

*Д.В. Тараканов<sup>1</sup>, И.Ф. Саттаров<sup>2</sup>*  
(<sup>1</sup>Академия ГПС МЧС России, <sup>2</sup>ОАО ПТС; e-mail: den-pgs@rambler.ru)

## **КОМПЬЮТЕРНАЯ МОДЕЛЬ ЛИКВИДАЦИИ ПОЖАРОВ ДЛЯ ТАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ПОЖАРНЫХ**

*Разработана компьютерная математическая модель действий пожарных при тушении пожаров. Модель предназначена для тактической подготовки пожарных.*

*Ключевые слова: модель тушения пожаров, подготовка пожарных.*

*D.V. Tarakanov, I.F. Sattarov*

## **COMPUTER MODEL OF FIRE SUPPRESSION FOR TACTICAL TRAINING OF FIREFIGHTERS**

*A computer mathematical model of action of firefighters to extinguish fires was developed. The model is designed for tactical training of firefighters.*

*Key words: simulation of fire extinguishing, training firefighters.*

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 27 октября 2014 г.

### **Введение**

Одной из важных составляющих тактической подготовки пожарных является решение *пожарно-тактических задач (ПТЗ)* классно-групповым методом. При решении ПТЗ особое внимание уделяется вопросам визуализации результатов расчётов для повышения степени усвоения изучаемого материала.

Развитие компьютерных технологий позволяет совершенствовать существующие формы тактической подготовки пожарных, используя компьютерные математические модели для решения ПТЗ [1-3]. Стоит отметить, что решение ПТЗ с использованием компьютерных моделей должно отвечать устоявшейся концепции, которая определяется следующими основными требованиями:

- решение задачи должно осуществляться в режиме реального времени с возможностью ускорения повторяющихся процессов;

- результаты решения ПТЗ должны отображаться в виде совмещенных графиков параметров развития и тушения пожаров;

- визуализация результатов использования сил и средств пожарных подразделений должны отображаться в виде схем, оформленных в соответствии с существующими требованиями;

- должна вестись стенограмма реализации действий по тушению пожаров.

Общеизвестно, что невозможно учесть все аспекты действий по тушению пожаров, поэтому моделируются лишь конкретные задачи пожаротушения, содержание и последовательность решения которых должны соответствовать общепринятой методике тушения пожаров.

Всё вышеперечисленное является побудительным мотивом для разработки алгоритма действий по тушению пожаров и его компьютерной реализации – математической компьютерной модели, на примере нефтебазы.

## 1. Компьютерная модель действий по тушению пожаров

Компьютерная модель представляет собой отлаженную компьютерную программу действий сил и средств пожарных подразделений по тушению пожаров в соответствии с конкретными командами на пожаре.

Для возможности моделирования действий по тушению пожаров предлагается в качестве информационной основы использовать *сетевую модель*. В этом случае пользователю модели предоставляется возможность вести действия по тушению пожаров как последовательно, так и параллельно с учётом сложившейся обстановки на "виртуальном" пожаре. Сетевая модель позволяет наилучшим образом отразить процессы ликвидации пожаров. В основе сетевой модели заложен принцип манипуляции над объектами, реализуемый путём использования следующих *категорий модели*: ожидание, работа, событие и путь.

Под ожиданием понимается процесс, в котором над объектом не происходит никаких манипуляций. Данный процесс характеризуется временем, за которое пользователь не обращается к объекту модели.

*Ожидание* в компьютерной модели – это время от появления объекта до начала манипуляции над ним. В модели ожидание определяется временем от прибытия сил и средств до отдачи им команды.

*Работа* – это процесс, происходящий после начала манипуляции над объектом. Работа характеризуется временем реализации при заданном количестве ресурсов. Работой в компьютерной модели является развертывание сил и средств с целью подачи огнетушащих веществ.

*Событие* – этап моделирования, отражающий завершение одной или нескольких работ по ликвидации пожара. Событием также является завершение ожидания, то есть момент времени, когда пользователь начинает совершать манипуляции с объектом в компьютерной модели.

*Путь* – комплекс взаимосвязанных работ, ожиданий и событий. Путь по своей сути отражает полное использование объекта модели в процессе моделирования.

