

**УДК 614.72; 622**

Кравченко М.В., к.ф-м.н, доцент

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

Кравченко Н.М., к.т.н., старший научный сотрудник,

Пашковский П.С., д.т.н, профессор

НИИ горноспасательного дела «Респиратор»

г.Донецк

## **РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЕ «ВЕНТИЛЯЦИЯ ШАХТ»**

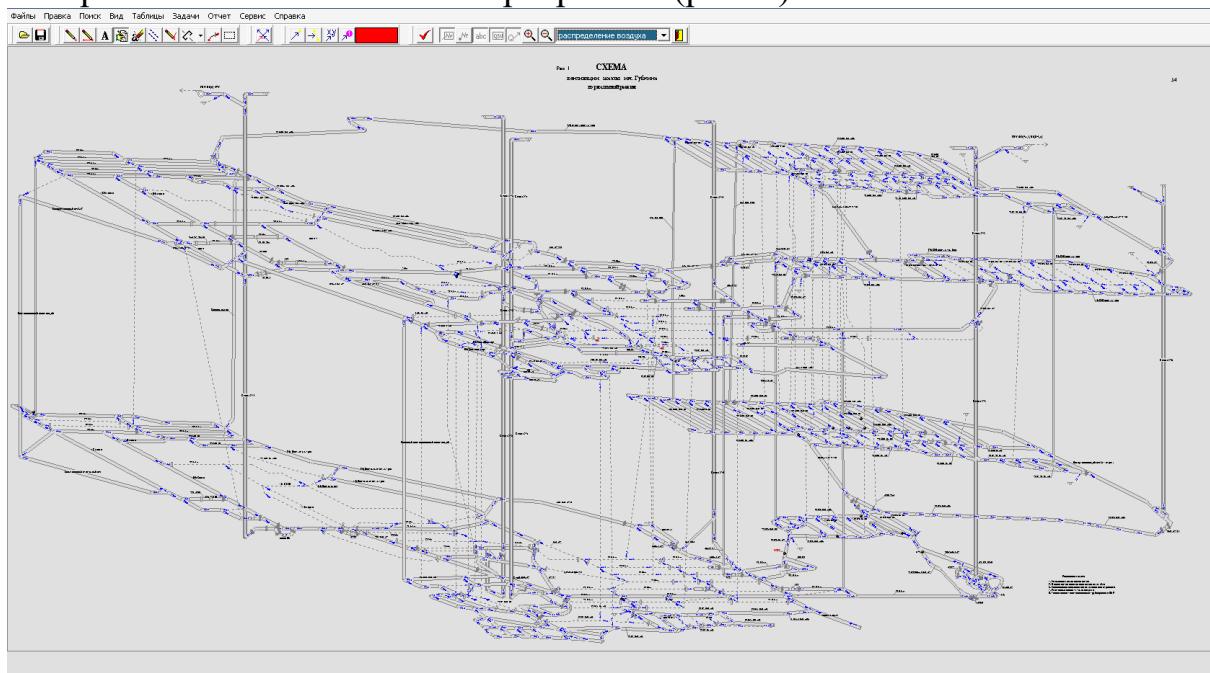
Техносферная безопасность подземных промышленных объектов: рудников, шахт, метрополитенов и др. определяется, в первую очередь, возможностью обеспечить их устойчивое проветривание и поддержание допустимых и комфортных микроклиматических условий для находящихся там людей. Непосредственно от выбора вентиляционного режима в ходе ликвидации аварии зависит жизнь лиц (рабочих, пассажиров и спасателей), находящихся под землей.

При проектировании подобных предприятий и их эксплуатации необходимо решать комплекс сложных задач, заранее оценивать и прогнозировать последствия возможных аварий и принимаемых решений. Для проектирования подземных предприятий и оптимального управления их проветриванием в нормальных и аварийных условиях нами разработан комплекс программ «Вентиляция шахт» [1, 2]. Цель – создание адекватной модели вентиляционной сети подземного объекта и решение путем математического моделирования основных задач обеспечения его техносферной безопасности:

- проектирования вентиляционных сетей;
- предупреждения аварийных ситуаций, создания комфортных и допустимых условий для людей;
- анализа потенциально опасных ситуаций, разработки планов ликвидации аварий и эвакуации людей, расчета аварийных вентиляционных режимов.

