

УДК 614.841.

*С. В. Цвиркун, к. т. н. доц., О. В. Кириченко, д. т. н., с. н. с., Л. В. Маладыка, к. пед. н.,
Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобыля НУГЗ України*

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ПОЖАРНОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Представлено применения информационных технологий как усовершенствование способа обучения специалистов в области пожарной и техногенной безопасности

Ключевые слова: информационные технологии, пожарная безопасность, инженерные расчеты.

Количество пожаров в Украине за последнее десятилетие постоянно увеличивается даже при демографическом сокращении населения и развитии науки и техники, предназначенной для минимизации этого явления. В связи с этим проблема обеспечения пожарной безопасности особенно актуальна в настоящее время, когда Украина постепенно интегрируется в общеевропейское сообщество и рассматривает углубление интеграционных процессов на континенте, как необходимую предпосылку создания системы глобальной безопасности. Данная система должна способствовать активизации процессов реформирования украинского общества и предоставлять четкие ориентиры для достижения определенных европейских стандартов во всех важнейших общественных сферах.

Для обеспечения пожарной безопасности объекта невозможно обойтись без проведения системного анализа. Системный анализ позволяет определять особенности объектов, на которых необходимо оценивать состояние пожарной безопасности; помогает сформулировать критерии оценки обеспечения пожарной безопасности и основные функциональные задачи, которые должна выполнять управляющая система. Он включает в себя вычислительные эксперименты по моделированию различных сценариев развития пожара, дает возможность воспроизведения различных рассчитанных сценариев возгорания, обеспечивает эффективную реализацию системы и удобный пользовательский интерфейс за счет корректного выбора и организации программных и технических средств, помогает осуществлять обучение и контроль знаний по пожарной безопасности персонала и посетителей объекта и т.д. При этом важные решения по обеспечению безопасности можно принять лишь при соответствующей подготовке специалистов в данном направлении.

В данной статье будет кратко рассмотрено усовершенствование обучения специалистов пожарной и техногенной безопасности кафедрой пожарно-профилактической работы на основе применения информационных технологий.

В период обучения может возникнуть необходимость проведения следующих инженерных расчетов:

1. физико-химических;
2. теплофизических;
3. гидроаэродинамических;
4. математического моделирования процессов, происходящих при пожаре и др.

Физико-химические расчеты.

Основными видами физико-химических расчетов являются:

- расчет концентрации газов в помещении;
- расчет максимального давления взрыва газо- и паровоздушных смесей;
- расчет концентрации газа в помещении при испарении;
- расчет площади растекания нефтепродуктов;
- расчет максимальной скорости нарастания давления взрыва;

- расчет температуры вспышки жидкостей;
- расчет температуры воспламенения жидкостей;
- расчет температурных пределов распространения пламени.

Большинство приведенных выше расчетов используется при определении категории помещения и здания по взрывопожарной и пожарной опасности, а также при определении величины пожарного риска в производственных зданиях (рис.1). Также они используются при оценке пожарной опасности веществ и материалов, когда натурные испытания провести невозможно (например, после пожара).

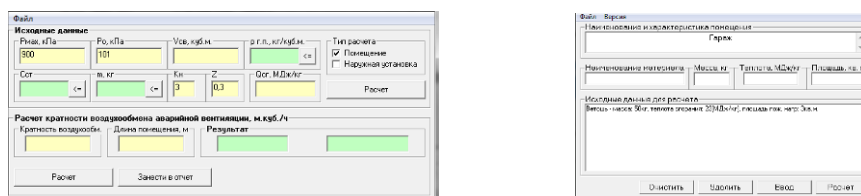


Рисунок 1 - Расчет пожарной нагрузки.

Для физико-химических расчетов может быть рекомендованы программные комплексы Mathcad [8], Excel.

Теплофизические расчеты.