Рис. 1 иллюстрирует манипуляцию с одним объектом. Примером такой манипуляции может служить процесс подачи огнетушащих веществ от автоцистерны.

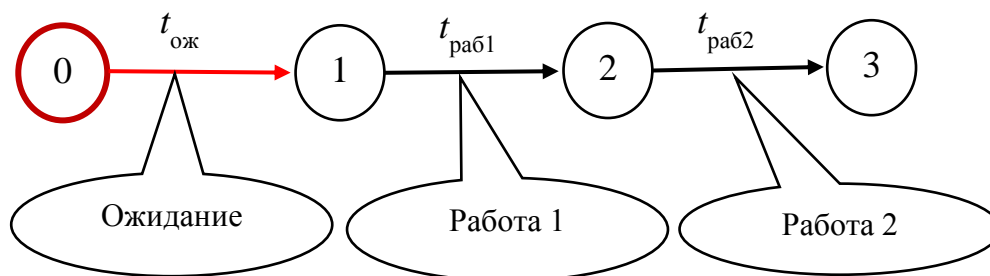


Рис. 1. Принципиальная схема манипуляции с одним объектом:

$t_{ож}$  – время "ожидания", мин;  $t_{раб}$  – время, затрачиваемое на выполнения работы, мин

В этом случае событие "0" означает прибытие автоцистерны к месту пожара. Ожидание – время, необходимое для принятия решения пользователем о месте установки автоцистерны на водоисточник.

Событие "1" определяет момент указания пользователем конкретного водоисточника, на который необходимо установить автоцистерну, и выбор позиции для установки "разветвления". Работа "1" – предварительное развёртывание сил и средств, включая установку автоцистерны на водоисточник и прокладку магистральной рукавной линии до позиции размещения разветвления.

Событие "2" – завершение работы "1" и указание места расположения ствольщиков. Работа "2" – полное развёртывание сил и средств с подачей огнетушащих веществ, включая прокладку рабочей рукавной линии.

Событие "3" – подача огнетушащих веществ с позиции ствольщика.

Данный случай иллюстрирует схему манипуляции над объектом компьютерной модели для последовательного ведения действий по тушению пожара.

Рис. 2 иллюстрирует процесс развёртывания с учётом подачи огнетушащих веществ с использованием автоцистерны и автолестницы. Логика развёртывания сил и средств аналогична случаю использования автоцистерны с учётом манипуляций над автолестницей. Данный случай характеризует параллельное ведение действий по тушению пожара.

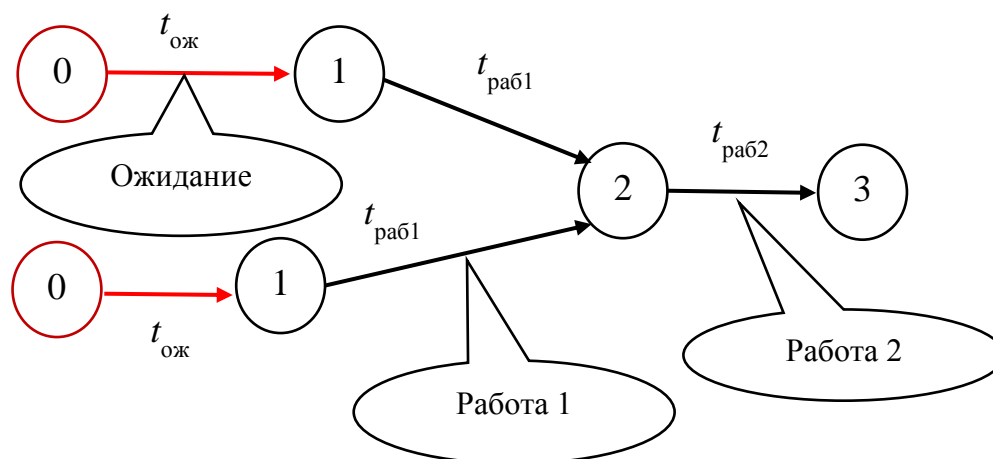
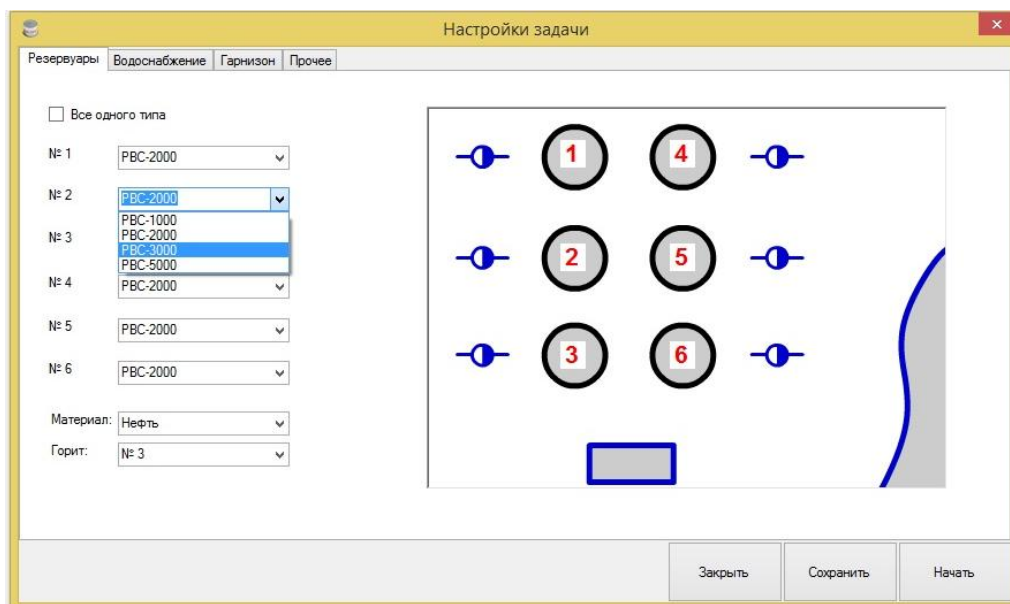


