

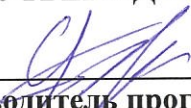
ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ


Руководитель программы
аспирантуры
профессор С.Г. Гендлер

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ДЛЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ ГОРНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Область науки:	2. Технические науки
Группа научных специальностей:	2.10. Техносферная безопасность
Научная специальность:	2.10.3. Безопасность труда
Отрасли науки:	Технические
Форма освоения программы аспирантуры:	Очная
Срок освоения программы аспирантуры:	3 года
Составители:	д.т.н. проф. Г.И. Коршунов

Санкт-Петербург

СОДЕРЖАНИЕ

	СТР
ВВЕДЕНИЕ	3
1. Общие положения	3
2. Практические занятия	4
2.1. Практическое занятие №1 «Изучение интерфейса и меню задач программного комплекса «Вентиляция - ПЛА»	4
2.2. Практическое занятие №2 «Основные элементы шахтной вентиляционной сети и их моделирование»	4
2.3. Практическое занятие № 3 «Создание компьютерной модели шахтной вентиляционной сети (ШВС), расчет воздухораспределения в ШВС»	10
2.4. Практическое занятие № 4 «Задачи моделирования ШВС, связанные с проектированием вентиляции шахт»	17
2.5. Практическое занятие №5 «Управление проветриванием шахты, оценка потребления электроэнергии, затрачиваемой на проветривание шахты»	20
3. ПРИЛОЖЕНИЕ: Инструкция пользователя программного комплекса «IRS Вентиляция-ПЛА»	26
4. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ	50
5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	51

ВВЕДЕНИЕ

Шахты и рудники, осуществляющие подземную добычу полезных ископаемых, непрерывно сталкиваются с вопросами развития вентиляции горных выработок. Недостаточное проветривание по газовому и пылевому факторам сдерживает рост добычи угля, снижает уровень безопасности или создает некомфортные условия для персонала. Применение компьютерных технологий позволяет упростить поиск вариантов совершенствования проветривания, повышает надежность принимаемых решений и избавляет предприятия от неэффективных финансовых затрат.

Цель учебных практических работ - освоение основ компьютерного моделирования шахтных вентиляционных сетей и решения отдельных инженерных задач эксплуатации вентиляционных систем угольных шахт в нормальных и аварийных условиях.

Выполнение практических работ осуществляется на основе промышленной версии программного обеспечения, работающего под управлением Windows 95/98/2000/NT/XP (на основании лицензии разработчика Украинско-Российского СП «Интерсофт») - «Вентиляция-ПЛА». С помощью данного комплекса на основе единой Базы данных, создаваемой в процессе решения вентиляционных задач, проводятся расчеты устойчивости проветривания, построение оптимальных маршрутов вывода горнорабочих, движения подразделений горноспасателей, проводится анализ проведенных исследований и расчетов.

Проведение данного комплекса практических работ способствует приобретению специалистами горных специальностей начальных навыков решения отдельных задач вентиляции и плана ликвидации аварии, повышению общего уровня подготовки студентов в работе с компьютерными технологиями.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

На основе выполнения данного комплекса работ студент должен изучить методические основы решения задач с помощью ПК; овладеть основами моделирования шахтных вентиляционных сетей с применением компьютеров; получить навыки работы с программным комплексом «Вентиляция-ПЛА».

Цель проведения практических занятий по компьютерному моделированию шахтных вентиляционных сетей - формирование у студентов комплекса теоретических знаний и практических навыков компьютерного моделирования шахтных вентиляционных сетей и решения задач, связанных с практикой вентиляции.

В результате изучения данного раздела дисциплины «Аэрология горных предприятий» специалист должен

знать:

- приемы и способы получения исходной информации для моделирования шахтных вентиляционных сетей;

- способы подготовки и ввода исходной графической и числовой информации в компьютер;
- задачи, решаемые с помощью программного комплекса «Вентиляция- ПЛА»;
- методические основы моделирования элементов шахтных вентиляционных сетей с помощью ПК.

