

УДК 004.65

DOI: 10.22213/2410-9304-2019-4-123-128

РЕАЛИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ РАСЧЕТА
ИНТЕНСИВНОСТИ ТЕПЛОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ ПОЖАРАХ

М. В. Телегина, кандидат технических наук, доцент, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия
И. М. Янников, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия

В настоящее время качественная подготовка специалистов невозможна без современного учебно-методического обеспечения. При этом информатизация играет первоочередную роль в процессе формирования у обучающихся необходимых компетенций. Наличие обучающих программ и программ-тренажеров позволяет лучше освоить расчетно-практический материал, предусмотренный учебными планами. В статье рассмотрены существующие системы расчетов пожарных рисков, применяемые в сфере подготовки и обучения по вопросам пожарной и техносферной безопасности. Показано, что указанные программы отличаются излишней функциональностью и высокой стоимостью. В связи с чем для применения в указанных сферах предлагается система автоматизированного расчета интенсивности теплового излучения при пожарах, связанных с разливом легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. Разработанная система имеет функции регистрации и авторизации, хранения и изменения справочных данных расчетов; расчета интенсивности теплового излучения и построения графика интенсивности теплового потока от одного из параметров решаемой задачи и позволяет изучить предметную область расчетов интенсивности теплового излучения, выбрать вариант задачи, выполнить автоматизированный расчет интенсивности теплового излучения для различных параметров пожара.

Разработанная система может использоваться студентами специальности «Техносферная безопасность» при изучении дисциплин, связанных с безопасностью в ЧС и управлением рисками, а также будет интересна специалистам в области техносферной безопасности.

Ключевые слова: интенсивность, тепловой поток, пожар, легковоспламеняющиеся жидкости, автоматизированный расчет, база данных.

Введение

Предупреждение чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера является одним из важнейших направлений государственной политики в области защиты населения и территорий от опасностей различного характера в мирное и военное время. По своим негативным последствиям взрывы и пожары представляют собой наибольшую опасность в техногенной сфере.

Согласно определению, пожаром является неконтролируемый процесс горения, приносящий материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам государства и общества [1]. Исходя из множества классификационных признаков возгораний, выделяют большое количество видов и типов пожаров.

Для прогнозирования и предупреждения пожаров и их последствий необходимо обучение персонала, отвечающего за безопасность промышленных объектов, правилам реагирования, нормам, подходам к моделированию ЧС, получение навыков прогнозирования и т. п.

Применение средств автоматизации и компьютерных программ для расчета пожарного риска на потенциально опасных объектах является наиболее перспективным направлением развития современной системы гибкого нормирования. Действующая система нормирования в области технического регулирования, в том числе и в области оценки соответствия объектов требованиям пожарной безопасности, предполагает применение риск-ориентированного подхода [2].

Исходя из вышеизложенного процесс подготовки и повышения квалификации специалистов должен включать формирование знаний в области риск-ориентированного подхода и прогнозирования чрезвычайных ситуаций.

Расчет пожарного риска – это анализ и оценка воздействия на людей поражающих факторов пожара и эффективности мер, принятых для уменьшения вероятности их появления.

Целью оценки пожарного риска на потенциально опасных промышленных объектах является определение уровня пожарной опасности данных объектов, количественной мерой чего является риск гибели людей при пожарах. То есть процедура расчета пожарного риска позволяет определить эффективность планирования и реализации в данной организации мер противопожарной защиты персонала и материальных ценностей.

Оценка пожарного риска осуществляется:

- в случае неполного выполнения установленных законодательством обязательных требований пожарной безопасности;
- при формировании системы противопожарной защиты на потенциально опасном объекте;
- при подготовке декларации пожарной безопасности;
- при формировании специальных технических условий в части обоснования требований пожарной безопасности в рамках проектирования системы противопожарной защиты для объекта, не имеющего установленных нормативных требований [3, 4].