Рис. 2. Принципиальная схема манипуляции с несколькими объектами

Путь определяет совокупное взаимодействие всех объектов компьютерной модели, поэтому продолжительность любого пути равна сумме времён, затраченных на составляющие его работы и ожидания.

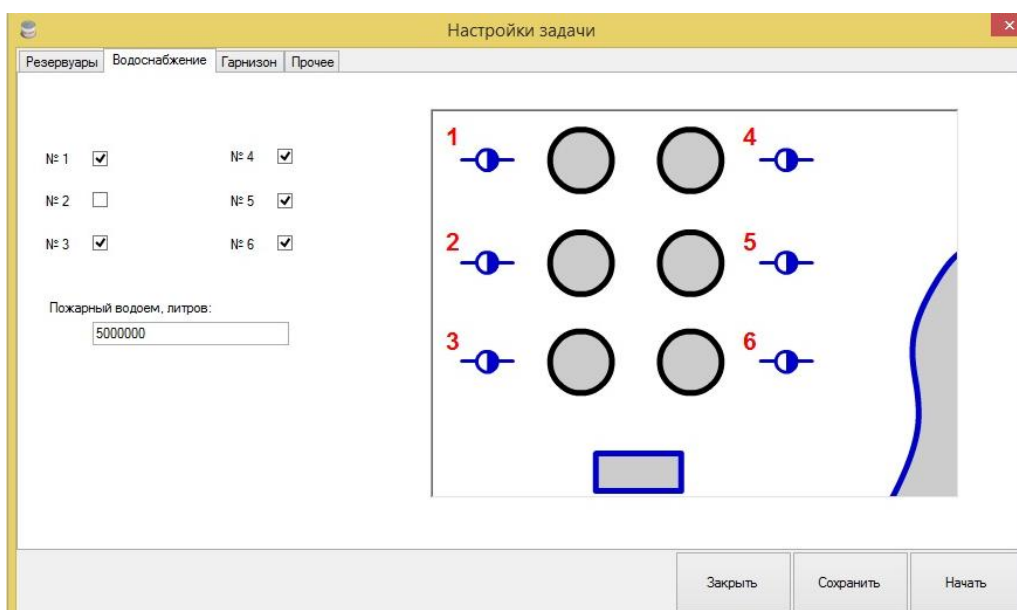
## 2. Иллюстрация работы компьютерной модели

На основании условий решения ПТЗ на объектах хранения нефтепродуктов, опубликованных в [4-6], с учётом приведённой выше модели авторами разработана программа [7]. Перед началом решения ПТЗ пользователю необходимо указать значения необходимых для расчёта параметров: ёмкостей резервуаров, вида хранящегося нефтепродукта. Для этого пользователь должен заполнить стандартную форму на вкладке "Резервуары" (рис. 3).