В комплексе «Вентиляция шахт», предназначенном для ПЭВМ с операционными системами Windows, реализованы многочисленные процедуры для работы с изображениями схем проветривания шахт. Разработан оригинальный графический редактор для задач рудничной вентиляции. С его помощью вводится исходная информация, непосредственно на схеме выполняются последующие корректировки. Для большей наглядности на схеме вентиляции отображаются результаты решения сетевых

задач. Схема вентиляции шахты (рудника) или фрагмент схемы постоянно отображается в главном окне программы (рис. 1).



**Рис. 1. Схема вентиляции шахты имени Губкина ОАО «Комбината КМАруд» в главном окне программы**

Перед использованием в задачах подготовленная информация тестируется и исправляется. После создания графического образа объекта и его математической модели можно переходить к решению задач техносферной безопасности. Работа с программой сводится к вводу данных в диалоговые окна на экране, дальнейшим расчетам по заданным алгоритмам и анализу результатов, представленных в графическом и табличном виде.

Базовой задачей является расчет распределения воздуха на рабочих местах в горных выработках сети для нормальных (обычных) условий работы предприятия. Минимальный объем исходной информации для этого расчета: известная топология сети (представлена схемой), аэродинамические сопротивления выработок и параметры источников тяги.

Определенные направление и величина потока воздуха далее используются в решении практических задач.

Основные задачи, которые можно решать с помощью комплекса программ «Вентиляция шахт»:

- расчет воздухораспределения в сети горных выработок;
- проверка обеспеченности объектов проветривания необходимым расходом воздуха в соответствии с нормативными документами, оценка качества вентиляционных сооружений, расчет общешахтного баланса воздуха и генерация соответствующего отчета;
- построение депрессиограмм и генерация соответствующего отчета;

- расчет воздухораспределения в сети горных выработок с возможностью задания фиксированных параметров потока;
- решение задачи регулирования воздухораспределения для обеспечения объектов проветривания необходимым расходом воздуха и расчет параметров регуляторов и источников тяги (вентиляторов);
- проверка устойчивости проветривания в случае повреждений или разрушений вентиляционных сооружений;
- моделирование процесса распространения вредных и опасных газов от их источников, когда с потоком воздуха газ разносится по сети, а в рабочих зонах и других местах возможного присутствия людей его допустимая концентрация может быть превышена;
- анализ взрыво- и пожароопасности атмосферы;
- определение в зависимости от горючей нагрузки аварийной выработки основных параметров вероятного пожара, влияющих на техносферную безопасность;
- оценка устойчивости вентиляционных струй в наклонных горных выработках с нисходящим и восходящим проветриванием;
- моделирование мероприятий для повышения устойчивости проветривания наклонных выработок в случае пожара;
- определение и представление в графическом виде ожидаемой зоны пожарных газов (рис. 2), определение возможных мест опрокидывания вентиляционных струй при пожаре;
- расчеты аварийных режимов проветривания;
- определение кратчайших путей вывода горнорабочих из аварийных участков, расчет времени выхода;
- определение оптимальных маршрутов и времени движения горноспасателей в зависимости от вида выполняемой работы;
- поддержание электронной версии плана ликвидации аварий, создание графических приложений к ПЛА (рис. 3).

