



Міжнародна  
науково-практична конференція

**Проблеми  
надзвичайних  
ситуацій**

**МАТЕРІАЛИ КОНФЕРЕНЦІЇ**

Харків  
20 травня 2020 року

**МЕТОД ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ  
ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА НА ОСНОВЕ ТЕКУЩЕЙ  
КОРРЕЛЯЦИОННОЙ РАЗМЕРНОСТИ СОСТОЯНИЯ ГАЗОВОЙ  
СРЕДЫ В ПОМЕЩЕНИЯХ ОБЪЕКТА**

*Поспелов Б.Б., д.т.н., проф., вед. н.с.*

*Андронов В.А., д.т.н., проф. проректор*

*Рыбка Е.А., д.т.н., ст. исследователь, зам. нач. центра – нач. отд. науч.-исслед. и патент. д-ти*

*Мелещенко Р.Г., к.т.н., доц. каф.*

*Самойлов М.А., адъюнкт*

*Национальный университет гражданской защиты Украины, Харьков, Украина*

Предупреждение чрезвычайных ситуаций (ЧС) техногенного характера на объектах позволяет максимально снизить риски возникновения ЧС, размеры возможных материальных потерь и разрушений объектов, а также гибель обслуживающего персонала. Мировой опыт в сфере защиты от ЧС свидетельствует, что затраты на предупреждение ЧС оказываются значительно ниже затрат на восстановление наносимого ЧС ущерба. Поэтому главным в предупреждении ЧС техногенного характера является обеспечение раннего выявления возможных угроз на объектах с целью принятия необходимых управленческих решений.

Известно, что большинство ЧС техногенного характера связана с опасными состояниями эксплуатируемого оборудования и агрегатов, которые приводят к возгораниям, перерастающим в пожары, взрывы и разрушения, а также к поражению и гибели персонала. К негативным факторам пожара принято относить токсичные продукты горения, пламя, повышенную температуру, дым, а также угарный газ [1]. При этом эффективным способом защиты объектов и персонала от пожара является раннее выявление возгораний в помещениях. Однако ранние возгорания характеризуются незначительными изменениями состояния газовой среды, а также сложностью ее динамики, маскируемой дополнительно различными возмущениями. Это означает, что реальная газовая среда помещений при ранних возгораниях представляет собой сложную динамическую систему. Поэтому для выявления ранних возгораний необходимо использовать современные методы теории динамических систем [2, 3]. Среди них перспективными оказываются методы нелинейной динамики, основанные на фрактальности (корреляционной размерности) вектора состояний [4].

Целью работы являлась разработка метода предупреждения ЧС техногенного характера путем контроля текущей корреляционной размерности (КР) состояний газовой среды в помещениях объекта на основе измеряемых опасных факторов.

В общем случае КР широко используется для определения меры сложности заполнения процессом фазового пространства и является нижней оценкой размерности Хаусдорфа для странного аттрактора. Пусть контролируемое состояние газовой среды в произвольном помещении объекта характеризуется вектором  $z(t)$  произвольного размера. Компоненты этого вектора состояния  $z(t)$  определяются опасными факторами газовой среды. Обычно это оптическая плотность дыма, температура газовой среды и концентрация угарного газа. Компоненты вектора  $z(t)$  измеряются в текущий момент времени  $t$  [5]. Суть предлагаемого метода состоит в определении КР состояний газовой среды в помещении по результатам измерения вектора  $z(t)$  произвольного размера. Затем непрерывная траектория состояний, определяемая вектором  $z(t)$  газовой среды, заменяется дискретной траекторией, состоящей из  $N$  точек  $\{z_i\}$ , измеряемых в дискретные моменты времени в соответствующем многомерном фазовом пространстве. Далее для каждой точки  $i$  траектории определяется разностный вектор  $x_i = z_i - z_{i-1}$  между  $i$  и предыдущим  $i-1$  состояниями вектора состояний  $z(t)$ . Потом для каждого вектора  $x_i$  вычисляется расстояние  $x_i - x_j$  между соответствующими векторами на основе евклидовой или иной меры  $*$ . Для оценки динамики текущей КР предлагается вычислять корреляционную функцию  $C'_3(r, N_w, t)$  в прямоугольном окне фиксированного размера  $N_w \ll N$ , которое перемещается по траектории дискретно во времени по мере поступления текущих данных в момент  $t$  (т. е. в реальном темпе дискретного измерения состояния газовой среды в помещении) в соответствии с выражением:

$$C'_3(r, N_w, t) = \frac{1}{N_w^2} \sum_{i=1}^{N_w} \sum_{j=1, i \neq j}^{N_w} H(r - \|x_{i+t} - x_{j+t}\|), \quad (1)$$

где  $r$  – заданная величина допустимого расстояния между парой произвольных точек траектории;  $H(*)$  – индикаторная функция Хевисайда.