уметь:

- подготовить исходную информацию для формирования компьютерной базы данных по шахте;
- пользоваться программным комплексом «Вентиляция-ПЛА»;
- моделировать элементы шахтных вентиляционных сетей с помощью программного комплекса «Вентиляция-ПЛА».

2. ПРАКТИЧЕСКИЕ ЗАНЯТИЯ

2.1. Практическое занятие №1 «Изучение интерфейса и меню задач программного комплекса «Вентиляция - ПЛА»

Цель занятия – научить пользователей основам работы с программным комплексом «Вентиляция - ПЛА».

Теоретические основы: инструкция пользователя программного комплекса «IRS Вентиляция-ПЛА» (Приложение).

Содержание занятия: минимальные требования к компьютеру, запуск программы, изучение пунктов меню, изучение панели инструментов, исходная информация, необходимая для работы с программой, приемы ввода графической и числовой информации в компьютер, формирование компьютерных баз данных по расчетным задачам программного комплекса, просмотр результатов моделирования.

2.2. Практическое занятие №2 «Основные элементы шахтной вентиляционной сети и их моделирование»

Цель занятия – научить пользователей вводить числовую и графическую информацию о горных выработках и источниках тяги в компьютер.

Теоретические основы:

Горные выработки и сопряжения. Совокупность горных выработок и их сопряжений составляют шахтную вентиляционную сеть (ШВС). Схема ШВС в компьютере представляется в виде соединения ветвей и узлов. Компьютерное представление горной выработки и информации о ней включает в себя:

изображение сопряжения горной выработки с другими выработками или выход горной выработки на поверхность Земли, на экране монитора; узел представляется в виде небольшого круга или окружности; каждому узлу при-

сваивается номер, в порядке возрастания номеров, в соответствии со схемой вентиляции шахты или по желанию пользователя;

изображение выработки (простое - в виде отдельной ветви, связывающей два узла, или сложное – в виде последовательности ветвей) на экране монитора; присвоение номера ветви, в порядке возрастания, в соответствии с номером на схеме вентиляции по желанию пользователя; определение аэродинамического сопротивления выработки (части выработки) – принимается по материалам депрессионной съемки или рассчитывается в программе, по известным величинам длины выработки, ее поперечного сечения и типа крепи (коэффициента аэродинамического сопротивления); ввод величины сопротивления в базу данных компьютера, если эта величина рассчитывается в программе, то она появляется в базе данных автоматически.

Вентиляционные сооружения. Моделирование вентиляционных сооружений в горных выработках осуществляется изменением сопротивления ветви в базе данных. Величина сопротивления ветви, с вентиляционным сооружением, принимается по данным депрессионной съемки.

Внешние и внутренние утечки воздуха. Пути внешних и внутренних утечек (подсосов) воздуха моделируются с помощью ветвей. Движение воздуха с поверхности земли в канал вентилятора главного проветривания, называется подсосами – при работе вентилятора главного проветривания на разряжение. При работе вентилятора на нагнетание – воздух движется из канала вентилятора в направлении поверхности земли – это утечки воздуха.

У ветви, моделирующей внешнюю утечку (подсос) воздуха, один из узлов всегда является узлом, моделирующим поверхность земли. Все внешние утечки (подсосы) воздуха, связанные с одной вентиляторной установкой, упрощенно, можно представить в виде трех ветвей. Один путь утечек (подсосов) – через устье ствола (шурфа), на котором установлен вентилятор. Ветвь, моделирующая этот путь движения воздуха, связывает поверхность земли и начальный узел (при всасывающем проветривании) ветви, моделирующей канал вентилятора. Среди всех возможных путей движения утечек (подсосов) воздуха в вентиляторной установке можно выделить два основных: через неплотности в лядях обводного канала (каналов) и через ляды воздухозаборной будки. Рассредоточенные утечки (подсосы) воздуха через кровлю и стенки канала выделить практически невозможно, поэтому, при моделировании, их можно объединить и представить в одной из двух ветвей, моделирующих внешние утечки (подсосы). В тоже время, точность измерения расходов воздуха в вентиляционной установке, зависит от взаимного расположения ее каналов и, в некоторых случаях, разделить внешние утечки, измеряя расходы воздуха у мест их поступления, практически невозможно. Учитывая это, все внешние утечки (подсосы) воздуха, в вентиляционной установке, представляются, в компьютерной модели шахты, в виде одной ветви, расход воздуха в которой равен сумме всех утечек (подсосов) в вентиляционной установке. Такой подход к моделированию внешних утечек (подсосов) предопределяет и структуру компьютерной модели вентиляционной установки (рис.2.1).

