

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ В ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

А.А. Кузьмин, кандидат педагогических наук, доцент;

Н.Н. Романов, кандидат технических наук, доцент.

Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России

Проанализированы проблемы выбора видов и анализ содержания информационной поддержки теплофизических расчетов в обеспечении пожарной безопасности. Приведен обобщенный алгоритм таких расчетов, представлены результаты опроса о приоритетах в содержании их информационной поддержки, предложена структура справочного пособия «Пожарная теплофизика».

Ключевые слова: интерактивный комплекс, информационная поддержка, задачи пожарной безопасности, теплофизический расчет, теплофизические свойства материалов, справочное пособие

THERMOPHYSICAL CALCULATIONS INFORMATION SUPPORT IN FIRE SAFETY ENSURING

A.A. Kuzmin; N.N. Romanov.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

We analyzed the problem of choosing kinds and the analysis of the content of the information support of thermophysical calculations in fire safety ensuring. We provide generalized algorithm of such calculations, results of the survey on the priorities of the content of their information support and we offer the «Fire thermal physics» handbook structure.

Keywords: interactive complex, information support, fire safety tasks, thermophysical calculations, thermophysical properties of materials, reference book

Существенная часть задач пожарной безопасности предполагает проведение теплофизических расчетов [1]. К таким задачам можно отнести:

- определение безопасных расстояний и допустимой продолжительности при работе на пожаре личного состава в зоне интенсивного теплового излучения;
- определение величины противопожарных разрывов между объектами;
- определение температуры на необогреваемой поверхности противопожарной преграды в условиях длительного пожара и на его начальной стадии;
- определение времени прогрева противопожарной преграды на начальной стадии пожара до допустимого значения температуры на необогреваемой поверхности;
- определение времени прогрева арматуры несущих колонн на начальной стадии пожара до допустимого значения ее температуры;
- определение избыточного давления взрыва для веществ и материалов, способных взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом;
- расчет горизонтальных размеров зон, ограничивающих газо- и паровоздушные смеси с концентрацией горючего выше нижнего концентрационного предела распространения пламени (НКПР), при аварийном поступлении горючих газов и паров ненагретых легковоспламеняющихся жидкостей в открытое пространство;
- расчет величины индивидуального риска на наружных установках при возникновении таких поражающих факторов, как избыточное давление, развиваемое при

сгорании газо-, паро- или пылевоздушных смесей, и тепловое излучение при сгорании веществ и материалов.

Обобщенный алгоритм проведения подобных расчетов представлен на рис. 1.

Анализ содержания представленных задач, а также структурные связи обобщенного алгоритма их решения предполагает наличие необходимого информационного обеспечения в части представления:

– экспериментальных значений физических параметров (удельной изобарной и изохорной теплоемкостей, коэффициента теплопроводности, кинематической вязкости, числа Прандтля) продуктов горения, сухого воздуха и паров воды в зависимости от температуры и давления;

