ISSN 2226-700X

Министерство Российской Федерации
по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям
и ликвидации последствий стихийных бедствий

Вестник Воронежского института ГПС МЧС России

В этом номере:

- *участие в ликвидации крупномасштабной чрезвычайной ситуации в Дальневосточном федеральном округе;*
- *создание и развитие высокоманевренной службы экстренного реагирования в РФ;*
- *материалы научной конференции "Школа молодых ученых и специалистов МЧС России-2013"*

№ 4 (9), 2013

СОДЕРЖАНИЕ

СНИЖЕНИЕ РИСКОВ И ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ 7

Участие в ликвидации крупномасштабной чрезвычайной ситуации
в Дальневосточном федеральном округе
Кобзев И. И. 7

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ
И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ** 15

Организация безопасного информационного взаимодействия
функциональных и территориальных подсистем РСЧС
Иванов А. Ю., Синещук М. Ю. 15

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ 20

Ретроспективный анализ пожарно-профилактической работы на Украине
Нестеренко А. А. 20

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ 24

Создание и развитие высокоманевренной службы
экстренного реагирования в Российской Федерации
Калач А. В., Шуткин А. Н., Шимон Н. С. 24

Анализ расположения подразделений пожарной охраны
в городах (на примере г. Воронежа)
Лобода А. В., Муконина И. А. 29

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ,
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ** 35

Ситуационное моделирование прорыва противопаводковой дамбы
во время аномального наводнения на Дальнем Востоке летом 2013 г.
Думачев В. Н., Пешкова Н. В., Калач А. В., Чудаков А. А. 35

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СООБЩЕНИЯ 40

Деятельность пожарно-спасательных
и аварийно-спасательных формирований за 9 месяцев 2013 года
на территории Центрального регионального центра МЧС России 40

Сотрудничество с Евросоюзом в области предупреждения
и ликвидации чрезвычайных ситуаций 46

**МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ
«ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ МЧС РОССИИ—2013:
АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОМПЛЕКСНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ», 3—7 ИЮНЯ 2013 Г.** 48

Повышение огнетушащей способности пены низкой кратности
Кокшаров А. В. 48

Нагрев сухой стенки горящего резервуара с нефтепродуктом
Михайлюк А. А. 50

Исследование распределения температуры в рабочем объеме печи
термического комплекса для лабораторных испытаний
образцов строительных конструкций
Рыбка Е. А., Паринов Д. Б. 52

Применение электрофизического метода, воздействующего
на протекание коррозионных процессов на объектах нефтегазового комплекса
Зыков А. В. 55

Методика расчета контактных сосредоточенных зарядов
конденсированных взрывчатых веществ
для разрушения ледяного покрова на заторопасных участках рек
Раднер С. С. 59

Исследование влияния характера изменения температуры
и состава газовой среды на структуру и свойства карбонизованных остатков
Лебедев А. Ю. 67

Практические условия измерения динамических характеристик зданий
Казаков В. Ю. 71

Использование керамзитовых подложек
при проливах нефти и нефтепродуктов
Ширяев Е. В. 74

Модель пожара в закрытом помещении
на основе полного факторного эксперимента
Гулида Э. Н., Ренкас А. А. 78

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ 82

CONTENTS

RISK REDUCTION AND EMERGENCY RESPONSE 7

Participation in the Elimination of a Large-Scale Emergency Situation in the Far Eastern Federal District
Kobzev I. I. 7

INFORMATION TECHNOLOGIES. INFORMATION SERVICES AND TECHNICAL MEANS OF INFORMATION PROCESSES 15

Organization of Secure Information Interaction of Functional and Territorial Subsystems of the Ministry of Emergency Situations of Russia
Ivanov A. Yu., Sineshhuk M. Yu. 15