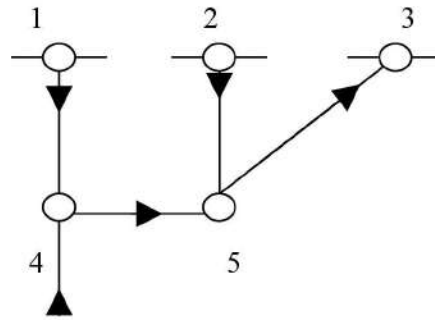


Рис. 2.1 Упрощенная схема путей внешних утечек (подсосов) и вентиляторной установки

Внешняя утечка через устье ствола представлена ветвью 1- 4. Внешние утечки в вентиляционной установке моделируются ветвью, имеющей сопротивление - эквивалент 2 – 5. Величина сопротивления этой ветви определится по формуле

$$R_3 = h_v / \Sigma Q_{vy}^2, \quad (2.1)$$

где h_v – депрессия вентилятора, даПа; ΣQ_{vy} - внешние утечки (подсосы) в вентиляторной установке, м³/с.

Внутренние утечки (подсосы) воздуха можно разделить на две группы: утечки через вентиляционные сооружения в горных выработках (см. выше) и утечки через выработанные пространства. Утечки через выработанные пространства также делятся на две группы: местные и рассредоточенные. Местные, как правило, связаны с каким то конкретным местом, например, место сопряжения действующей выработки с выработкой, которая уже погашена. Рассредоточенные утечки – это утечки по длине выработки, например, вдоль выработки примыкающей к выработанному пространству выемочного участка. В обоих случаях утечка моделируется одной ветвью, но, сопротивление пути утечки (R_y), во втором случае, определяется как некоторое эквивалентное, характеризующее величину суммарную утечек на определенной длине выработки

$$R_y = h_{\text{л}} / \Sigma Q_y^2, \quad (2.2)$$

где $h_{\text{л}}$ – депрессия лавы, даПа; ΣQ_y – сумма утечек воздуха, с откаточного на вентиляционный штрек, на протяжении какой-то части выработки, м³/с.

Моделирование схем вентиляции выемочных участков. Различают четыре основных схемы проветривания выемочных участков: U, Z, V, H – образные. Модели некоторых схем приведены на рис.2.2.