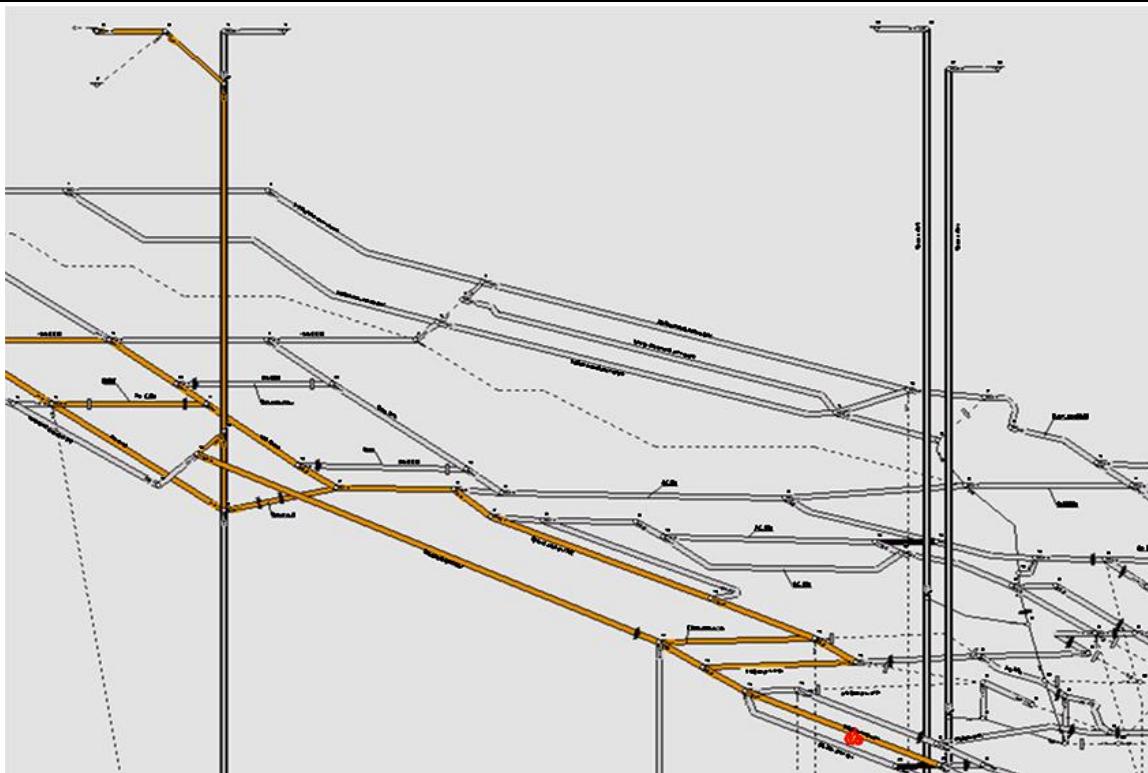


Рис. 2. Определение зоны загазованности при моделировании пожара в сети горных выработок шахты имени Губкина.

Программный комплекс «Вентиляция шахт» прошел экспертизу в установленном порядке, разрешено его промышленное применение.

Важнейшие отличия комплекса «Вентиляция шахт» от известных программ аналогичного назначения:

- высокая эффективность системы: широкий класс решаемых задач и представление результатов в графическом и табличном виде в сочетании с очень скромными требованиями к техническим средствам;
- в состав системы входят оригинальный графический редактор, включающий все необходимые функции для работы со схемами вентиляции и их печати, и генератор отчетов для разработки и печати табличных документов. Графический редактор, специально ориентированный на решение задач рудничной вентиляции, обеспечивает высокую скорость перерисовки графических изображений, включающих десятки тысяч элементов. Реализовано представление результатов решения задач непосредственно на схемах (рис. 4). В каждой выработке направлению движения воздуха соответствует стрелка: красная для свежей струи и синяя для исходящей, величине расхода воздуха – число рядом со стрелкой. Таким образом, можно быстро оценить объем и качество (свежие или исходящие) поступающих в любой узел воздушных потоков;