GENERAL FIRE SAFETY 20

Retrospective Analysis of Fire Prevention in the Ukraine
Nesterenko A. A. 20

METHODS AND MEANS FOR SAFETY 24

Creation and Development of Highly Maneuverable Emergency Response Service in the Russian Federation
Kalach A. V., Shutkin A. N., Shimon N. S. 24

Analysis of the Location of Fire Protection Units in Cities (by the Example of Voronezh)
Loboda A. V., Mukonina I. A. 29

MATHEMATICAL MODELING, NUMERICAL METHODS AND COMPLEXES OF PROGRAMS 35

Stateflow Simulation of Crash of the Flood Dam during Far East Floods in the Summer of 2013
Dumachev V. N., Peshkova N. V., Kalach A. V., Chudakov A. A. 35

INFORMATIONAL MESSAGES 40

The Activity of Fire-Rescue and Rescue Units for 9 Months of 2013 on the Territory of the Central Regional Center of Emercom of Russia 40

Cooperation with the European Union in the Field
of Prevention and Liquidation of Emergency Situations 46

**MATERIALS OF THE CONFERENCE
«SCHOOL OF YOUNG SCIENTISTS AND SPECIALISTS OF EMERCOM OF RUSSIA-2013:
ACTUAL PROBLEMS OF COMPLEX SAFETY
AND WAYS OF THEIR SOLUTION», 3-7 JUNE 2013** 48

Improvement of Fire-Extinguishing Capability Low Expansion Foam
Koksharov A. V. 48

Heat a Dry Wall of a Burning Tank with Oil
Mixajlyuk A. A. 50

Investigation of Temperature Distribution in the Working Volume
of the Furnace Thermal Complex Laboratory Testing of Samples of Building Structures
Rybka E. A., Parinov D. B. 52

Application of Electrophysical Method of Acting on the Passing
of Corrosion Processes at Oil and Gas Facilities
Zykov A. V. 55

Method of Calculation of Contact Concentrated Charges
of Condensed Explosives for the Decay of the Ice Cover on Rivers-Hazardous Areas
Radner S. S. 59

Study of the Influence of the Changes in the Temperature and Composition
of the Gas Environment on the Structure and Properties of Carbonized Residue
Lebedev A. Yu. 67

Practical Measurement of Dynamic Performance of Buildings
Kazakov V. Yu. 71

The Use of Expanded Clay Substrates in the Straits of Oil and Oil Products
Shiryaev E. V. 74

Model Fire Indoors on the Basis of Full Factorial Experiment
Gulida E'. N., Renkas A. A. 78

INSTRUCTIONS TO AUTHORS 82

УДК 614.84:614.0.06

МОДЕЛЬ ПОЖАРА В ЗАКРЫТОМ ПОМЕЩЕНИИ НА ОСНОВЕ ПОЛНОГО ФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

Э. Н. Гулида, А. А. Ренкас

Необходимо получить на основе активного полного факторного эксперимента математическую модель пожара в закрытом помещении. Эта модель должна определять температуру в закрытом помещении на начальной стадии пожара на любом радиусе от очага пожара и любой высоте в зависимости от пожарной нагрузки, площади пожара и времени свободного горения.

Ключевые слова: *математическая модель, пожар в закрытом помещении, показатели тепломассообмена, эксперимент.*

Для создания метода прогнозирования основных показателей тепломассообмена в процессе возникновения пожара в закрытом помещении необходимо получить на основе активного полного факторного эксперимента математическую модель. Эта модель должна определять температуру в закрытом помещении на начальной стадии пожара на любом радиусе R от очага пожара и любой высоте Z в зависимости от пожарной нагрузки G, площади пожара $S_П$ и времени свободного горения $\tau_{в.г.}$.