Для обучения знаниям в области техносферной и противопожарной безопасности в настоящее время

применяются различные обучающие программы и программы-тренажеры, которые априори должны содержать и, в определенной степени содержат, те или иные сведения об опасных факторах, возникающих при ЧС [5–7]. Кроме того, необходимо учитывать не только указанные негативные факторы, но и конкретные условия их возможной реализации непосредственно на данном объекте.

К числу потенциально опасных производств, а следовательно, объектов повышенного риска относятся объекты, занимающиеся добычей, транспортировкой и хранением легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. Одной из фундаментальных составляющих оценки пожарного риска является

моделирование динамики опасных факторов пожара (ОФП) в зданиях и сооружениях, и пожаров, связанных с проливом ЛВЖ и ГМ. Актуальность разработки и совершенствования программного обеспечения для моделирования и расчетов параметров пожара проблемы возрастает в связи с интенсификацией технологических процессов и возрастанием единичных мощностей агрегатов, и становится перспективным направлением применения информационных технологий.

Сравнительный анализ программ расчетов пожарных рисков (таблица), показал, что такие программы во многом обладают избыточным функционалом и высокой стоимостью [8–11].

Сравнительный анализ программ расчетов пожарных рисков

Программа	ПК ТОХI+Risk5	ПК Русь	СИТИС: Фламмер 3	СИТИС: Классификатор	СИТИС: ИНФО
Работа со справочником горючих веществ	Да	Да	Да	Да	Да
Выполнение расчетов интенсивности теплового излучения	Да	Да	Нет	Нет	Нет
Формат хранения данных	XML	XML	DBF	DBF	DBF
Архитектура программы	Клиент-сервер	Клиент-сервер	Клиент-сервер	Клиент-сервер	Клиент-сервер

Предлагаемое решение

Предлагается разработанная система расчета интенсивности теплового излучения при пожарах, возникших в результате проливов легковоспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих жидкостей (ГЖ). Информационная система выполняет следующие функции:

- возможность регистрации и авторизации пользователя в системе;
- хранение и возможность изменения справочных данных, необходимых для расчетов;
- выбор из заданных и возможность задания исходных параметров расчета;
- выполнение расчета интенсивности теплового излучения;
- сохранение результатов расчета и формирование отчета;
- построение графической зависимости плотности лучистого теплового потока от одного из параметров решаемой задачи.

Система состоит из модуля работы с базой данных, модуля изучения теоретического материала и тестирования, расчетного модуля; модуля создания отчетов о выполнении практической задачи расчета студентом.

Информационная система позволяет администратору поддерживать базу данных (БД) программы в актуальном состоянии. При работе с системой опера-

тор имеет возможность использовать данные, хранящиеся в базе данных, возможность просмотра, редактирования и печати документов из базы данных, а также формирование данных для расчетов, выполнение расчетов и сохранение результатов в БД. Все данные хранятся на сервере БД под управлением СУБД MS SQL Server и доступны на любом компьютере, на котором установлена клиентская часть информационной системы.

Разработанная программа представляет клиент-серверное Windows Forms приложение, которое позволяет выполнять расчет и оценку интенсивности излучения при ЧС. Программа позволяет рассчитать интенсивность теплового излучения с учетом всех возможных ситуаций взаимного расположения излучающей и облучаемой поверхностей, а также параметров фронта пламени и горючих материалов. Также она позволяет оценить минимальное безопасное расстояние при пожаре и предусматривает функцию построения графической зависимости плотности лучистого теплового потока от одного из параметров решаемой задачи.

Для расчета использован метод определения интенсивности теплового излучения при пожарах проливов ЛВЖ и ГЖ (ГОСТ Р 12.3.047–98. Приложение В). Алгоритм расчета приведен на рис. 1.