**Рис. 3.** Иллюстрация вкладки "Резервуары"

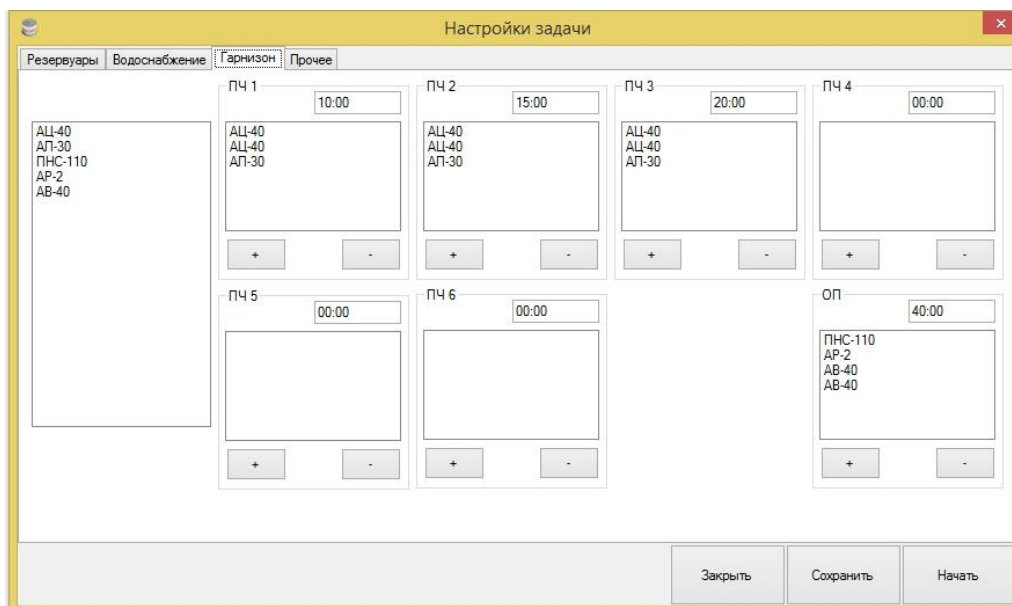
Затем пользователю необходимо указать параметры противопожарного водоснабжения, заполняя при этом стандартную форму во вкладке "Водоснабжение" (рис. 4).



**Рис. 4.** Иллюстрация вкладки "Водоснабжение"

Перед началом моделирования пользователю предлагается, провести необходимые предварительные расчёты и указать необходимый ассортимент сил и средств гарнизона пожарной охраны, разделив его по пожарным частям с указанием времени прибытия каждого пожарного подразделения.

В модели это реализуется во вкладке "Гарнизон" (рис. 5).



**Рис. 5.** Иллюстрация вкладки "Гарнизон"

После выполнения вышеперечисленных операций пользователю необходимо сохранить условие задачи в виде файла базы данных для возможности его повторного использования. После этого пользователь может приступить к моделированию. Далее модель иллюстрирует обстановку на месте пожара.