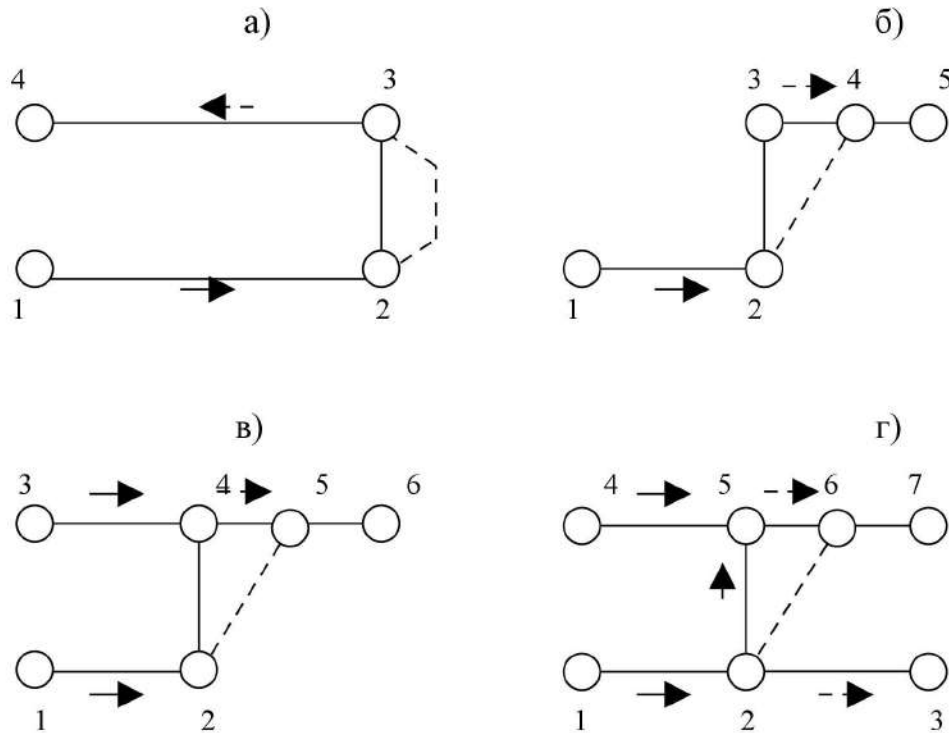


Рис. 2.2. Схемы моделирования вентиляции выемочных участков с обратным порядком отработки: а – U-образная; б – Z-образная; в – V-образная; г – H-образная

В этих схемах утечки воздуха через выработанное пространство моделируются отдельными ветвями.

Моделирование выработанных пространств, само по себе, является отдельной научной задачей. На сегодняшний день отсутствует официально принятая методика моделирования выработанных пространств. Это объясняется многообразием горно-геологических условий, способов выемки угля и управления кровлей в различных угольных бассейнах. В тоже время, эта задача представляется достаточно актуальной для оценки устойчивости проветривания в лавах с нисходящей вентиляционной струей.

Моделирование вентиляции подготовительных выработок. В общем случае, для моделирования вентиляции подготовительной выработки, необходимо выделить в шахтной вентиляционной сети две дополнительных ветви. Первая – моделирует часть выработки от места установки вентилятора местного проветривания (ВМП) до устья тупиковой выработки. Следовательно, выработка, подводящая воздух к месту установки ВМП и связанная с устьем тупиковой выработки, в модели, «делится» на две ветви: одна – от начала выработки до места установки ВМП и вторая – от места установки ВМП до устья тупиковой выработки. Подготовительная выработка также моделируется двумя ветвями: одна – от устья до забоя и вторая – забой тупиковой выработки. ВМП моделируется отдельной ветвью со своими параметрами.

Утечки воздуха из нагнетательного трубопровода, в общем случае, также моделируются двумя ветвями. Схема моделирования, включающая в себя модель ВМП и вентиляционного трубопровода, приведена на рис. 2.3. На

рис.2.3а приведена схема проветривания горных выработок с тупиковой выработкой, а на рис.2.3б, модель этого же участка с местной вентиляцией.