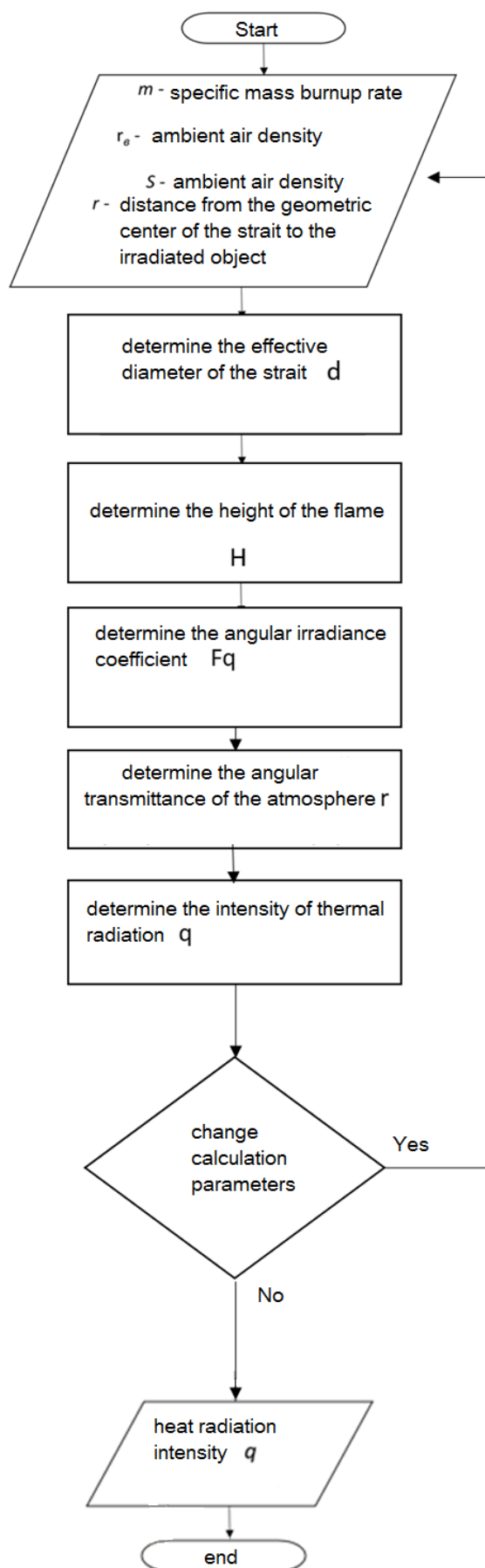


Рис. 1. Алгоритм расчета интенсивности теплового излучения

Согласно примененному методу по исходным данным вида ЛВЖ и ГЖ площади пролива и расстояния от геометрического центра пролива до облучаемого объекта, рассчитываются такие параметры, как эффективный диаметр пролива, высота пламени, угловые коэффициенты облученности и пропускания атмосферы и интенсивность теплового излучения.

В базе данных хранится информация о профилях пользователей системы, о параметрах расчета, о результатах расчета каждого пользователя. Модель

физических данных зависит от конкретной СУБД, которая на самом деле является отображением системного каталога. Чтобы построить трансформационную модель, определены атрибуты объекта, их допустимые значения и типы данных. Сформированная физическая модель данных для СУБД MS SQL Server, включающая все сущности, атрибуты, их типы данных, ограничения контроля целостности и согласованности, показана на рис. 2.