Методика подобных экспериментальных исследований, проводившихся во Всероссийском научно-исследовательском институте пожарной охраны, и их результаты представлены в работе [1]. Рассматривалось помещение размерами 5,8×5,8 м и высотой 5,8 м. Площадь поверхности пола была равна 33,64 м^2, объем помещения — 195,11 м^3. Стены выполнены из красного кирпича на цементно-песочном растворе. Верхнее перекрытие выполнено в виде рамы из стальных швеллеров, облицованных сверху и снизу стальными листами. Пространство между листами заполнено минеральной ватой. Экспериментальное помещение имело 2 отверстия высотой 1,1 м. Также в помещении было дверное отверстие, которое при проведении эксперимента закрывалось металлическими дверями.

Исследование проводилось в две серии экспериментов. В первой серии в качестве пожарной нагрузки использовали древесину, во второй — органическое стекло.

Гулида Эдуард Николаевич, д-р техн. наук,
проф. кафедры фундаментальных дисциплин,
Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности; Украина, г. Львов,
e-mail: ldubzh.lviv@mns.gov.ua
Ренкас Артур Андреевич, адьюнкт
Львовский государственный университет безопасности жизнедеятельности; Украина, г. Львов,
e-mail: arthur.rencas@gmail.com

© Гулида Э. Н., Ренкас А. А., 2013

Горючий материал складывался на платформе весов, расположенных по центру помещения. Для разжигания горючего материала использовались таблетки сухого топлива.

Для определения температуры в помещении устраивались 107 хромель-алюмелевых термопар (ТХА), 62 из которых использовались для определения температуры на ограждающих конструкциях, 45 — в объеме помещения. Расположение ТХА приведено на рис. 1 и 2. Опыты проводились в летнее время года при температуре внешнего воздуха 17—20 ^{0}С и скорости ветра 1 м/с.

Для проведения полного факторного эксперимента использовалось помещение Научно-исследовательской лаборатории пожарной безопасности Львовского государственного университета безопасности жизнедеятельности. Помещение, в котором проводились исследования, готовилось на основании рекомендаций ВНИИПО [1]. Размеры помещения: высота — 2,57 м, длина — 6,33 м, ширина — 3,9 м. Стены выполнены из красного кирпича на цементно-песочном растворе. Перекрытие железобетонное, покрытое известково-глиняным раствором.

Кроме этого, над очагом пожара перекрытие защищалось слоем минеральной ваты под стальным листом на площади 4 м^2. В левом углу помещения размещалось прямоугольное отверстие размером 1000×1000 мм на высоте 1,57 м для выбросов нагретого воздуха. В помещении было дверное отверстие, которое при проведении эксперимента закрывалось металлическими дверьми. Горючий материал закладывался на высоте 10 см на специально подготовленном навесе. Перед началом опыта материал взвешивался на техновесах типа ТВ-1-150.

В помещении было размещено 28 термопар типа ТХА. Термопары № 1—18 и проводники, соединявшие их с регуляторами-преобразователями температур, изолировались минеральной ватой для защиты от нагревания. Схема размещения термопар показана на рис. 3. В трех горизонтальных и трех

вертикальных плоскостях находится по 9 ТХА, то есть на пересечении плоскостей по 3 ТХА.

Такое размещение термопар объясняется тем, что через 3 точки всегда можно провести кривую. Очаг пожара размещали в правом крайнем углу помещения, к которому на штативе подводили ТХА № 1. Контакты термопар подсоединялись к четырем восьмиканальным регуляторным измерителям температур РТ- 0102, а из них непосредственно на ПЕОМ для регистрации значений температур.

