \text{с}^{-1}$  в  $1 \text{ м}^3$  воздуха);

оптимальный уровень легких аэроионов каждой полярности;  
максимально допустимый уровень концентрации легких и тяжелых аэроионов каждой полярности;

коэффициент униполярности  $K_y$  ( $K_y = \frac{n^+}{n^-}$ ) или показатель полярности  $\Pi$  ( $\Pi = \frac{n^+ - n^-}{n^+ + n^-}$ ).

Параметры аэроионного режима регламентируются нормативными документами, которые устанавливают допустимые уровни ионизации воздуха в зоне дыхания человека и распространяются на сооружения всех министерств и ведомств, а также организации, проектирующие системы жизнеобеспечения помещений специального назначения [7].

Для оценки надежности и эффективности деятельности личного состава ОУСС в условиях различных аэроионных режимов в данной работе были использованы методы имитационного моделирования. В реализуемой модели функционирование исследуемой системы ЧТС представляет собой последовательность действий, выполняемых оператором и техническими средствами [8].

Имитационная модель, вычислительный алгоритм которой представлен на рис. 1, ориентирована на временные характеристики деятельности оператора, и основным ее параметром является время выполнения того или иного действия из структуры вычислительного алгоритма и, как результат, время выполнения всего алгоритма. В качестве исходных данных имитации используются характеристики операторов и условия их работы. При этом индивидуальные показатели быстродействия оператора оцениваются параметром  $F_j$

$$F_j = \frac{T_{gj}^*}{T_{gcc}}, \quad (1)$$

где:  $F_j$  – быстродействие оператора  $j$  в исходном пространстве факторов;  $T_{gj}^*$  – среднее время выполнения действия оператором  $j$  в цикле перед первой ошибкой;  $T_{gcc}$  – время выполнения действия в цикле перед первой ошибкой средним оператором, для которого  $F_j=1$ .

Параметр  $F_j$  дает возможность имитации деятельности оператора, работающего быстрее ( $F_j < 1$ ) или медленнее ( $F_j > 1$ ) среднего оператора ( $F_j = 1$ ). Психологическая устойчивость операторов определяется в модели порогом напряженности  $M_j$ :

$$M_j = \frac{T_{gj}^*}{T_{gn}}, \quad (2)$$

где:  $T_{gn}$  – период следования сигналов в цикле с числом допущенных оператором  $j$  ошибок более 5.

Для практической реализации модели был проведен анализ конкретной структуры операторской деятельности. На основании документов и инструкций, определяющих порядок оперативного управления силами и средствами при возникновении чрезвычайных ситуаций, были определены типовые действия оператора и составлен алгоритм его деятельности.

В общем виде деятельность личного состава ОУСС может быть представлена следующим образом:

получение и восприятие информации от различных информационных и сигнальных устройств (сенсорная функция оператора);

обработка полученной информации и принятие решения о характере, величине и направлении управляющего воздействия (вычислительно-логические функции оператора);

управляющее воздействие на органы управления или выдача управляющих команд (моторные функции оператора).

Для каждого действия определялись характеристики оператора по формулам

$$P_j = K_p P_{oj}, \quad (3)$$



$$\tau_j = K_\tau \tau_{oj}, \quad (4)$$

$$\sigma_j = K_\sigma K_\tau \tau_{oj}, \quad (5)$$

где:  $P_{oj}$ ,  $\tau_{oj}$  – показатели операторской деятельности в условиях комфортной среды обитания;  $K_p$ ,  $K_\tau$ ,  $K_\sigma$  – безразмерные коэффициенты для учета влияния факторов среды обитания на вероятность безошибочного выполнения действия  $P_j$ , а также на математическое ожидание  $\tau_j$  и средне квадратичное отклонение  $\sigma_j$  времени его выполнения соответственно [4].