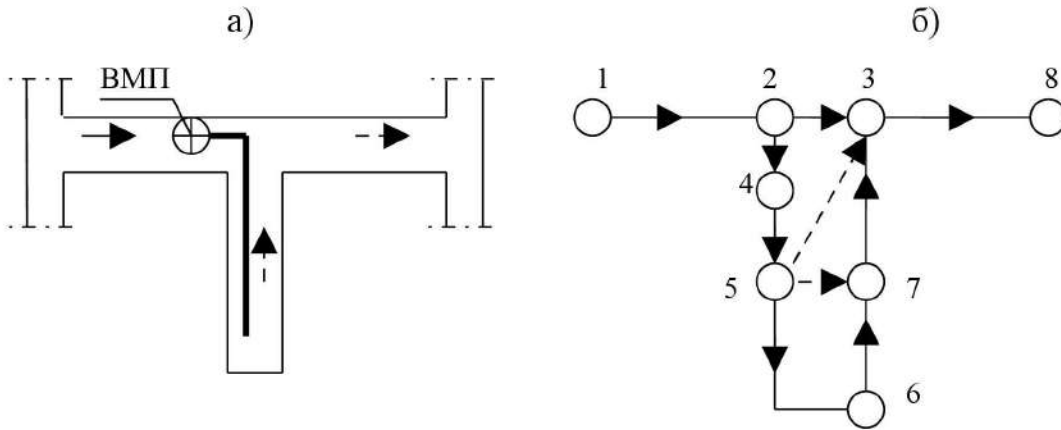


Рис.2.3 Схема проветривания тупиковой выработки

На рис. 2.3б ветвь 1-2 моделирует участок выработки от ее начала (по ходу вентиляционной струи) до места установки ВМП, ветвь 2-3 - участок выработки от места установки ВМП до сопряжения с тупиковой выработкой, ветвь 2-4 - ВМП, 4-5 - вентиляционный трубопровод от места установки ВМП до устья тупика, 5-6 - вентиляционный трубопровод от устья до забоя тупиковой выработки, 6-7 - забой тупиковой выработки (участок тупиковой выработки длиной 20 м от груди забоя), 7-3 - тупиковая выработка, 3-8 - выработка с исходящей струей воздуха из тупиковой выработки. Рассредоточенные, по длине трубопровода, утечки воздуха моделируются двумя ветвями. Первая (5-3) - моделирует утечки из трубопровода на участке: от места установки ВМП до устья тупиковой выработки. Вторая (5-7) – все утечки воздуха из трубопровода – от устья до забоя.

Такая модель местного проветривания позволяет, с одной стороны, выделить режим проветривания забоя тупиковой выработки, а с другой – контролировать опасность появления рециркуляции на участке от места установки ВМП до устья тупиковой выработки.

Моделирование вентиляторов. Вентилятор главного проветривания (как и ВМП) моделируется отдельной ветвью. Характеристика вентилятора описывается уравнением, коэффициенты которого (A,b) представлены в модели ветви

$$h = A - b Q^2, \quad (2.3)$$

где h , Q – депрессия и подача вентилятора, соответственно; A, b – коэффициенты характеристики вентилятора.

Естественная тяга. При моделировании естественной тяги используются две методики. В одной, естественная тяга моделируется точечными источниками тяги, величина которых рассчитывается для отдельных контуров шахтной вентиляционной сети, а характеристика представляет собой прямую линию, параллельную оси абсцисс. Эти контуры включают в себя вертикальные и наклонные выработки шахты с поступающей и исходящей струей воздуха, в которых формируется основная часть естественной тяги шахты. В шахтной вентиляционной сети можно выделить три таких группы выработок: стволы, наклонные выработки выемочных полей и выемочные участки (рис.2.4). Естественная тяга рассчитывается по материалам температурной съемки. Температура воздуха измеряется в начале и в конце каждой выработки, примерно, в 10-20 м от ближайшего сопряжения.

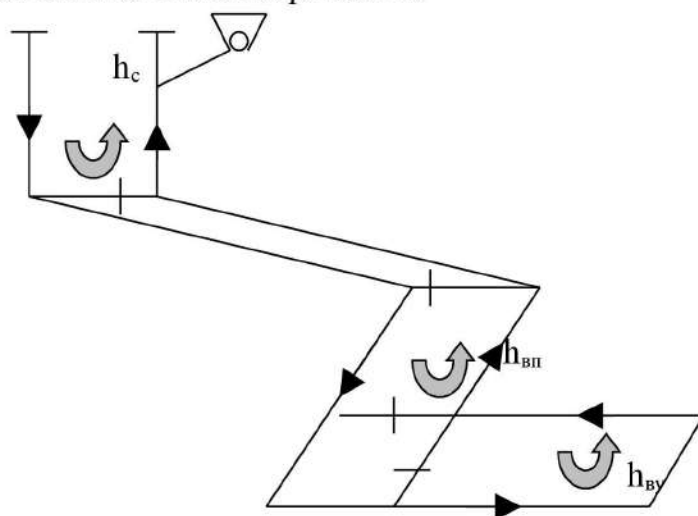


Рис.2.4. Упрощенная схема шахты

По второй методике, величина естественной тяги определяется как разность весов воздуха в наклонных (вертикальных) выработках и моделируется, соответственно, источниками тяги в выработках с поступающей и исходящей струей воздуха.