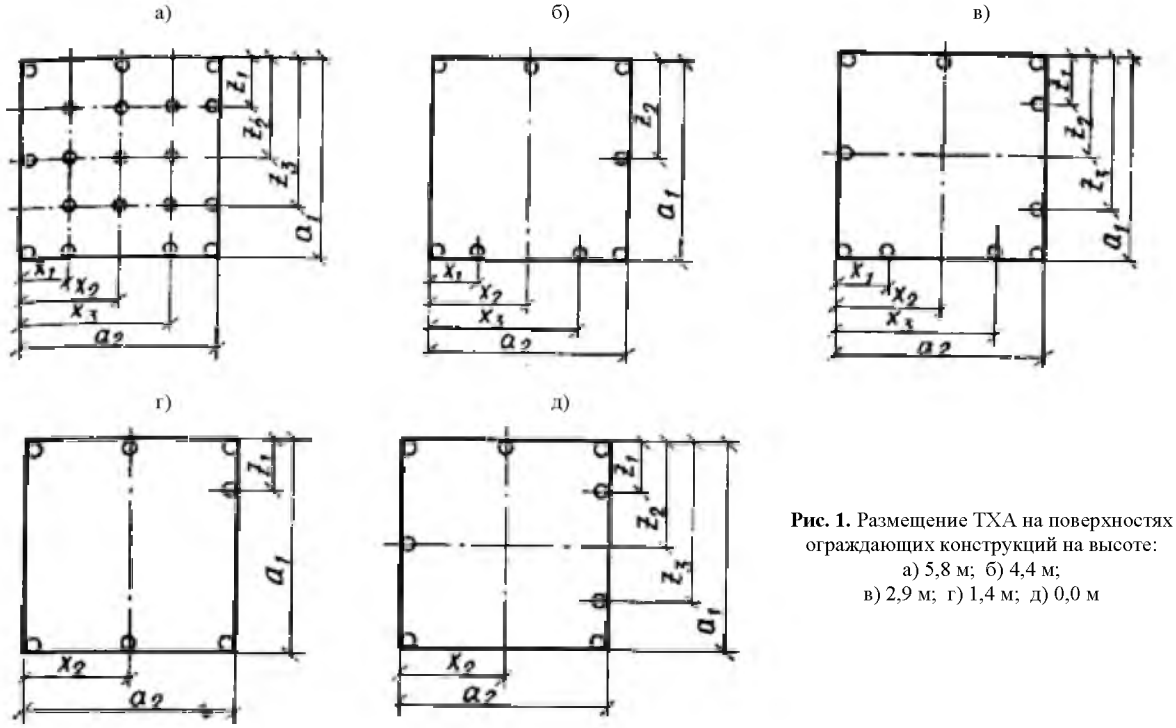

Рис. 1. Размещение ТХА на поверхностях ограждающих конструкций на высоте:
а) 5,8 м; б) 4,4 м;
в) 2,9 м; г) 1,4 м; д) 0,0 м