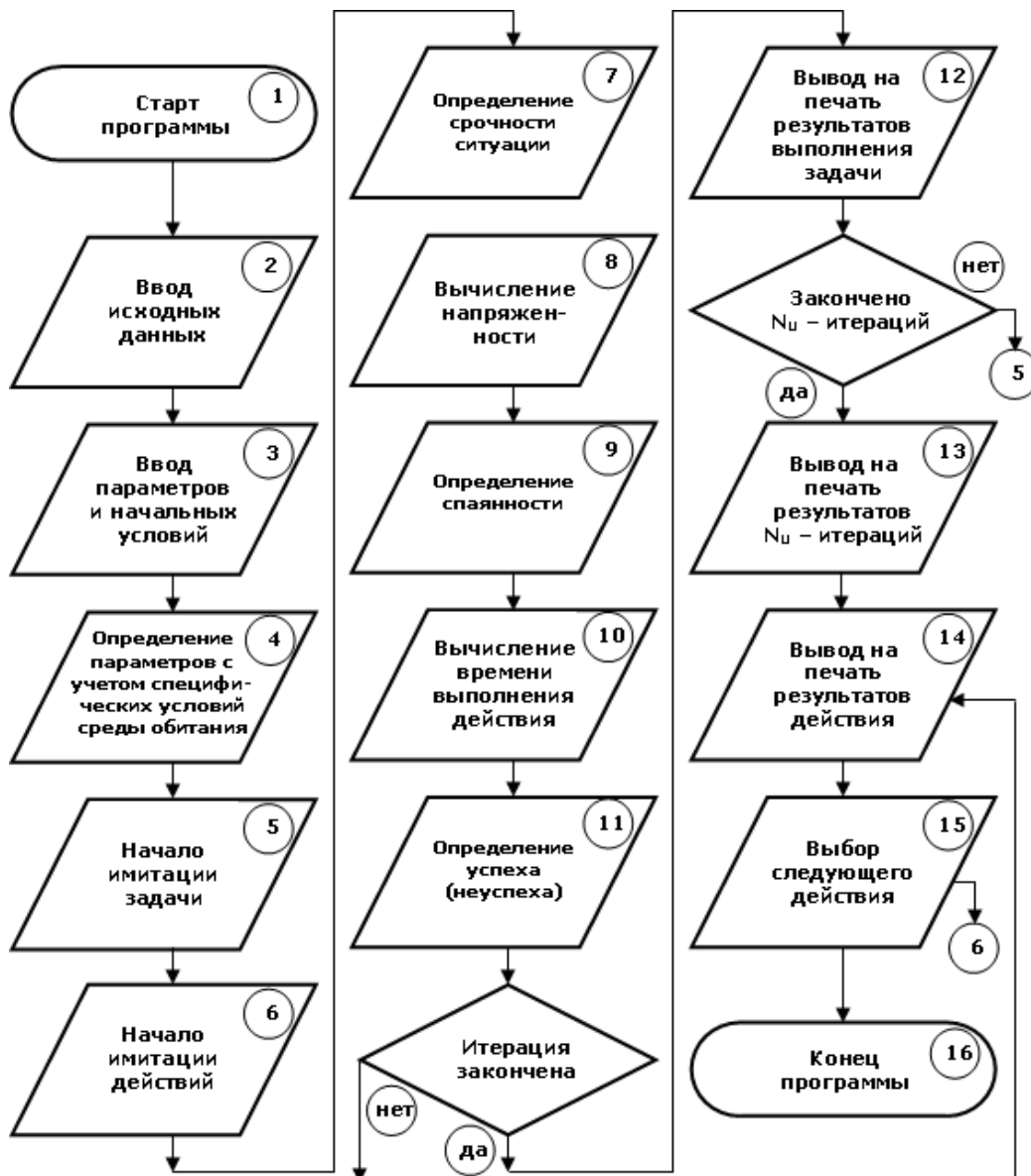


Рис. 1 – Вычислительный алгоритм реализации имитационной модели

Особенности влияния рабочей среды на эффективность деятельности личного состава подразделений оперативного управления силами и средствами МЧС Украины

Для каждого действия устанавливались количественные показатели, определяющие математическое ожидание  $\tau_j$  и среднее квадратичное отклонение времени выполнения действия  $\sigma_j$ , а также вероятность его безошибочного выполнения  $\rho_j$ . Значения этих показателей могут быть получены методами наблюдения, регистрации входных и выходных параметров физических моделей действия оператора, приемами регистрации деятельной активности и речевых ответов, анализом литературных данных, тестированием и анкетированием личного состава по аппаратурным и бланковым методикам. В работе имитировалась деятельность быстрого ( $F_j=0,7$ ), среднего ( $F_j=1$ ) и медленного ( $F_j=1,3$ ) операторов.

Анализ влияния аэроионного режима на операторскую деятельность позволяет определить среду обитания с пониженной или повышенной степенью аэроионизации как относительно дискомфортную, что подтверждается и гигиеническими оценками воздушной среды в изолированных помещениях [9]. Поэтому в процессе моделирования были использованы следующие значения коэффициентов в (3) - (5) (табл. 1):  $K_p = 0,95...0,9$ ;  $K_\tau = 1,1...1,2$ ;  $K_\sigma = 0,3...0,5$ .

**Таблица 1 – Коэффициенты для учета влияния факторов среды обитания на надежность и скорость работы оператора [10]**

Характеристики оператора	Среда обитания			
	Комфортная	Относительно дискомфортная	Экстремальная	Сверхэкстремальная
Математическое ожидание времени выполнения действия $\tau_j$	1,0	1,1...1,2	1,2...1,5	1,5...2,5
Среднеквадратичное отклонение времени выполнения действия $\sigma_j$	(0,15...0,3) $\tau_j$	(0,3...0,5) $\tau_j$	(0,5...0,7) $\tau_j$	(0,7...1,3) $\tau_j$
Вероятность безошибочного выполнения действия $\rho_j$	1,0	0,95...0,9	0,9...0,7	менее 0,7

Эффективность деятельности операторов  $W$  с учетом влияния аэроионного режима рабочей среды определялась как отношение

числа успешно выполненных действий к общему их числу. Результаты моделирования приведены на рис. 2.