С учетом (1) текущую оценку КР  $D_2(r, N_w, t)$  предлагается определять для фиксированного окна  $N_w$  в соответствии с выражением следующего вида:

$$D_2(r, N_w, t) = \ln C'_3(r, N_w, t) / \ln r, \text{ при } r \rightarrow 0. \quad (2)$$

Оценка (2), вычисляемая в окне размера  $N_w \ll N$ , которое дискретно перемещается во времени  $t$  вдоль траектории состояний газовой среды, является текущей КР состояний газовой среды в произвольных помещениях объектов. Данная оценка численно характеризует сложность заполнения фазового пространства вектором приращений состояния газовой среды в помещениях объекта и может. В общем случае оценка (2) позволяет выявлять любые изменения в состояниях газовой среды в помещениях объекта и может рассматриваться в качестве соответствующей меры для

предупреждения ЧС техногенного характера в помещениях объектов. Однако чувствительность (2) к изменениям в газовой среде зависит от размера окна и способа вычисления нормы в (1).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Vasiliev, M. I., Movchan, I. O., Koval, O. M. (2014). Diminishing of ecological risk via optimization of fire – extinguishing system projects in timber – yards. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, 5. – P. 106 – 113.
2. Pospelov, B., Andronov, V., Rybka, E., Meleshchenko, R., Borodych, P. (2018). Studying the recurrent diagrams of carbon monoxide concentration at early ignitions in premises. *Eastern – European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (9 (93)), 34–40. doi: <https://doi.org/10.15587/1729 – 4061.2018.133127>
- 3 Turcotte, D. L. (1997). *Fractals and chaos in geology and geophysics*. Cambridge university press. doi: <https://doi.org/10.1017/cbo9781139174695>
4. Mandel'brot, B. (2002). *Fraktal'naya geometriya prirody*. Moscow: Institut komp'yuternyh issledovaniy. – P. 656.
5. Pospelov, B., Andronov, V., Rybka, E., Meleshchenko, R., Gornostal, S. (2018). Analysis of correlation dimensionality of the state of a gas medium at early ignition of materials. *Eastern – European Journal of Enterprise Technologies*, 5/10 (95). – P. 25 – 30.

<b>Нуязін Віталій, Кропива Михайло, Майборода Артем, Несват Олександр, ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ</b> Дослідження флегматизуючих властивостей вуглекислого газу.....	120
<b>Отрош Ю.А., Андронов В.А., НУЦЗУ, Демидов Д.А., ПРАТ «Страхова компанія «Уніка»</b> Розробка підходу до визначення технічного стану будівельних конструкцій промислових об'єктів.....	122
<b>Отрош Ю.А., Удянський М.М., НУЦЗУ, Дегтярьова А.І. ГУ ДСНС України у Донецькій області, Трейдеровський Томаш, Університет технологій у Катовіце</b> Підхід до проектування будівельних конструкцій вибухонебезпечних об'єктів.....	126
<b>Пацеха А., Гогенбергер М., Раупенстраух Х., Университет Леобен</b> a new approach to a real – time risk map development for a decision making process within emergency response.....	129
<b>Поздєєв С.В., Змага М.І., Змага Я.В., ЧПБ ім. Героїв Чорнобиля НУЦЗУ</b> Результати випробувань зразків фрагментів дерев'яних балок за стандартним температурним режимом.....	132
<b>Поспелов Б.Б., Андронов В.А., Рыбка Е.А., Мелещенко Р.Г., Самойлов М.А., НУЦЗУ</b> Метод предупреждения чрезвычайных ситуаций техногенного характера на основе текущей корреляционной размерности состояния газовой среды в помещениях объекта.....	134
<b>Ромашкіна М.А., Башинська О.Ю., Томашевський А.В. ТОВ «ЛІРА САПР»</b> Моделювання процесів теплопровідності у ПК ЛІРА-САПР...	137
<b>Рудаков С.В., НУЦЗУ</b> Применение специальных боеприпасов для ликвидации чрезвычайной ситуации в местах с высоким уровнем воздействия патогенных факторов.....	140
<b>Самохвалова А.І., Онищенко Н.Г., Косенко Н.О., Юрченко В.О., ХНУБА</b> Оцінка рівня небезпеки, створюваного акустичним навантаженням в міському середовищі.....	143
<b>Сердюк С.С., ХНПУ ім. Г.С. Сковороди</b> Проблемні питання притягнення до адміністративної відповідальності за порушення законодавства у сфері пожежної безпеки.....	146
<b>Сізіков О.О., Голікова С.Ю., Жихарєв О.П., Циганков А.О. УкрНДІЦЗ</b> Визначення загальних положень процедури здійснення внутрішнього аудиту з оцінки стану пожежної безпеки об'єкта захисту.....	149
<b>Смирнов О.М., Толкунов І.О., НУЦЗУ</b> Утилізація вибухонебезпечних предметів як елемент забезпечення національної безпеки України.....	152
<b>Сур'янінов М.Г., ОДАБА, Отрош Ю.А., Гапонова А.С., НУЦЗУ, Васюков С. Національний інститут ядерної фізики</b> Моделювання залізобетонних балок в ANSYS при силових та високотемпературних впливах.....	155
<b>Tarassenko O., NUCDU, Almazov K., Academy of the Ministry of Emergency Situations of the Republic of Azerbaijan</b> Mathematical model of the vulnerability zone of the “care” object by emerging factors.....	158