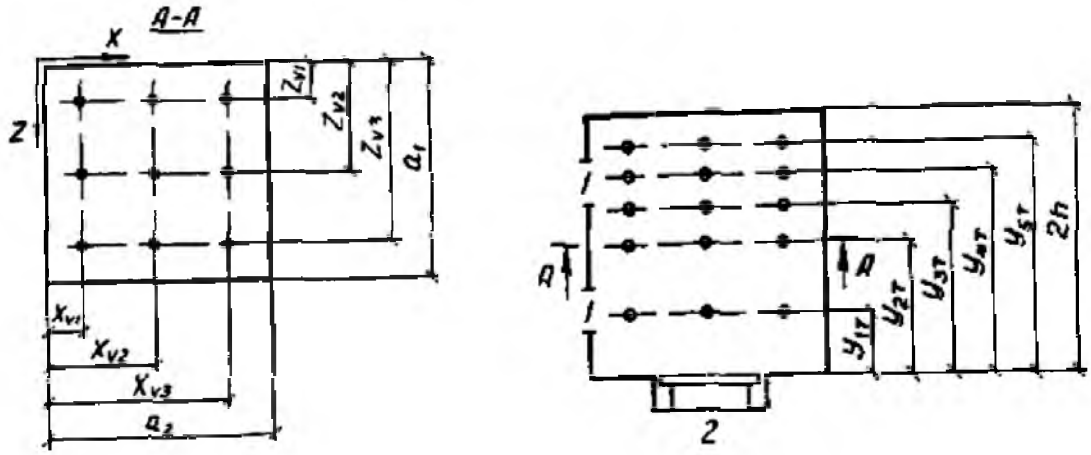

Рис. 2. Размещение ТХА в объеме помещения:
1 — оконные отверстия; 2 — весы

Исследование проводилось в четыре этапа с повторяемостью опытов 2 раза. Общее количество опытов уровня 2^{5-2}. Варьировались площадь горения, величина пожарной нагрузки и время проведения опытов. В качестве пожарной нагрузки использовали древесину (сосну), которая имела следующие показатели: $Q_{min} = 13800 \cdot 10^3$ Дж/кг; линейную скорость распространения пламени $V_л = 0{,}022$ м/с; удельную скорость выгорания $\psi_п = 0{,}0145$ кг/(м^2·с). Древесина укладывалась равномерным слоем на поверхности навеса. Принимали угловой пожар. Уровни изменения факторов приведены в табл.

Вход в помещение осуществлялся через дверное отверстие, которое от начала пожара и до его окончания было закрытым. Это давало возможность исследовать начальную стадию пожара, а именно получить значение температур в зоне конвекционной колонки, в зоне припотолочного нагретого газа и зоне напольного холодного воздуха.