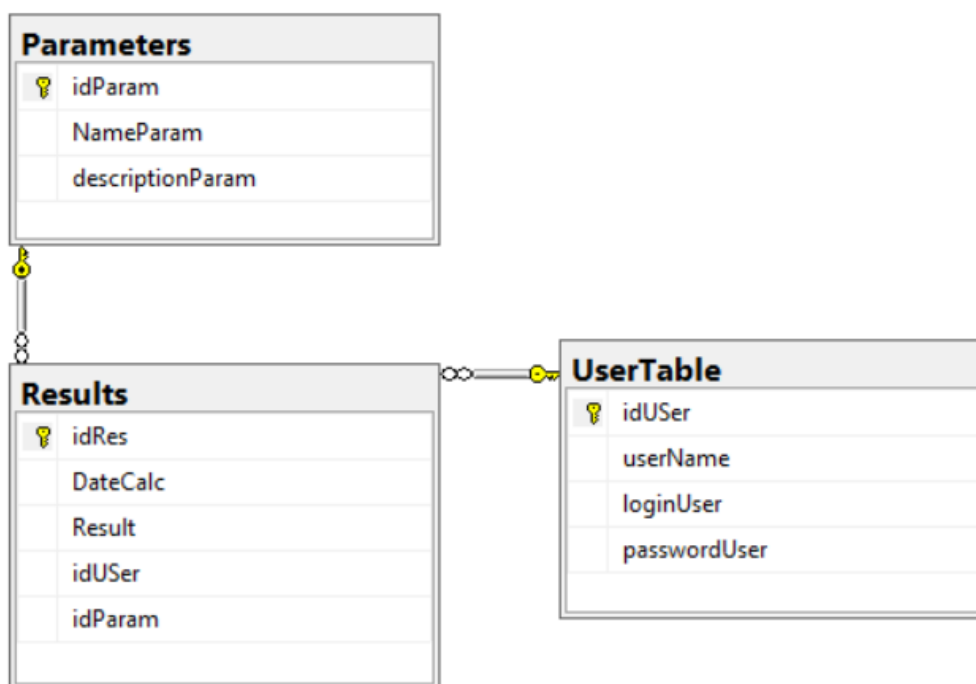


Рис. 2. Модель базы данных в формате SQL Server

Для закрепления навыков расчета обучаемыми в системе хранится 10 вариантов практических задач, которые при необходимости преподаватель может изменять.

Для работы в системе расчета необходимо пройти авторизацию. После успешной авторизации пользователь попадает на форму для работы с системой расчетов. Данная форма предоставляет возможность по использованию основного функционала системы.

Для выполнения расчета используется инструмент «Расчет интенсивности излучения», открывающаяся форма для расчетов показана на рис. 3.

Перед началом расчета необходимо задать исходные данные в соответствующих полях формы. После применения инструмента «Определить диаметр пролива» будут рассчитаны диаметр пролива ЛВЖ и ГЖ и скорость выгорания выбранного типа топлива. Далее необходимо ввести плотность окружающего воздуха и применить инструмент «Определить высоту пламени».

После этого определяем угловой коэффициент облученности и коэффициент пропускания атмосферы, вводим округленное значение диаметра пролива,

близкое к одному из табличных значений, и применяем инструмент «Определение интенсивность теплового излучения».

Все полученные расчеты для введенных исходных данных будут отображены в нижней части формы.

Для ознакомления с теоретическим материалом по методике расчета интенсивности теплового излучения при проливах ЛВЖ и ГЖ пользователь использует подсистему «Теоретический материал», где имеется файл с полным описанием метода расчета интенсивности теплового излучения и другие необходимые теоретические материалы.

Для просмотра проведенных ранее расчетов применяется инструмент «Работа с базой данных», что позволяет просмотреть, отредактировать и удалить выполненные ранее расчеты. Расчеты, которые хранятся в базе данных, используются при построении графических отчетов для анализа влияния параметров разливов ЛВЖ и ГЖ на интенсивность теплового излучения. Для просмотра графических отчетов используется «Просмотр отчетов».

Рис. 3. Форма расчетов

Заключение

Таким образом, разработанная система позволяет изучить предметную область расчетов интенсивности теплового излучения при проливах легко воспламеняющихся и горючих жидкостей; выбрать вариант задачи, выполнить автоматизированный расчет интенсивности теплового излучения для различных параметров проливов ЛВЖ и ГЖ.