В процессе проведения теплофизических расчетов рассматриваются процессы сопряженного теплообмена. Данные расчеты могут применяться для решения следующих задач:

- определения огнестойкости строительных конструкций;
- построения поля температур при прогреве ограждающих конструкций;
- определения возможности воспламенения горючих материалов от различных источников зажигания (от пламени, искры и т.д.);
- расчет динамики пожара в заданных условиях.

Пример расчетов определения предела огнестойкости пустотной плиты перекрытия (рис.2) [4].

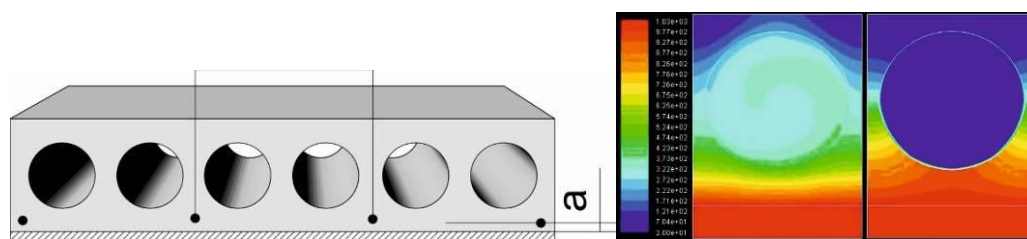


Рисунок 2 - Фрагмент исследуемой плиты перекрытия и температурные поля прогрева при испытании.

Для теплофизических расчетов может быть рекомендована универсальная программная система конечно-элементного анализа ANSYS [7], а также программное средство для выполнения на компьютере разнообразных математических и технических расчетов Mathcad [8].

Гидроаэродинамические расчеты.

Основными видами гидроаэродинамических расчетов являются:

- гидравлический расчет трубопроводов, струй;
- расчеты основных параметров противодымной вентиляции.

В качестве примеров представлено моделирование противодымной защиты [1]. Объект моделирования - номер в высотной гостинице с типовой для гостиницы пожарной нагрузкой (рис.3).

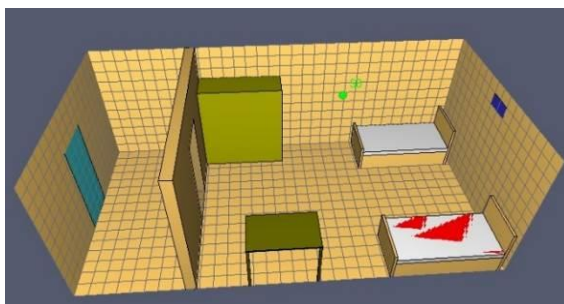


Рисунок 3 - Модель номера в высотной гостинице.

Моделированием определено время достижения критического уровня воздействия опасных факторов пожара при нефункционирующих системах противодымной защиты и пожаротушения (рис.4, а), при работе системы дымоудаления (рис.4, б) и пожаротушения (рис.5), а также определено рациональное размещение клапана системы дымоудаления в помещении.

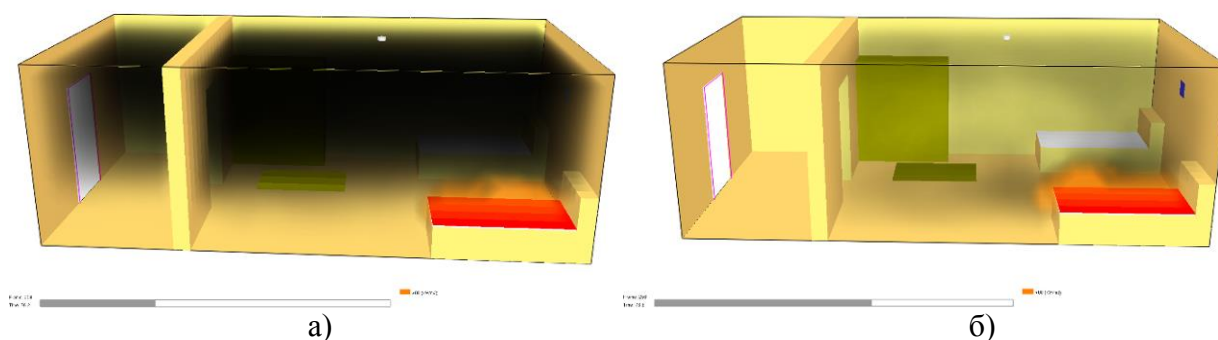


Рисунок 4 - Модель помещения без (а) и с системой (б) противодымной защиты (76 с от начала пожара).