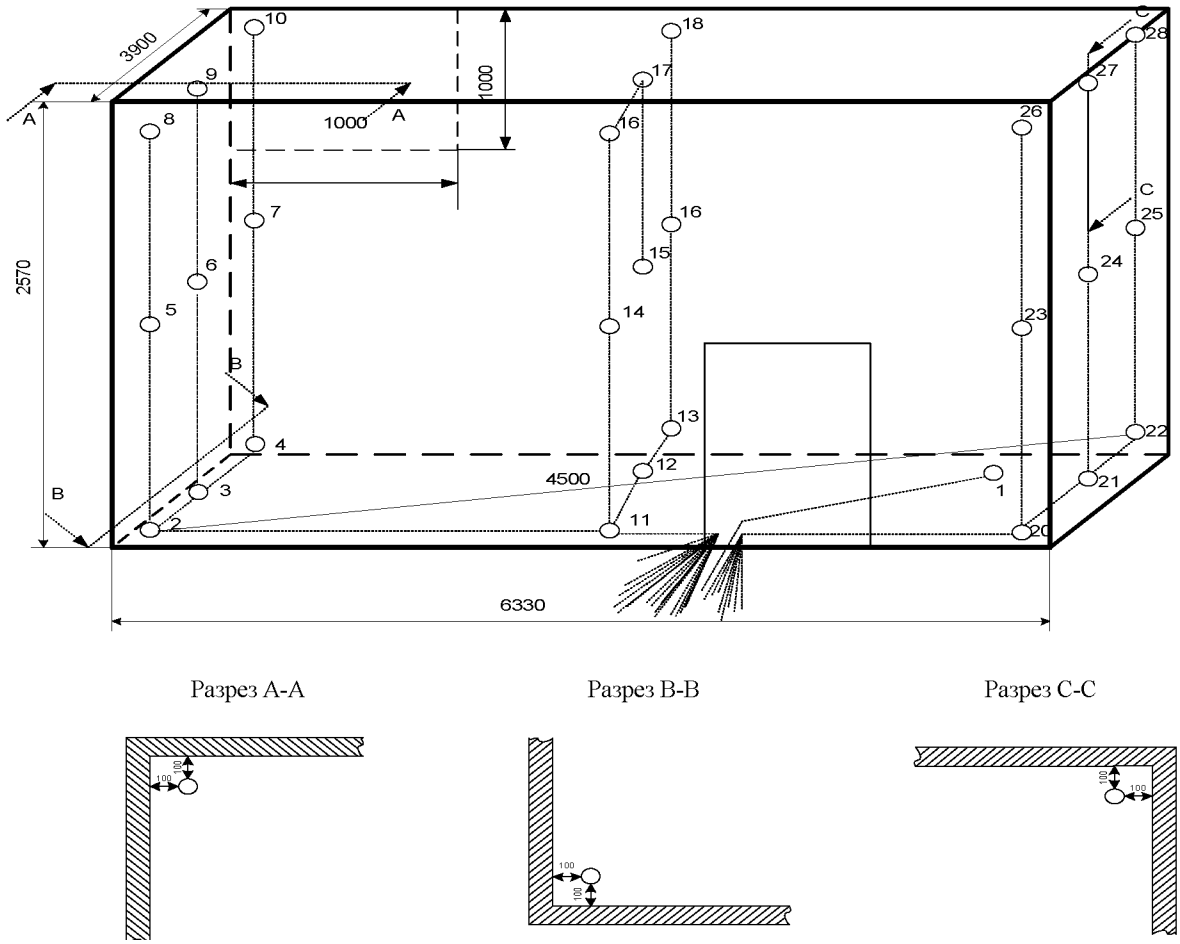

Рис. 3. Схема размещения термопар в помещении

После обрабатывания результатов полного факторного эксперимента методом математической статистики [2] была получена адекватная по критерию Фишера математическая модель для определения температуры в любой точке закрытого помещения при пожаре:

$$t_i = t_{o.n.} \cdot \frac{C_t \cdot G^{0,28} \cdot \tau_{в.г.}^{\ 0,218} \cdot Z^{1,116+0.105\cdot\ln(z)} \cdot S_n^{\ 0,24}}{x^{0,479}}, \text{ °C},$$

где $t_{о.\ п.}$ — теоретическая температура горения, °С; G — пожарная нагрузка в помещении, кг/м^2; $\tau_{в.\ г.}$ — время свободного горения, хв; Z — высота, на которой определяется температура, м; $S_{п.}$ — площадь пожара, м^2; x — расстояние, на котором определяется температура, м; C_t — коэффициент пропорциональности и обезразмеривания составных элементов дроби; C_t= 0,0172 хв^{0,218}·кг^{0,28}·м$^{-0,557}$.

Таблица

Уровни изменения факторов

Уровни факторов	G, кг/м^2		$\tau_{в.\ г.}$, мин		R, м		Z, м		$S_П$, м^2	
	$\tilde{x}_1$	$\ln \tilde{x}_1$	$\tilde{x}_2$	$\ln \tilde{x}_2$	$\tilde{x}_3$	$\ln \tilde{x}_3$	$\tilde{x}_4$	$\ln \tilde{x}_4$	$\tilde{x}_5$	$\ln \tilde{x}_5$
Верхний (+)	50	3,9	20	3	7,4	2	2,5	0,9	3,14	1,1
Нулевой (0)	40	–	7,5	–	3,75	–	1,3	–	1,9625	–
Нижний (–)	30	3,4	5	1,6	0,1	-2,3	0,1	-2,3	0,785	-0,2

Рассмотрим распределение температуры по ширине перекрытия помещения при пожаре в жилом помещении при высоте помещения 2,5 м. Рассчитаем значение температуры над очагом пожара, на расстоянии 0,25; 0,5; 1; 1,5 и 2 м. Данные расчетов изображены на рис. 4.

Также рассмотрим распределение температуры по высоте помещения при пожаре в жилом помещении на расстоянии 1 м от очага пожара. Рассчитаем значение температуры на высоте 0,1 м; 0,675 м; 1,25 м; 1,925 и 2,4 м. Данные расчетов изображены на рис. 5.

Следовательно, полученная математическая модель позволяет определять температуру в любой точке помещения, что дает возможность в дальнейшем учесть температурное влияние пожара на строительные конструкции в зданиях различного назначения.