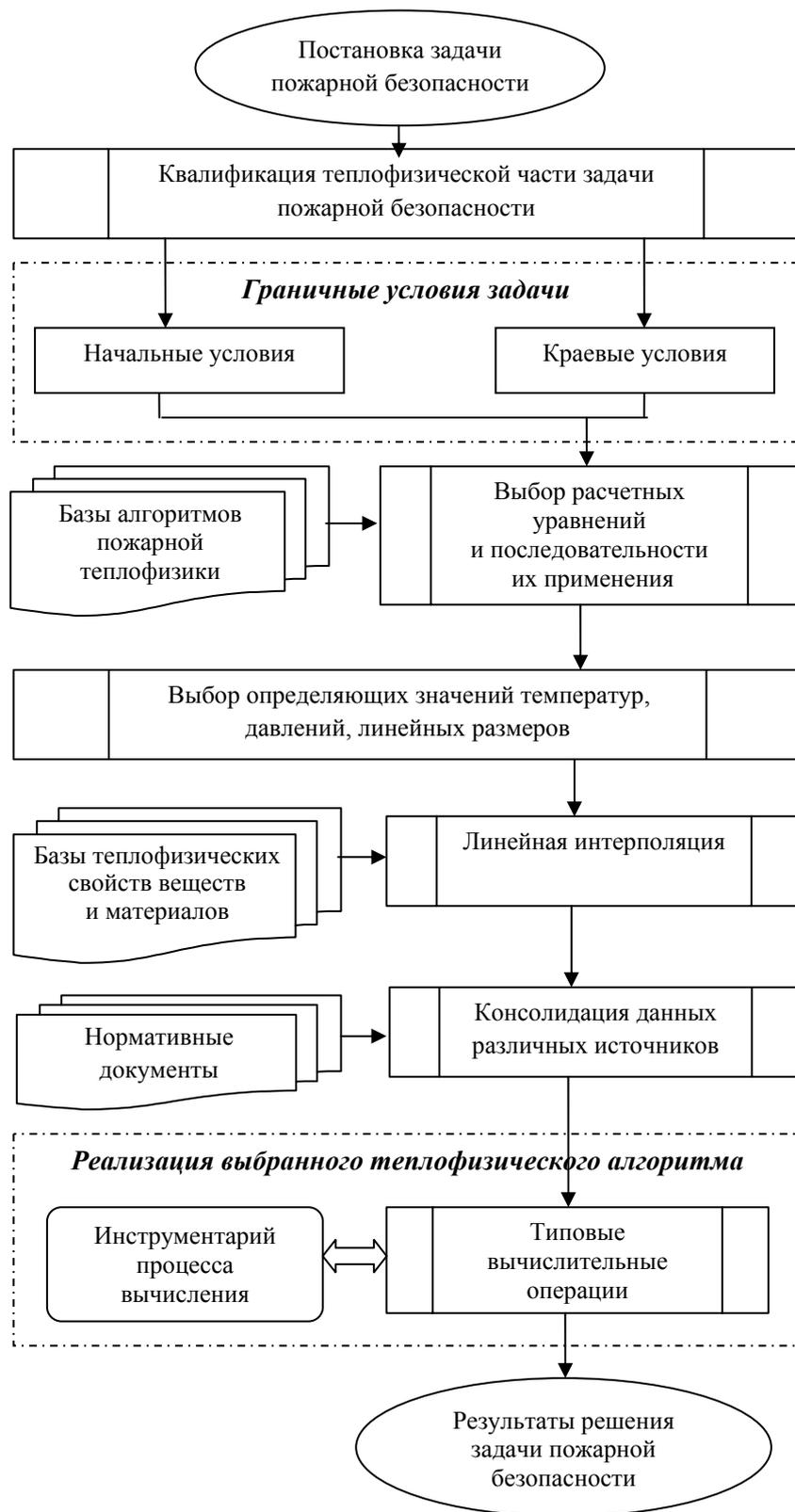


Рис. 1. **Обобщенный алгоритм теплофизических расчетов при решении задачи пожарной безопасности**

– концентрационных пределов распространения некоторых газов, критической температуры и критического давления, удельной теплоты горения, нижних и верхних концентрационных пределов воспламенения некоторых веществ;

– максимальной температуры инверсии, давления дросселирования и давления насыщения некоторых хладагентов, используемых в качестве огнетушащих веществ в установках автоматической пожарной защиты;

– экспериментальных значений теплофизических свойств (коэффициент теплопроводности, температурный коэффициент теплопроводности, удельная теплоемкость, температурный коэффициент теплоемкости, плотность) строительных, конструкционных, теплоизоляционных и огнеупорных материалов;

– степень черноты, допустимую температуру, критическую плотность теплового потока, при которых происходит самовоспламенение горючих материалов.

Возникает вопрос о приоритетной форме представления справочных материалов, однако опрос выпускников Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы (СПБУ ГПС) МЧС России, занимающихся нормативно-технической работой, не позволил сделать однозначный вывод (43 % предпочли виртуальную форму, 57 % – традиционную, то есть бумажную), однако определилась необходимость систематизированной информации, которая бы содержала:

– основные понятия и определения, на которых базируются теплофизические расчеты;

– наиболее распространенные уравнения технической термодинамики и теплопередачи в пожарном деле;

– алгоритмы и примеры некоторых теплофизических расчетов, а также примеры интерполяции и применения метода наименьших квадратов;

– некоторые физические постоянные (универсальная газовая постоянная, постоянная Больцмана, число Авогадро, коэффициент излучения абсолютно черного тела);

– соотношения между единицами СИ и внесистемными единицами температуры, давления, количества тепла, тепловой производительности.

Кроме того, в [2, 4–6] было доказано, что поиск необходимых расчетных уравнений можно облегчить, если структурировать необходимую информацию в табличную форму. Пример фрагмента такой таблицы представлен ниже.

Таблица. Уравнения изменения состояния газа при перемещениях

Наименование уравнения	Отображение уравнения
Время истечения газа из баллона в критическом режиме	$\tau_1 = \frac{2,303 V_o}{\mu f \psi_{\max} \sqrt{RT_1}} \lg \left(\frac{P_o}{P_{кр}} \right)$
<p>V_o – удельный объем газа в среде; P_o – давление газа в среде; $P_{кр}$ – давление газа в баллоне; f – площадь поперечного сечения сопла; μ – коэффициент расхода сопла; $\psi_{\max}=0,685$; $R=8314$ Дж/(кмольК) – универсальная газовая постоянная; T_1 – абсолютная температура газа в баллоне</p>	

Представленная структура была реализована авторами в виде справочного пособия «Пожарная теплофизика», β -версия которого в формате *.pdf активно использовалась в своей практической деятельности сотрудниками исследовательского центра экспертизы пожаров научно-исследовательского института перспективных исследований и инновационных технологий в области безопасности жизнедеятельности СПБУ ГПС МЧС России, а также курсантами и слушателями специальности «Пожарная безопасность» при выполнении расчетно-графических работ и обработке результатов лабораторных экспериментов по дисциплине «Специальные главы теплотехники».