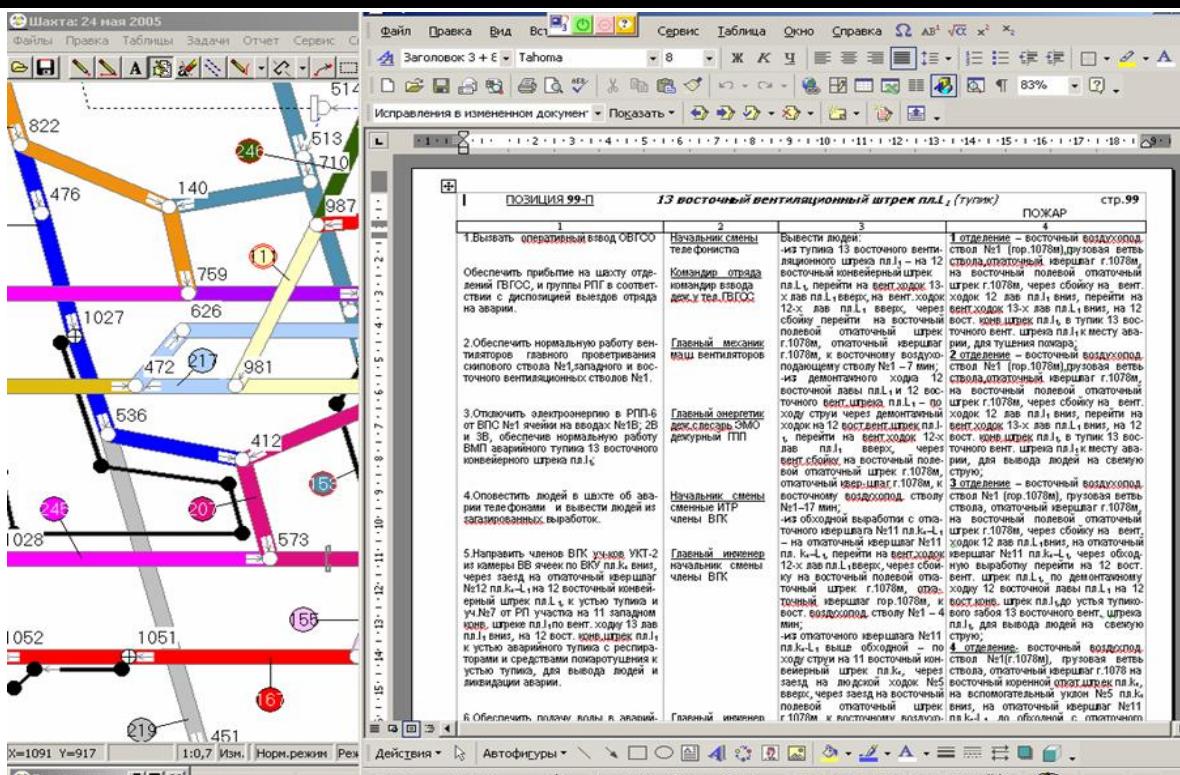


Рис. 3. Пример работы с планом ликвидации аварий

- не требуются дополнительные дорогостоящие программные средства типа AUTOCAD, FASTREPORT;
  - включены оригинальные задачи для моделирования аварийных ситуаций и проектирования вентиляционных систем;
  - очень просто организован диалог пользователя с программой, поэтому программа легко осваивается специалистами шахт и горноспасательных служб.

К настоящему времени разные версии “Вентиляции шахт” используются в филиале «ВГСО Ростовской области» ФГУП ВГСЧ и на обслуживаемых им шахтах (ОАО «Обуховская», «Дальняя», «Садкинская» и др.), в «Ростовгипрошахте», в «ВГСО Юга и Центра» ФГУП ВГСЧ (г. Губкин).

В Ростовской области программный комплекс неоднократно применялся в экстремальных условиях при тушении пожаров на шахтах «Южная», «Майская», «Юбилейная», «Аютинская», «Дальняя», им. 50-летия Октября и ликвидации других техногенных аварий, когда компьютерное моделирование ускорило и облегчило принятие верных решений в аварийной обстановке. Приведем один из показательных примеров.