Разработанная система будет интересна специалистам в области техносферной безопасности, может использоваться на различных курсах повышения квалификации пожарных, специалистов по ГОЧС, по охране труда на предприятиях, а также студентами специальности «Техносферная безопасность» при изучении дисциплин, связанных с управлением рисками, безопасностью в ЧС, пожарной безопасностью и пожаровзрывозащитой.

Библиографические ссылки

1. Большой юридический словарь / А. Я. Сухарев, В. Е. Крутских, А. Я. Сухарева. М.: Инфра-М. 2003.
2. Орлова О. Е. Риск-ориентированный подход и области его применения. // АударИнфо. 2017. № 10. URL: <https://www.audar-press.ru/risk-orientirovannyi-podhod-v-uchrezhdeniyah>.
3. Прикладные программы для расчета пожарного риска: учеб. пособие / Е. Н. Брюхов, С. В. Шархун, А. Ю. Медведев [и др.]. Екатеринбург: Уральский институт ГПС МЧС России, Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России 2017. 154 с.
4. Расчет пожарного риска в 2019 году. NRUDOHHRANA.RU информационный портал для руководителей и специалистов по охране труда. URL: <https://www.trudohrana.ru/article/100001-qqq-17-m9-raschet-rojarnogo-riska> (дата обращения: 8.03.2019).

<https://www.trudohrana.ru/article/100001-qqq-17-m9-raschet-rojarnogo-riska> (дата обращения: 8.03.2019).

5. Компьютерные тренажеры для обучения персонала ПО ПЛАС для химических и нефтеперерабатывающих производств // Автоматизация и ИТ в нефтегазовом комплексе. 2013. № 2. URL: <https://www.krug2000.ru/publications/1277.html> (дата обращения: 18.03.2019).

6. Шамилов И. Р., Бакиров И. К. Моделирование тренажерного комплекса по выявлению нарушений пожарной безопасности на нефтеперерабатывающих заводах // Вестник молодого ученого УГНТУ. 2016. № 3 (7). С. 49–55.

7. Телегина М. В., Алексеев В. А. Расчет вероятности поражения и формирования решений по обеспечению безопасности при авариях на химически опасном объекте // Вестник ИжГТУ. 2013. № 3. С. 109–113.

8. Программный комплекс TOXI+Risk 5 [Электронный ресурс]. URL: <https://toxi.ru/produkty/programmnyi-kompleks-toxirisk-5> (дата обращения: 26.04.2018).

9. Программный комплекс ПК «Русь» «Пожарная безопасность» [Электронный ресурс]. URL: <https://reestr.minsvyaz.ru/reestr/100407/> (дата обращения: 20.02.2019).

10. СИТИС: Солярис [электронный ресурс]. URL: <https://allsoft.ru/software/vendors/sitis/sitis-solyaris/> (дата обращения: 30.10.2018)

11. Программа для расчета интенсивности теплового излучения при пожарах, связанных с разливом легко воспламеняющихся и горючих жидкостей / Р. А. Мусин, М. В. Телегина, И. М. Янников. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2019616242. Дата рег. 21 мая 2019 г.

References

1. Sukharev A. Ya., Krutskikh V. E., Sukhareva A. Ya. *Bol'shoi yuridicheskii slovar'* [A large legal dictionary]. Moscow, Infra-M Publ, 2003 (in Russ.).

2. Orlova O.E. *Risk-orientirovannyi podkhod i oblasti ego primeneniya* [Risk-based approach and its application]. *AyudarInfo*. 2017. No. 10. Available at: <https://www.audarpress.ru/risk-orientirovannyi-podhod-v-uchrezhdeniyah> (in Russ.).

3. Bryukhov E.N., Sharhun S.V., Medvedev A.Yu. [et al.]. *Prikladnye programmy dlya rascheta pozharnogo riska* [Application programs for calculating fire risk: a training manual]. Yekaterinburg, Ural Institute of State Fire Service of the Ministry of Emergencies of Russia, St. Petersburg University of State Fire Service of the Ministry of Emergencies of Russia, 2017. 154 p. (in Russ.).