Однако традиционная, так называемая «бумажная», форма информационного обеспечения проведения теплофизических расчетов при решении задач пожарной

безопасности не решает проблемы оперативного представления необходимых нормативных материалов, в которых фиксируются важные параметры, примерами которых могут служить:

- предельно допустимое количество пожарной нагрузки на одном участке и наибольшая площадь участка ее размещения (локального пожара) в помещениях;
- рекомендуемые значения предельных расстояний в зависимости от величины критической плотности падающих лучистых потоков для пожарной нагрузки, состоящей из твердых горючих и трудногорючих материалов;
- рекомендуемые значения максимально безопасной (допустимой) площади аварийного разлива легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, в том числе ограниченной устройствами против растекания жидкости, в зависимости от массы разлившейся жидкости и расстояния от зеркала жидкости до низа несущих конструкций перекрытия (покрытия).

Эти и некоторые другие параметры лежат в основе проводимых теплофизических расчетов и приводятся в руководящих документах (прежде всего норм пожарной безопасности), содержание которых может изменяться от редакции к редакции. Решение проблемы оперативного представления необходимых справочных материалов лежит в двух плоскостях:

- размещение в глобальной сети INTERNET специального ресурса, отражающего текущее состояние нормативной документации;
- создание виртуальной версии справочного пособия «Пожарная теплофизика», содержание которого можно корректировать при изменении действующих нормативных документов и дополнять при появлении новых.

Один из вариантов реализации оперативной информационной поддержки разработанный сотрудниками исследовательского центра экспертизы пожаров СПбУ ГПС МЧС России, размещен по адресу www.expert.igps.ru и поддерживает, в том числе, вычисления, связанные с реконструкцией процесса возникновения пожара. Портал представляет собой модульную объектно-ориентированную динамическую обучающую среду, однако свободный доступ к ней сотрудникам университета и обучающимся ограничен.

Второй вариант реализован в качестве теплотехнического справочника виртуальной версии справочного пособия «Пожарная теплофизика» и включен в состав интерактивного комплекса информационно-методической поддержки внеаудиторной самостоятельной работы «Термодинамика и теплопередача» [3]. При интеграции справочного пособия информативная составляющая была сохранена, а применяемые гипертекстовые технологии упростили процесс поиска необходимой информации. Иерархическая структура такого теплотехнического справочника представлена на рис. 2, а версия его многооконного интерфейса – на рис. 3.