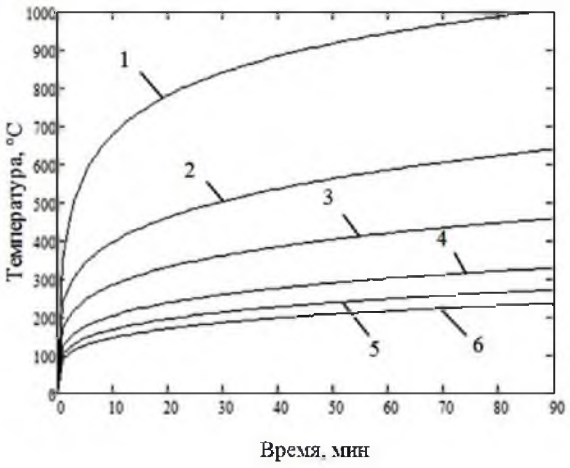

Рис. 4. Изменение температуры со временем:
1 — над очагом пожара; 2 — на расстоянии 0,25 м;
3 — 0,5 м; 4 — 1 м; 5 — 1,5 м; 6 — 2 м

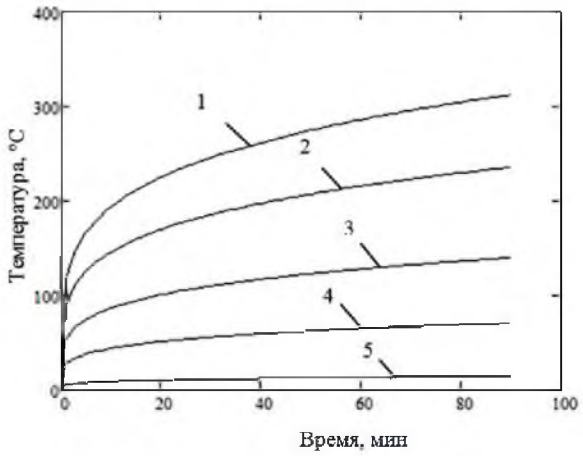

Рис. 5. Изменение температуры со временем
на расстоянии 1 м от очага пожара:
1 — на высоте 2,4 м; 2 — 1,925 м;
3 — 1,25 м; 4 — 0,675 м; 5 — 0,1 м

Библиографический список

1. **Астапенко, В. М.** Термогазодинамика пожаров в помещениях / В. М. Астапенко, Ю. А. Кошмаров, И. С. Молчадский, А. Н. Шевляков; под ред. Ю. А. Кошмарова. — М.: Стройиздат, 1988. — 448 с.
2. **Сидняев, Н. И.** Введение в теорию планирования эксперимента / Н. И. Сидняев, Н. Т. Вилисова. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. — 463 с.

References

1. **Astapenko, V. M.** Termogazodinamika pozharov v pomeshheniyax / V. M. Astapenko, Yu. A. Koshmarov, I. S. Molchadskij, A. N. Shevlyakov; pod red. Yu. A. Koshmarova. — M.: Strojizdat, 1988. — 448 s.
2. **Sidnyaev, N. I.** Vvedenie v teoriyu planirovaniya e'ksperimenta / N. I. Sidnyaev, N. T. Vilisova. — M.: Izd-vo MGTU im. N. E'. Baumana, 2011. — 463 s.

MODEL FIRE INDOORS ON THE BASIS OF FULL FACTORIAL EXPERIMENT

Gulida E'. N.,
D. Sc. in Engineering, Prof.
Lviv State University of Life Safety;
Ukraine, Lviv, e-mail: ldubzh.lviv@mns.gov.ua
Renkas A. A.,
Adjunct,
Lviv State University of Life Safety;
Ukraine, Lviv, e-mail: arthur.rencas@gmail.com

You must get through the active full factorial experiment mathematical model of fire indoors. This model should define the temperature indoors at the initial stage of fire on any radius from the fire and any altitude depending on the fire load, the burned area and free time is burning.

Keywords: *mathematical model, fire indoors, indicators of heat and mass transfer, the experiment.*