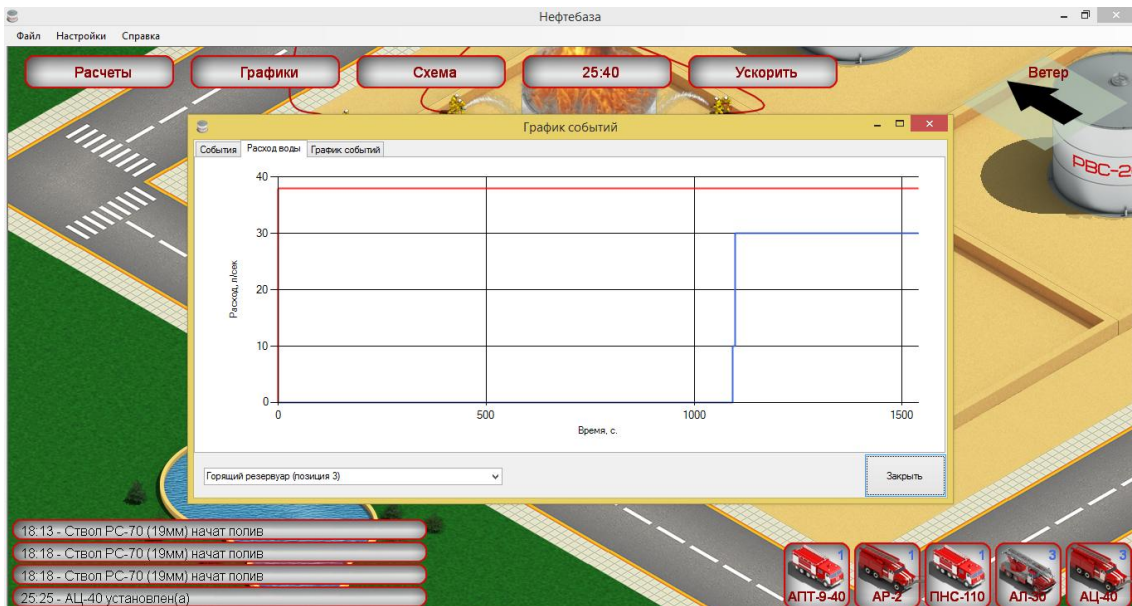
**Рис. 6.** Иллюстрация обстановки на месте пожара

По прибытии к месту пожара сил и средств пожарных подразделений, пользователь приступает к манипуляции над ними в режиме реального времени. Для этого в модели используется концепция, изложенная при обсуждении сетевой модели реализации действий по тушению пожаров. На рис. 7 показан результат манипуляции над объектами модели.



**Рис. 7.** Иллюстрация схем подачи огнетушащих веществ

В процессе манипуляции над объектами модели пользователь может ознакомиться с совмещёнными графиками параметров развития и тушения пожаров, что является необходимым условием для качественного принятия решений о достаточности введенных сил и средств при решении задачи пожаротушения (рис. 8).



**Рис. 8.** Иллюстрация совмещенного графика параметров тушения пожара

Для повышения удобства использования модели при обучении в ней предусмотрена вкладка "Теоретический блок", реализующая вычисление всех необходимых для принятия решений параметров с указанием методики расчёта (рис. 9).

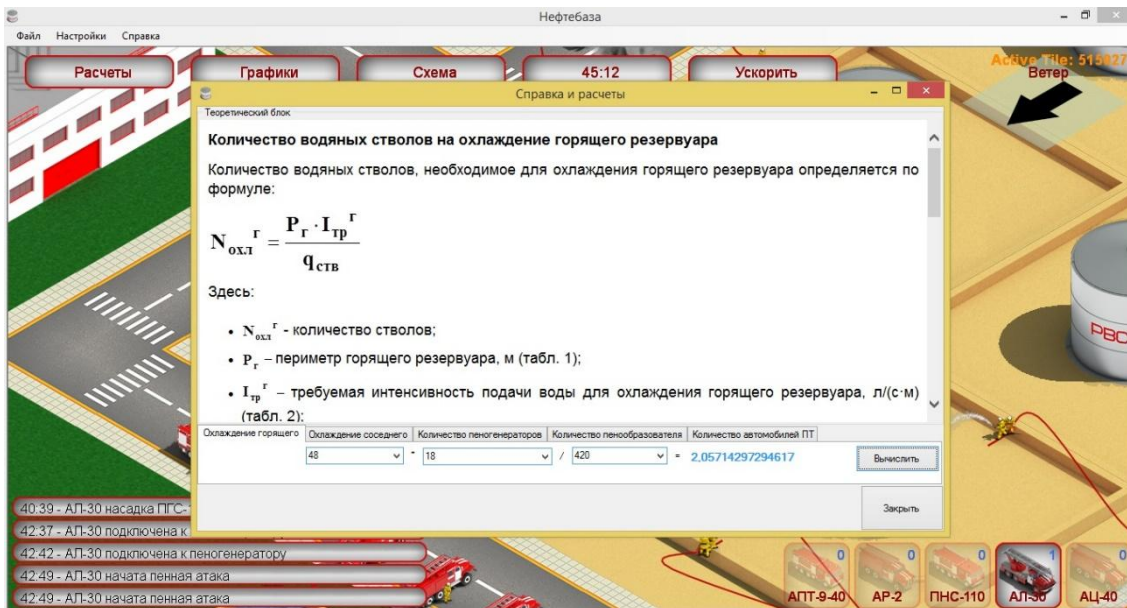


Рис. 9. Иллюстрация вкладки "Теоретический блок"

После того, как пользователь выполнит все необходимые манипуляции над объектами компьютерной модели, ему предоставляется отчёт результатов моделирования (рис. 10).