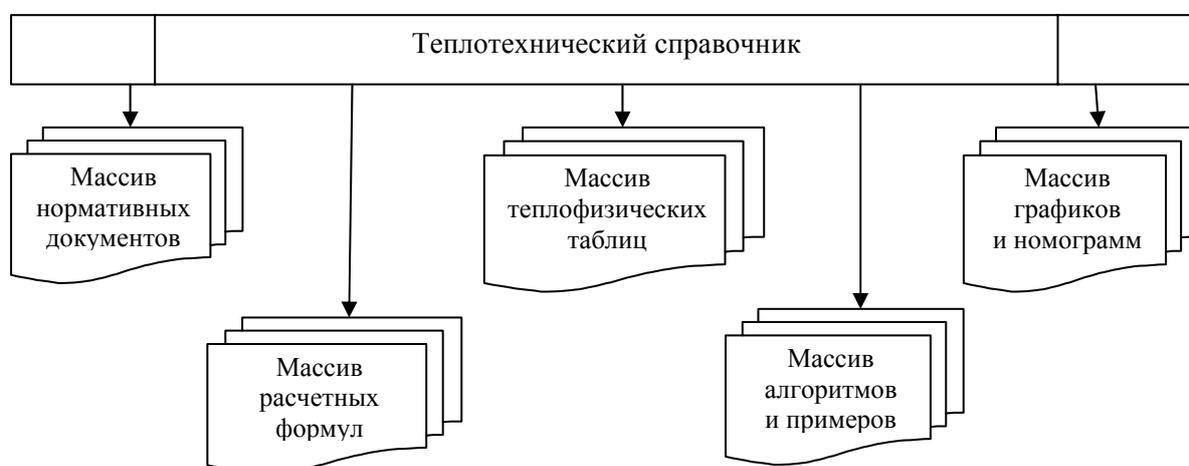


Рис. 2. Иерархическая структура теплотехнического справочника

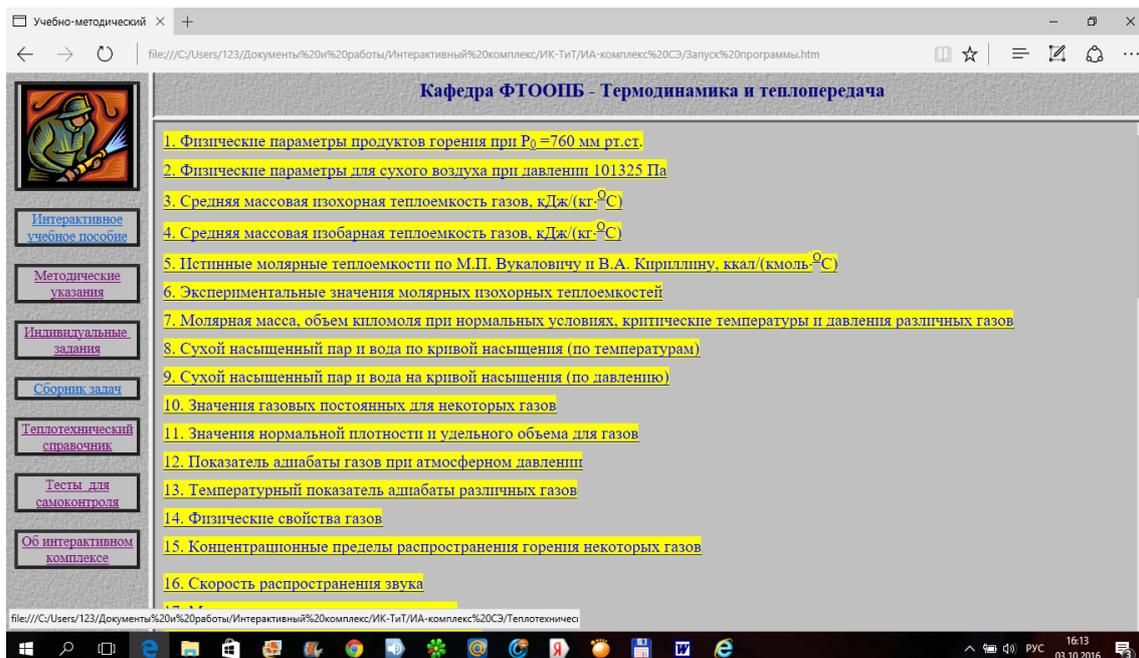


Рис. 3. Пример многооконного интерфейса доступа к массиву теплотехнических таблиц

Отзывы пользователей позволяют сделать следующие выводы:

- структура теплотехнического справочника адекватно отражает их потребности к информационной поддержке процесса теплофизических расчетов при решении задач пожарной безопасности;
- поскольку представленный виртуальный теплотехнический справочник является составной частью интерактивного комплекса информационно-методической поддержки внеаудиторной самостоятельной работы, скорость обращения практических работников к информационным массивам уменьшена из-за многочисленных и объемных опций, непосредственно не относящихся к процессам теплофизических расчетов (собственно теплотехнический справочник занимает 3,6 Мбайт из 140 Мбайт всего объема интерактивного комплекса);
- представляется целесообразным разработка виртуального теплотехнического справочника в виде отдельной страницы и его размещение в глобальной сети INTERNET на условиях свободного доступа.

Литература

1. Application of informative technologies and calculative methods in the forensic normative expertise and in professional education of forensic experts / S.F. Kondratyev [and etc.]: 4th International Scientific Conference on Safety Engineering and 14th International Conference on Fire and Explosion Protection. Republic of Serbia. Novi Sad, 2014. С. 110–118.
2. Марон А.Е., Монахова Л.Ю., Алексеенко И.А. Информационная поддержка системы непрерывного открытого образования взрослых // Образование: ресурсы развития. Вестник ЛОИРО. 2011. № 2. С. 51–55.
3. Кузьмин А.А., Романов Н.Н. О проблемах выбора программного инструментария при формировании оболочки интерактивного комплекса информационно-методической поддержки внеаудиторной самостоятельной работы // Природные и техногенные риски (Физико-математические и прикладные аспекты). 2016. № 4. С. 45–50.
4. Solodov A., Ochkov V. Differential Models. An Introduction with Mathcad. Springer-Verlag, 2004.
5. Dash L., Chatterji B.N. Adaptive contrast enhancement and de-enhancement // Pattern Recognition. 1992. V. 24. № 4. P. 289–302.

6. Sheremetyeva T.A. Method of representation of remote sensing data that facilitates visual interpretation // Proceedings of the 5th International Conference on Space Optics (ICSO 2004). SP-554. Toulouse. France.