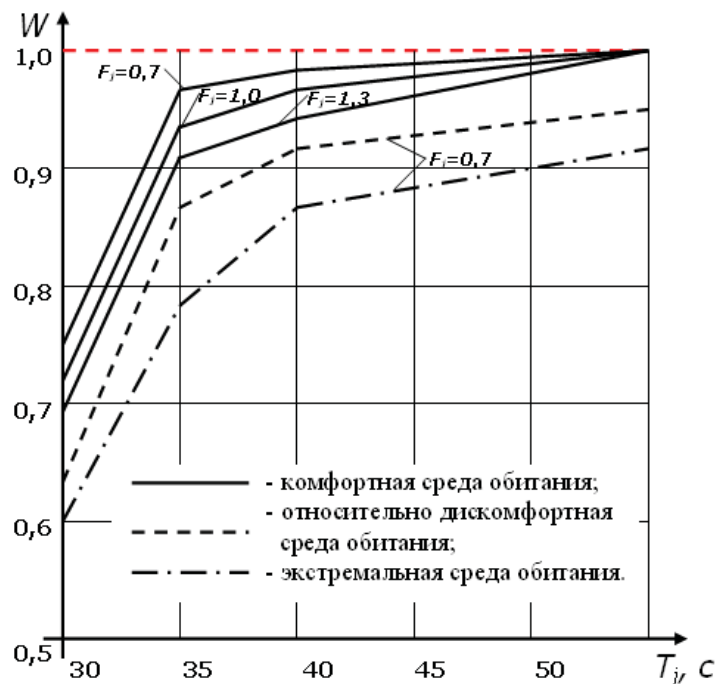


Рис. 2 – Залежність ефективності виконання задачі від предельного часу роботи оператора в різних умовах середовища обитання

Результати проведених досліджень показують необхідність урахування параметрів аероіонного режиму на всіх етапах забезпечення робочих умов діяльності особистого складу ОУСС. При цьому, наряду з усунюванням небажательного аероіонного режиму, цілесобразно використовувати іонізований повітря для підвищення ефективності операторської діяльності в приміщеннях оперативного управління силами і засобами МЧС України.

Рішення цих завдань потребує, в першу чергу, теоретичного і експериментального дослідження процесів формування полів концентрації аероіонів в робочій середі спеціальних приміщень, а також удосконалення методів і засобів для нормалізації параметрів аероіонного режиму.

**Висновки.** Умови робочої середі приміщень ОУСС оказують суттєвий вплив на ефективність діяльності особистого складу підрозділів оперативного управління МЧС України, тому підвищення її якості шляхом забезпечення нормативних умов впливу робочої середі на ефективність діяльності особистого складу підрозділів оперативного управління силами і засобами МЧС України

вних требований к условиям деятельности операторов является актуальной задачей.

Для повышения эффективности деятельности личного состава подразделений оперативного управления силами и средствами МЧС Украины целесообразно использовать искусственную ионизацию воздуха рабочей среды помещений ОУСС. Для этой цели обоснованы основные задачи теоретического и экспериментального исследования процессов формирования нормативного аэроионного режима рабочей среды помещений ОУСС и разработки методов и средств для его нормализации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Правила безпеки праці в органах і підрозділах МНС України. – введені в дію наказом МНС України від 07.05.2007 р. № 312.
2. ГОСТ 20.39.108-85 Требования по эргономике, обитаемости и технической эстетике. Номенклатура и порядок выбора.
3. Пухов В.А., Фокин Ю.Г. Медико-техническое обеспечение труда специалистов./Под ред. В.А. Пухова – М.: МО СССР, 1979. – 160 с.
4. Справочник по инженерной психологии./Под ред. Б.Ф. Ломова. – М.: Машиностроение, 1982. – 368 с.
5. Минх А.А. Ионизация воздуха и ее гигиеническое значение. – М.: Медгиз, 1963. – 474 с.
6. ГОСТ 12.0.003-74 (СТ СЭВ 790-77) Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
7. ГНАОТ 0.03-3.06.80 Санитарно-гигиенические нормы допустимых уровней ионизации воздуха производственных и общественных помещений № 2152-80.
8. Иванов К.А., Лукьянов О.Н. и др. Психофизиология операторов в системах человек-машина. – Киев: Наукова думка, 1980. – 344 с.
9. Шилкин А.А., Губернский Ю.Д., Миронов А.М. Аэроионный режим в гражданских зданиях. – М.: Стройиздат, 1988. – 169 с.
10. Мозин В.А., Улитин Ю.Г. Поправочные коэффициенты для временных и надежностных показателей оператора СЧМ при воздействии факторов внешней среды. – В кн.: Эффективность и надежность системы «человек-техника». – М.: Изд. АН СССР, 1975, с. 77-78.