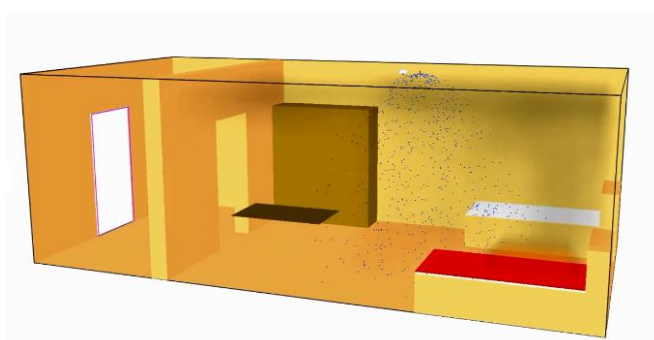


Рисунок 5 - Модель помещения с работающей системой пожаротушения.

Один из видов противодымной защиты — это создание избыточного давления в защищаемом объеме. Модель (рис.6) фрагмента 16-ти этажного жилого здания с лестничной клеткой типа Н2 [2].

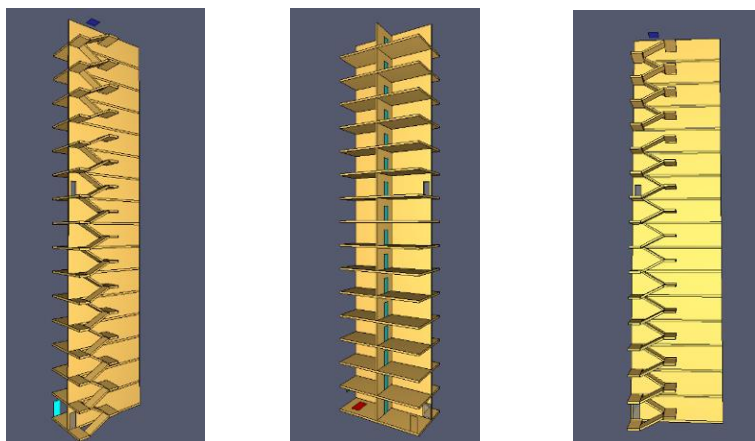


Рисунок 6 - Модель лестничной клетки Н2.

Выполнено численное моделирование противодымной защиты 16-ти этажного здания с лестничной клеткой Н2. Рассчитанные параметры насоса обеспечивают давление на уровне 1 этажа в 20 Па (рис.7). При этом давление на последнем этаже не превышает 150 Па, что дает возможность обойтись без расчески.

