

*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 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 Π ($\Pi = \frac{n^+ - n^-}{n^+ + n^-}$).

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

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

где: F_j – быстродействие оператора j в исходном пространстве факторов; T_{gj}^* – среднее время выполнения действия оператором j в цикле перед первой ошибкой; T_{gsc} – 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} , τ_{oj} – показатели операторской деятельности в условиях комфортной среды обитания; K_p , K_τ , K_σ – безразмерные коэффициенты для учета влияния факторов среды обитания на вероятность безошибочного выполнения действия P_j , а также на математическое ожидание τ_j и средне квадратичное отклонение σ_j времени его выполнения соответственно [4].

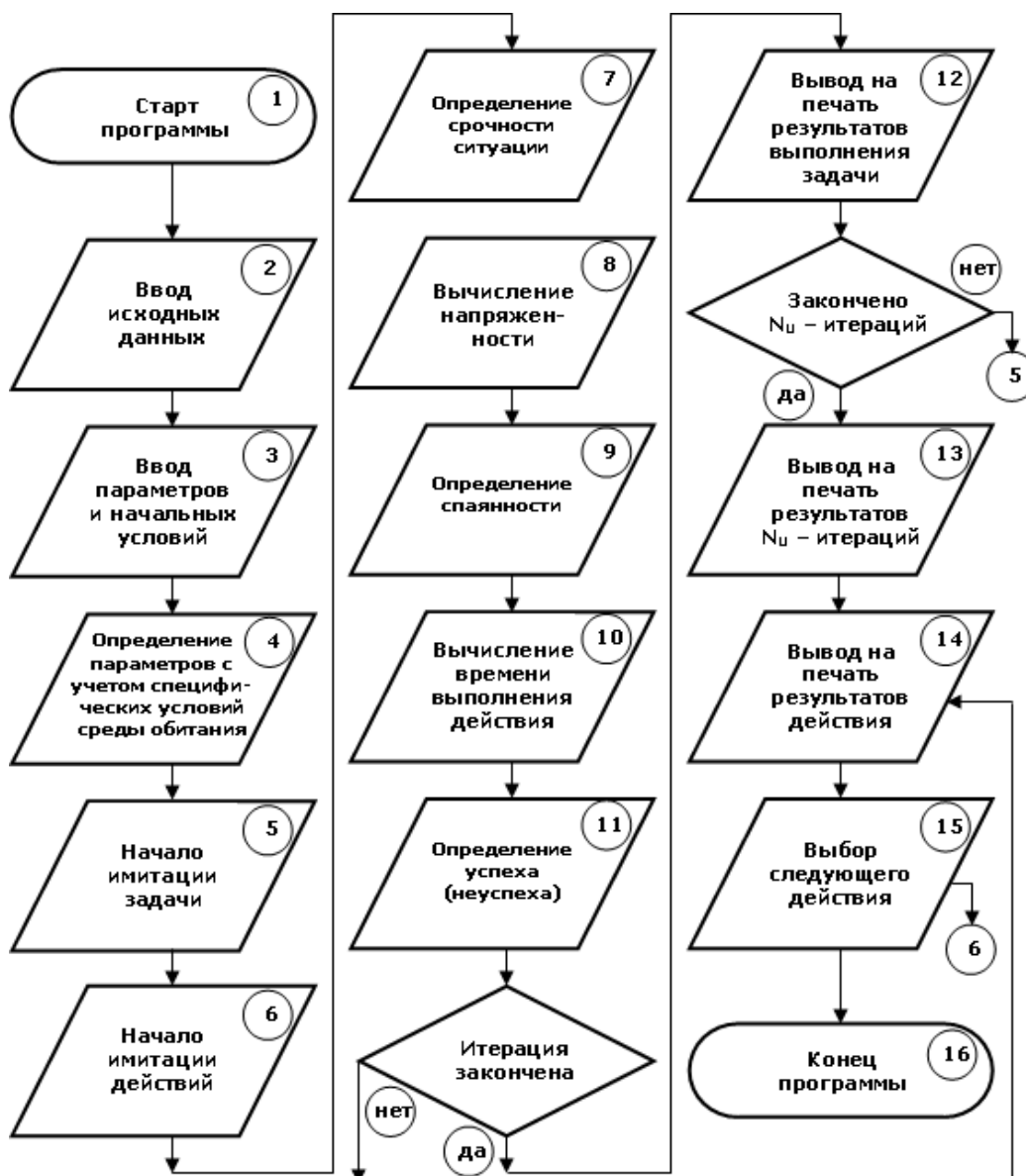


Рис. 1 – Вычислительный алгоритм реализации имитационной модели

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 τ_j и среднее квадратичное отклонение времени выполнения действия σ_j , а также вероятность его безошибочного выполнения ρ_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 τ_j	1,0	1,1...1,2	1,2...1,5	1,5...2,5
Среднеквадратичное отклонение времени выполнения действия σ_j	(0,15...0,3) τ_j	(0,3...0,5) τ_j	(0,5...0,7) τ_j	(0,7...1,3) τ_j
Вероятность безошибочного выполнения действия ρ_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.

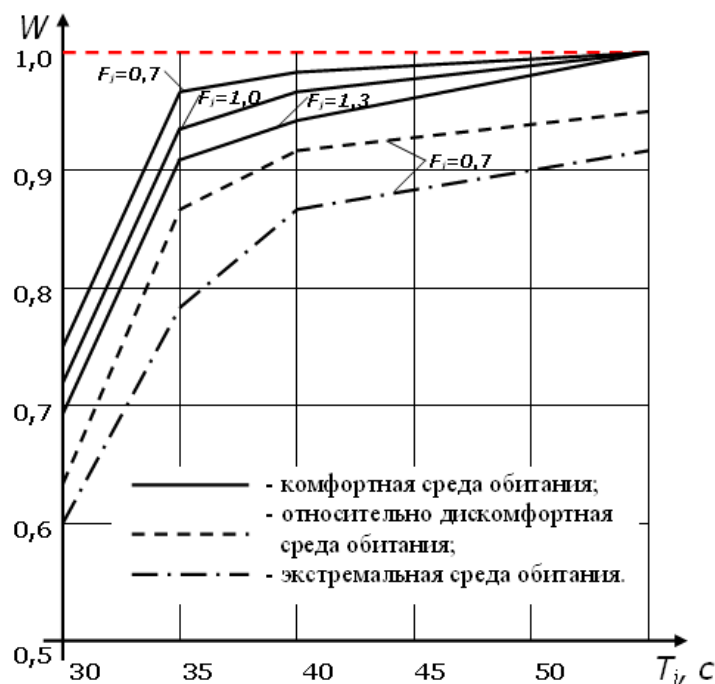


Рис. 2 – Залежність ефективності виконання задачі від предельного часу роботи оператора в різних умовах середовища обитання

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.

Розв'язання 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 суттєве вплив на ефективність діяльності особистого складу підрозділів оперативного управління МЧС України, тому підвищення її якості шляхом забезпечення нормативних умов. Особливості 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.