4. *Raschet pozharnogo riska v 2019 godu. NRU-DOHRANA.RU informatsionnyi portal dlya rukovoditelei i spetsialistov po okhrane truda* [Calculation of fire risk in 2019. NRUDOHRANA.RU information portal for managers and specialists on labor protection]. Available at: <https://www.trudohrana.com/article/100001-qqq-17-m9-raschet-pojarnogo-riska> (accessed March 8, 2019) (in Russ.).

5. *Komp'yuternye trenazhery dlya obucheniya personala po PLAS dlya khimicheskikh i neftepererabatyvayushchikh proizvodstv* [Computer simulators for training personnel in the PLUS for chemical and oil refining industries]. *Avtomatizatsiya i IT v neftegazovom komplekse*. 2013. No. 2. Available at: <https://www.krug2000.ru/publications/1277.html> (accessed March 18, 2019) (in Russ.).

6. Shamilov I.R., Bakirov I.K. [Simulation of a training complex to identify fire safety violations at oil refineries].

Vestnik mladogo uchenogo UGNTU. 2016. No. 3. Pp. 49-55 (in Russ.).

7. Telegina M.V., Alekseev V.A. [Calculation of the probability of injury and the formation of decisions to ensure safety in accidents at a chemically hazardous facility]. *Vestnik IzhGTU*. 2013. No. 3. Pp. 109-113 (in Russ.).

8. *Programmnyi kompleks TOXI+Risk 5* [The software package TOXI + Risk 5]. Available at: <https://toxi.ru/produkty/programmnyi-kompleks-toxirisk-5> (accessed: 04/26/2018) (in Russ.).

9. *Programmnyi kompleks PK «Rus» «Pozharnaya bezopasnost'»* [The software package PC "Rus" "Fire Safety"]. Available at: <https://reestr.minsvyaz.ru/reestr/100407> (accessed: February 20, 2019) (in Russ.).

10. *SITIS: Solyaris* [CITIS: Solaris]. Available at: <https://allsoft.ru/software/vendors/sitis/sitis-solyaris/> (accessed: 10/30/2018) (in Russ.).

11. *Programma dlya rascheta intensivnosti teplovogo izlucheniya pri pozharakh, svyazannykh s razlivom legkovosplamnyayushchikh i goryuchikh zhidkostei* [The program for calculating the intensity of thermal radiation during fires associated with the spill of flammable and combustible liquids] / Musin R.A., M.V. Telegina M.V., Yannikov I.M. Certificate of state registration of computer programs No. 2019616242. Date of registration. May 21, 2019 (in Russ.).

Realization of Information System for Calculating Heat Emission Intensity During Fires

M. V. Telegina, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov ISTU, Izhevsk, Russia

I. M. Yannikov, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU, Izhevsk, Russia

At present, high-quality training of specialists is impossible without modern educational and methodological support. At the same time, informatization plays a primary role in the process of forming the necessary competencies in students. The presence of education programs and training programs allows you to better master the calculation and practical material provided by the curriculum. The paper discusses the existing calculation systems of fire risks used in the field of training and education on fire and technosphere safety. It is shown that these programs are distinguished by the excessive functionality and high cost. In this connection, a system for automated calculation of the intensity of thermal radiation during fires associated with the spill of flammable and combustible liquids is proposed for use in these areas. The developed system has the functions of registration and authorization, storage and change of reference data of calculations; calculating the intensity of thermal radiation and plotting the intensity of the heat flux from one of the parameters of the problem to be solved and allows you to study the subject area of calculating the intensity of thermal radiation, choose a task option, perform an automated calculation of the intensity of thermal radiation for various parameters of the fire.

The developed system can be used by students of the specialty "Technosphere Security" when studying disciplines related to safety in emergency situations and risk management, and will also be of interest to specialists in the field of technosphere safety.

Keywords: Intensity, heat flow, fire, inflammable liquids, automated calculation, database.

Получено: 11.11.19