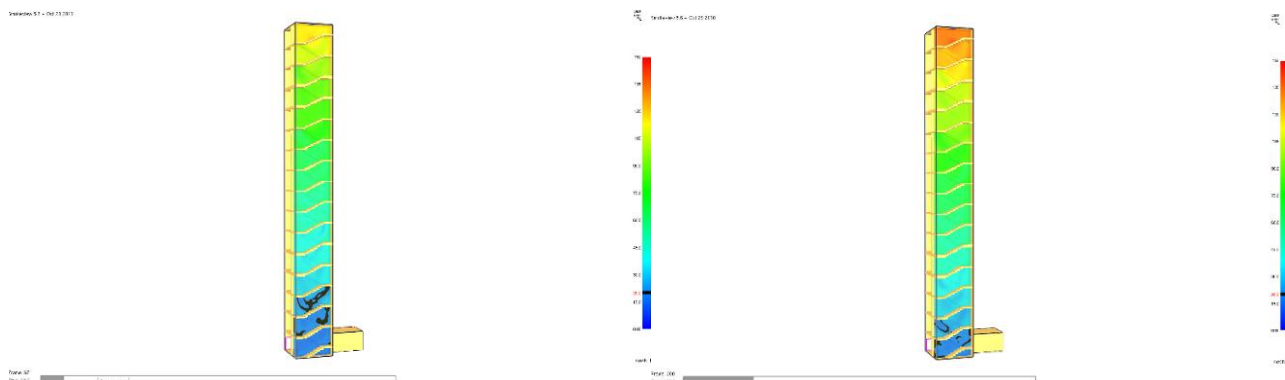


Рисунок 7 - Поля давлений в лестничной клетке Н2 на 60 и 180 секундах (черная зона – зона давления 20 Па).

Для гидроаэродинамических расчетов может быть рекомендованы универсальная программные комплексы FlowVision [9], FDS [5].

Математическое моделирование процессов, происходящих при пожаре.

Появление мощных и доступных вычислительных систем, расширение познаний в области физики и химии процессов, происходящих при горении, создание эффективных методов расчета турбулентной аэродинамики, сложного теплообмена и химического реагирования сделали возможным проведение моделирования процессов, происходящих при пожарах, с достаточной для практической деятельности точностью.

Основные виды расчетов:

- прогнозирование развития пожара;
- прогнозирования динамики распространения опасных факторов пожара;
- расчет времени эвакуации;
- расчет величины пожарного риска.

Наибольший интерес для расчета опасных факторов пожара представляет дифференциальное моделирование, более точно и подробно описывающее развитие пожара. В этом случае используются фундаментальные законы сохранения количества движения, энергии и массы, записанные для элементарных объемов, на которые разбивается рассматриваемая область пространства. Дифференциальные модели называются также **полевыми**, или CFD-моделями (Computational Fluid Dynamics). Основу

дифференциального метода моделирования пожаров составляют математические модели, учитывающие процессы конвективного и радиационного теплопереноса, процессы горения в газовой фазе и другие. Эти модели разработаны на основе системы полных нестационарных уравнений Навье-Стокса, уравнений сохранения энергии и диффузии для реагирующих компонентов.

Для расчета параметров пожара полевым методом рекомендуется использование пакета прикладных программ FDS [5]. Smokeview - сопутствующая программа, которая отображает выходные файлы FDS в графическом формате.

В качестве примера представлено моделирование нескольких сценариев пожара в учебном заведении (рис.8) [3]. Один из сценариев возможного пожара в клубе, второй в гардеробной были выбраны как наиболее из худших вариантов развития пожара (рис.9).

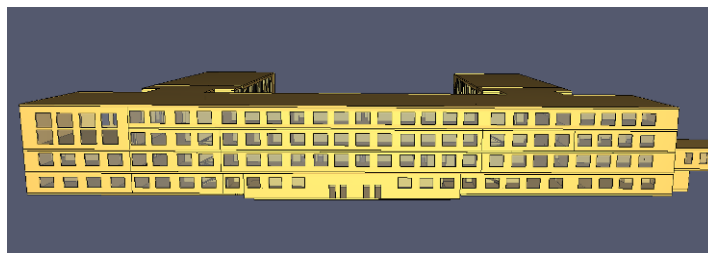


Рисунок 8 - Модель учебного заведения.