Так, 23 октября 2003 года на шахте «Западная» ОАО «Компании «Ростовуголь» произошла авария с прорывом воды в склоновой ствол шахты. Аварией в шахте было застигнуто сорок шесть человек. Возникла необходимость в оперативном управлении вентиляцией шахты с учетом падающих потоков воды. Служба депрессионных съемок ФГУП ОВГСО Ростовской области (командир - С.Г. Пелих, руководитель службы депрес-

сионных съёмок (СДС) - А.В. Каргин) оперативно осуществила моделирование вентиляционной сети шахты с помощью комплекса «Вентиляция шахт». Это позволило оценить возможные перепады давлений и расходы воздуха в горных выработках для выбора оптимального вентиляционного режима и мероприятий по ликвидации аварии. Согласно расчетам, при остановленных вентиляторах главного проветривания перепады давлений достигали 3000 мм.вод.ст., а расходы воздуха – 20000 м<sup>3</sup>/мин при скоростях 50-60 м/с. В таких условиях, для спасения людей было принято единственно правильное решение – произвести засыпку скипового ствола. После засыпки ствола в шахте оставалось тринадцать человек, о местонахождении которых не было информации. Для их спасения из наиболее вероятных мест, в которых они могли находиться, требовалось пройти дополнительные сбойки со стороны шахты им. Ленина и шахты «Комсомольская правда». Депрессионная служба на этом этапе решала задачу выбора варианта сбояки и обеспечения надежного проветривания шахты при проведении горноспасательных работ. По результатам расчетов был принят окончательный вариант сбояки шахты «Западная» с шахтой «Комсомольская правда» и выданы рекомендации по применению нагнетательного способа проветривания шахты «Комсомольская правда» для подачи свежего воздуха горноспасателям и оставшимся в шахте людям. Сбойка была осуществлена в кратчайшие сроки. Все застигнутые аварией в шахте люди были спасены. Горноспасатели не пострадали. Из заключения ОВГСО Ростовской области: «В период с 23 по 31 октября 2003г. СДС отряда были произведены расчеты более двадцати вариантов проветривания шахт «Западная» и «Комсомольская правда». Все расчеты воздухораспределения в вентиляционных сетях оперативно выполнялись на командном пункте с помощью комплекса программ «Вентиляция шахт». Комплекс программ функционировал надежно, давал наглядные и точные результаты».

Программный комплекс «Вентиляция шахт» также используется в проектных институтах «Луганскгипрошахт», «Донгипрошахт», в аварийно-спасательных частях Кривого Рога, в ш/у ОАО «АрселорМиттал Кривой Рог», более чем на сорока крупных угольных предприятиях, среди которых: шахтоуправление «Покровское» («Красноармейская - Западная 1»), шахта им. А.Ф.Засядько, шахта им.С.М.Кирова ГП «Макеевуголь» и др.

«Вентиляция шахт» применялась и при проектировании и разработке аварийных вентиляционных режимов для Киевского, Харьковского, Днепропетровского метрополитенов.