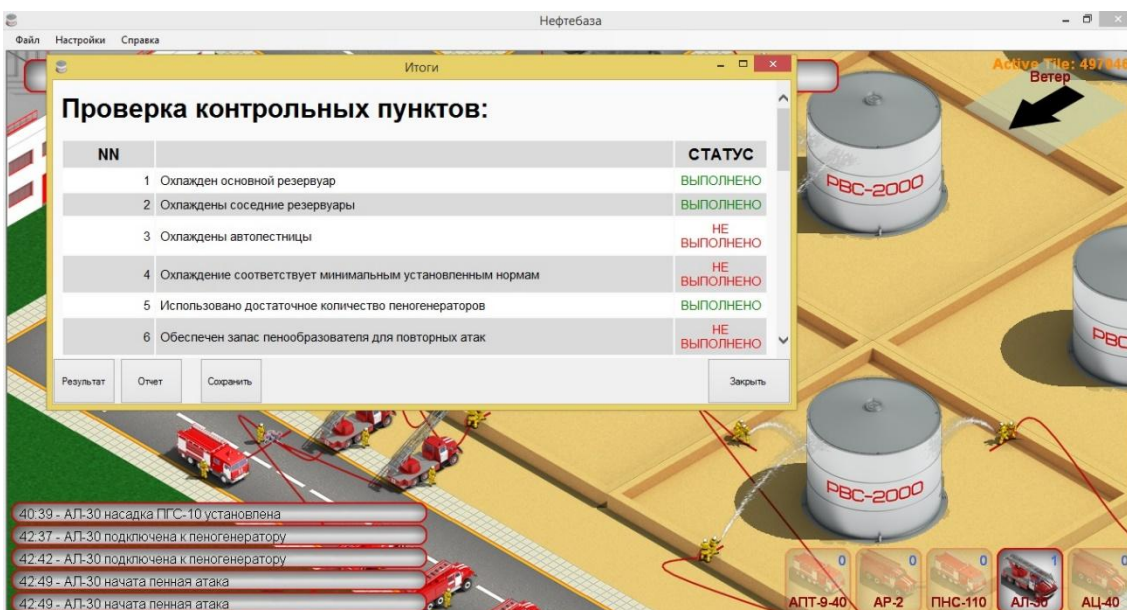
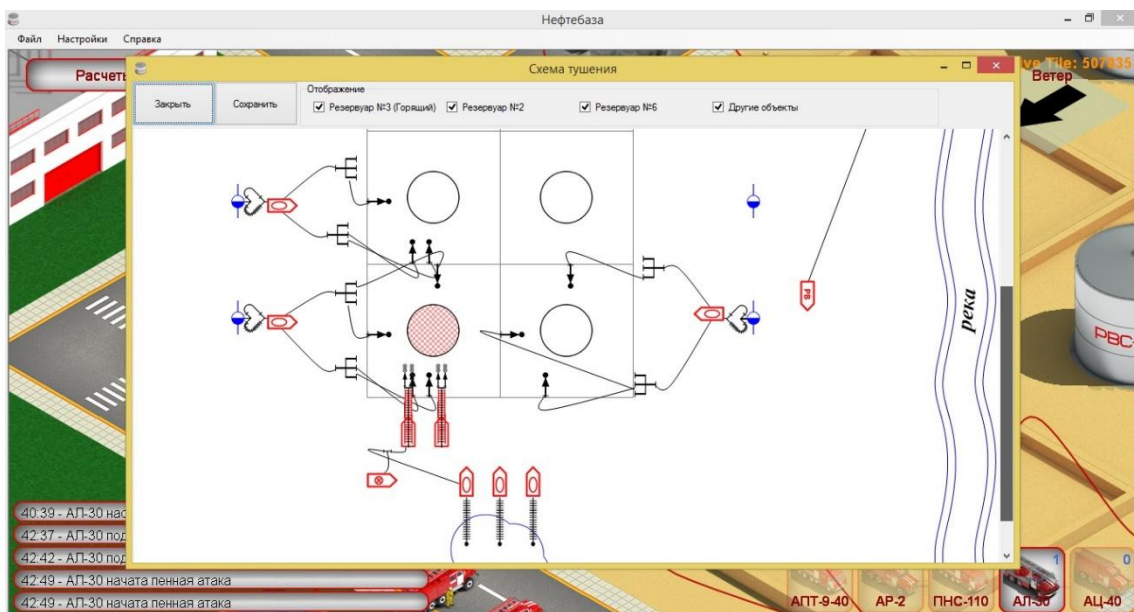