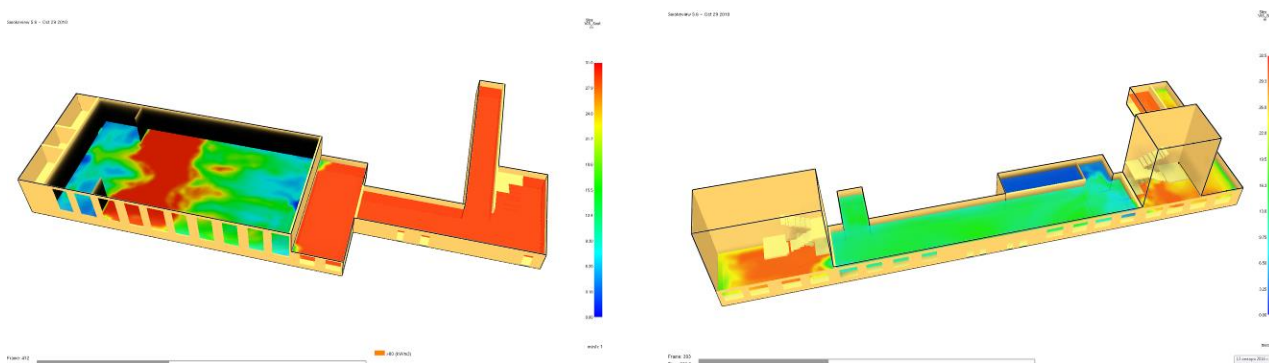


Рисунок 9 - Поля видимости при условном пожаре в клубе и гардеробе.

Pathfinder - программа для моделирования эвакуации в чрезвычайных ситуациях, включает в себя пользовательской графической интерфейс для создания модели и модуль для просмотра анимированных трехмерных результатов [6]. Pathfinder позволяет выполнить расчет времени эвакуации и времени существования скоплений по индивидуально-поточной модели движения (рис.10).

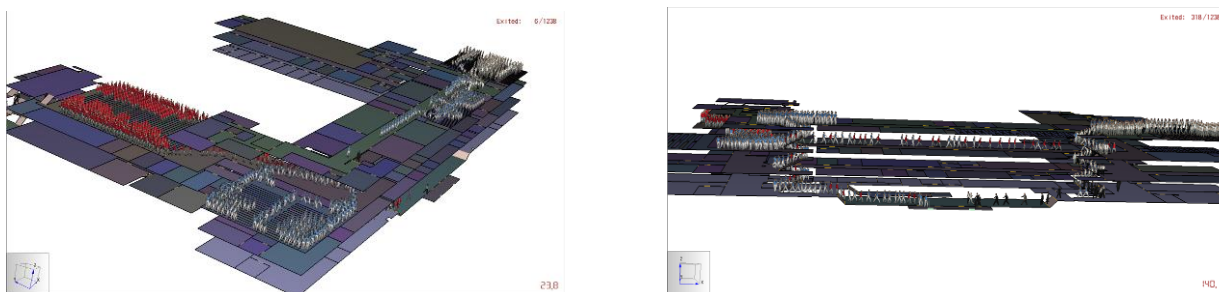


Рисунок 10 - Моделирование эвакуации с учебного заведения.

Визуализация объектов.

Интерактивное 3D-приложение позволяет визуализировать результаты моделирования. Виртуальный тур или интерактивное 3D-приложение — программный

продукт, позволяющий осуществлять визуализацию, навигацию, взаимодействие с 3D-моделью.

Интерактивное 3D-приложение позволяет организовать тренинги для удаленных или опасных производств. Имея 3D-модель нефтебазы или энергоблока АЭС (рис.11), нет необходимости выезжать на объект для проведения обучения: провести подготовку можно и в аудитории, обучаемый не только получит возможность виртуально исследовать объект, но и вместе с инструктором проиграть различные сценарии развития ситуации.

Использование интерактивных 3D-приложений повышает уровень пожарной и техногенной безопасности, особенно на опасных производственных объектах. 3D приложение позволяет не только смоделировать развитие аварийной ситуации, но и визуализировать процесс развития, оценить возможные последствия. При этом для повышения эффективности пользователь может наблюдать над процессом как со стороны, так и находясь внутри виртуального объекта (рис.12).