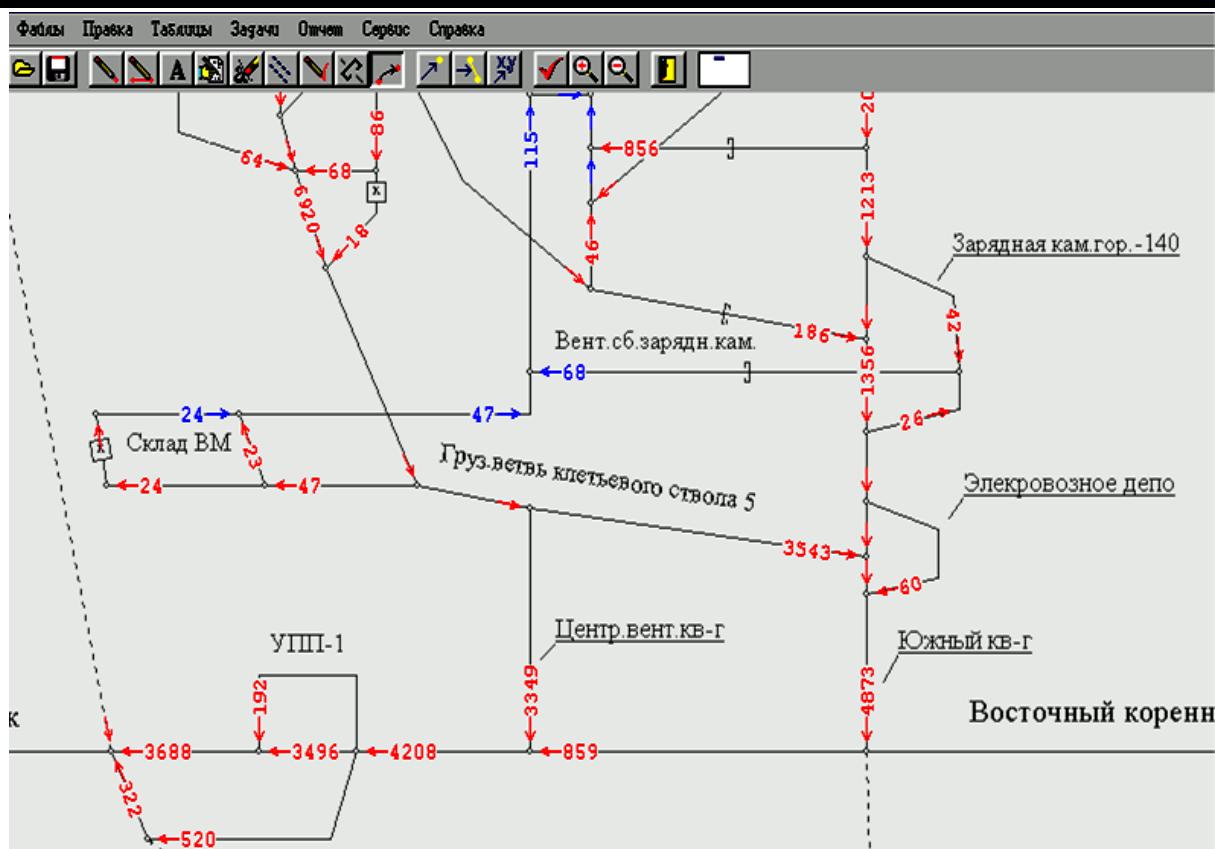


Рис. 4. Фрагмент схемы вентиляции шахты на экране монитора с результатами расчета воздухораспределения

Применение разработанного нами данного программного обеспечения на шахтах им. А.Ф. Засядько и «Комсомолец Донбасса» при решении задач техносферной безопасности способствовало усовершенствованию их вентиляционных сетей и условий проветривания за счет уменьшения количества и оптимизации мест установки вентиляционных сооружений, а также выбора рациональных режимов работы вентиляторов и др. Всё это обеспечило на этих шахтах среднегодовой экономический эффект в сумме около 0,5 млн. грн, без учета увеличения объема добычи угля и снижения затрат на каждую тонну.

Наибольшую пользу от применения комплекса «Вентиляция шахт» следует ожидать на шахтах и рудниках, проветриваемых несколькими вентиляторами, где добыча полезных ископаемых ведется на больших глубинах, на нескольких пластах одновременно.

В целом, широкое внедрение компьютерного моделирования вентиляционных сетей с помощью комплекса «Вентиляция шахт» для решения задач техносферной безопасности способствует повышению профессионального уровня и квалификации специалистов пылевентиляционных служб и служб охраны труда. Это - переход от интуитивного принятия решений к обоснованному, реальный путь обеспечения безопасности работ в подземных условиях.

### Список литературы

1. Кравченко М.В., Кравченко Н.М. Решение задач вентиляции шахт на ПЭВМ // Состояние и перспективы развития Восточного Донбасса: Сб. научных трудов. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2001. – С. 70-72.
2. Комплекс программ для решения задач проветривания шахт в нормальных и аварийных условиях / Пашковский П.С., Кравченко М.В., Кравченко Н.М., Бокий Б.В. // 10-я сессия Международного Бюро по Горной Теплофизике (14 -18.02.2005 г.). – Гливице, Польша, 2005. – С. 565 - 74.
3. Кравченко М.В., Кравченко Н.М. Опыт внедрения программного комплекса «Вентиляция шахт» //Уголь Украины. – 2003. – № 2. – С. 26-28.