Рис. 10. Иллюстрация вкладки "Итоги"

Для сохранения результатов моделирования, в соответствии с общепринятыми требованиями к решению ПТЗ, предлагается сформировать схемы расстановки сил и средств, на которых отображаются результаты решения задач пожаротушения. Поэтому пользователь может сохранить как всю схему расстановки сил и средств, так и отдельные её фрагменты, иллюстрирующие взаимодействие объектов модели, объединенных конкретной задачей пожаротушения, например, задачи охлаждения горящего резервуара (рис. 11).



**Рис. 11.** Иллюстрация схемы тушения

### **Заключение**

Развитие форм тактической подготовки пожарных при решении ПТЗ реализуется путём внедрения в учебный процесс компьютерной математической модели действий по тушению пожаров на объектах и в населённых пунктах. Это обуславливается, в первую очередь, тем, что при разработке и решении ПТЗ важной составляющей является многовариантность заданий, а также большой объём вычислений, требующих на реализацию больших затрат времени, которое, без урона для качества подготовки, можно было бы направить на решение других вопросов. Поэтому практическое применение компьютерной математической модели ликвидации пожаров на нефтебазе позволит существенно улучшить процесс подготовки пожарных.

Применение компьютерной модели при тактической подготовке пожарных определяет ряд его преимуществ, в сравнении с существующими формами тактической подготовки:

- простота использования модели;
- использование в модели методик тактических расчётов, соответствующих общепринятым принципам ведения действий по тушению пожаров;
- невысокие системные требования к модели позволяют реализовать её на персональном компьютере.

Разработанная компьютерная модель может быть использована для моделирования действий по тушению пожаров и на других объектах. Дальнейшая апробация модели в учебном процессе позволит определить пути её совершенствования.



## Литература

1. **Теребнев В.В., Богданов А.В., Семенов А.О., Тараканов Д.В.** Принятие решений при управлении силами и средствами на пожаре: учебное пособие. Екатеринбург: изд-во "Калан". 100 с.
2. **Теребнев В.В., Семенов А.О., Тараканов Д.В.** Теоретические основы принятия решений при управлении силами и средствами на пожаре // Пожаровзрывобезопасность. 2012. № 9. С. 51-57.
3. **Теребнев В.В., Семенов А.О., Смирнов В.А., Тараканов Д.В.** Анализ и поддержка решений при тушении пожаров // Пожаровзрывобезопасность. 2010. № 5. С. 10-17.
4. **Руководство** по тушению пожаров нефти и нефтепродуктов в резервуарах и резервуарных парках. М.: ГУГПС, ВНИИПО МВД России, 1999. 86 с.
5. **Наумов А.В., Самохвалов Ю.П., Семенов А.О.** Сборник задач по основам тактики тушения пожаров: учебное пособие. Иваново: ИВИ ГПС МЧС России, 2008. 185 с.
6. **Теребнев В.В., Артемьев Н.С., Подгрушный А.В., Тараканов Д.В.** Пожаротушение на объектах добычи, переработки и хранения горючих жидкостей и газов. Екатеринбург: изд-во "Калан", 2009. 244 с.
7. **Саттаров И.Ф., Тараканов Д.В.** Виртуальный тактический симулятор ликвидации пожаров на нефтебазе. Свидетельство об официальной регистрации в Реестре программ для ЭВМ № 2014615224 от 21 мая 2014 г. (Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам).
8. **Теребнев В.В., Грачев В.А., Тараканов Д.В.** Методика принятия управленческих решений при тушении пожара в условиях многокритериальности // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2009. № 4. С. 35-43.