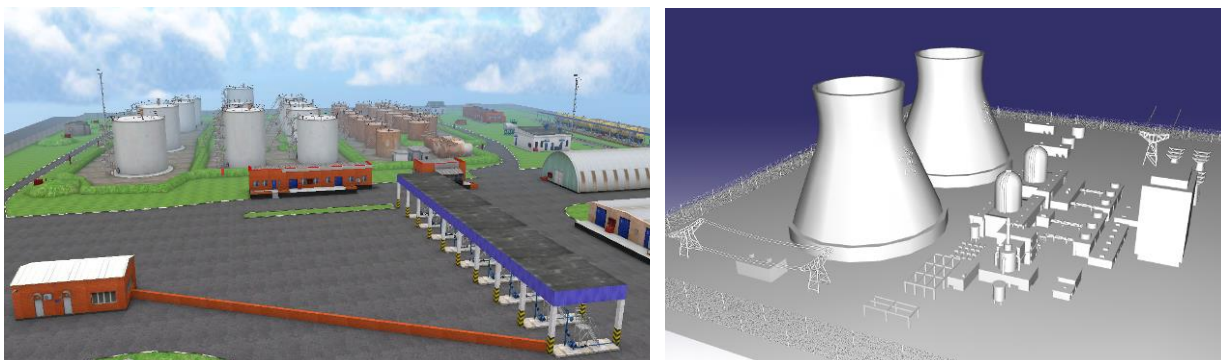


Рисунок 11 - Модели нефтебазы и энергоблока АЭС.



Рисунок 12 - Модель помещения производственного предприятия.

Кафедра пожарно-профилактической работы проводит обучение специалистов по расследованию пожаров информационным технологиям и применению расчетных методов при расследовании пожаров; проведение исследований и обучения специалистов в области экспертизы пожарной безопасности; оценка соответствия зданий, сооружений и проектной документации требованиям действующих нормативных документов по пожарной безопасности, в том числе подготовка технического заключения по результатам оценки; расчет динамики пожара в современных компьютерных программах с использованием полевого моделирования; проведение консультаций по делам о пожарах, анализ и экспертная оценка нормативных и технических документов. Занятия проводятся с использованием современных интерактивных средств обучения (рис.13).



Рисунок 13 - Проведение занятий с использованием интерактивных средств.

Исходя из вышеизложенного, а также учитывая процессы интеграции и перехода к европейским стандартам и методикам расчета, предлагается внедрить в учебные заведения структуры ГСЧС современные программные и тренировочные комплексы, позволяющие повысить уровень подготовки специалистов пожарной и техногенной безопасности.

Вывод. Применение информационных технологий при подготовке специалистов пожарной и техногенной безопасности позволяет повысить научный уровень, достоверность, доказательное значение и наглядность результатов экспертных исследований и, в целом, добиться качественно нового уровня поддержки обеспечения пожарной безопасности на объектах разных форм собственности и видов деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цвиркун С.В. Обеспечение безопасной эвакуации людей при пожаре в помещении гостиницы высотой более 26,5 м // Пожежна безпека: теорія і практика. – 2013. – №15. – С. 142-146.
2. Цвиркун С.В., Березовський А.И. Мельник В.П. Моделирование незадымляемых лестничных клеток программно-вычислительным комплексом fire dynamics simulator (FDS). // Науковий вісник будівництва; вип. №1 (79). – Харків : ХНУБА, 2015. – С. 214–219.
3. Цвиркун С.В., Джулай А.Н. Проведение учений по эвакуации в академии пожарной безопасности имени Героев Чернобыля // Материалы 2-й международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов "Проблемы техносферной безопасности - 2013". Москва. – С. 81–82.
4. Ковалев А.И. Усовершенствование метода оценки огнезащитной способности покрытий железобетонных перекрытий: дисс..... кандидата техн. наук : 21.06.02 / Ковалев Андрей Иванович. – К., 2012. – 163 с.
5. Fire Dynamics Simulator [Электронный ресурс] <http://fds.sitis.ru/>
6. Agent Based Evacuation Simulation Advanced movement simulation combined with high-quality 3-D animated results, gives you reliable answers quickly [Электронный ресурс] <http://www.thunderheadeng.com/pathfinder/>
7. Ansys [Электронный ресурс] <http://www.ansys.com/>
8. Mathcad [Электронный ресурс] <http://www.ptc.com/engineering-math-software/mathcad>.
9. FlowVision [Электронный ресурс] <https://fv-tech.com>.