Порядок выполнения: пользователи проводят запуск программного комплекса “Вентиляция-ПЛА” путем двойного нажатия левой кнопки мыши (л.к.м.) на символе (иконке), программы “Вентиляция-ПЛА” на рабочем столе компьютера.

После загрузки программы появляется основное окно программы (Рис. 1, Приложение), которое содержит Главное меню, Набор кнопок и Рабочее окно, не содержащее информации («чистый лист бумаги» для рисования схемы вентиляции). Размер листа схемы вентиляции устанавливается 90 x 90 мм. В рабочем окне пользователи осуществляют ввод схем, представленных на рис.2.1-2.3б. Величины аэродинамических параметров ветвей и источников тяги указывает преподаватель.

2.3. Практическое занятие № 3 «Создание компьютерной модели шахтной вентиляционной сети (ШВС), расчет воздухораспределения в ШВС»

Цель работы – создание пользователями компьютерной модели вентиляционной сети шахты и проведение расчета распределения воздуха в сети горных выработок, получение навыков в расчете величин аэродинамических сопротивлений горных выработок (по графику и через коэффициент аэродинамического сопротивления), а также определения рабочей точки и энергопотребления вентиляторов главного проветривания.

Теоретические основы.

Распределение воздуха в сети горных выработок может быть описано законами сохранения массы, сохранения энергии и законом аэродинамического сопротивления.

Согласно закону сохранения массы объемный расход воздуха, подходящий к произвольному узлу вентиляционной сети, равен объемному расходу воздуха, выходящего из узла. В общем виде, для всех узлов вентиляционной сети, действует первый закон вентиляционных сетей

$$\sum_{i=1}^n Q_i = 0, \quad (3.1)$$

где n – число ветвей, соединяющихся в рассматриваемом узле (инцидентных узлу); i – номер ветви, инцидентной узлу; Q_i – объемный расход воздуха в выработке (ветви) номер i ($\text{м}^3/\text{с}$).

Согласно закону сохранения энергии потери напора в любом замкнутом контуре вентиляционной сети равен сумме энергии источников, входящих в контур. В общем виде, для всех контуров вентиляционной сети действует второй закон вентиляционных сетей

$$\sum_{i=1}^n h_i \pm h_v = 0, \quad (3.2)$$

где n – число ветвей в рассматриваемом контуре вентиляционной сети;
 i – номер ветви; h_i – потеря напора (депрессия) в выработке номер i (даПа); h_v – напора (депрессия) источника тяги, входящего в рассматриваемый контур (даПа).

В качестве источников движения воздуха в шахтных вентиляционных сетях служат вентиляторы главного или местного проветривания. Кроме этого воздух по сети горных выработок может двигаться из-за разности температур поступающего и исходящего воздуха, определяющей величину депрессии естественной тяги.

Как видно из выражений (3.1) и (3.2), первый и второй законы вентиляционных сетей тождественны первому и второму законам Кирхгофа для электрических сетей.

Во всех горных выработках шахты величина расхода воздуха и потери напора (депрессии) связаны уравнением

$$R_i Q_i^2 = H_i, \quad (3.3)$$

где R_i , Q_i , H_i – соответственно величины аэродинамического сопротивления, объемного расхода воздуха и депрессии горной выработки.

На практике величины аэродинамических сопротивлений горных выработок определяются экспериментально на основании данных, получаемых в ходе депрессионных съемок. В этом случае величина R_i определяется из уравнения (3.3) по экспериментально полученным значениям Q_i , H_i .

Для проектируемых горных выработок величина R_i определяется двумя основными способами: на основании графиков и номограмм, приведенных в справочной литературе или с учетом величины коэффициента аэродинамического сопротивления трения $\alpha \cdot 10^4$, данные по которому представлены в “Руководстве по проектированию вентиляции угольных шахт”.

В первом случае R_i определяется графически как функция

$$R_i = f(L_i, S_i, \Phi, T) \quad (3.4)$$

где L_i – длина выработки, м;

S_i – площадь поперечного сечения выработки, m^2 ;

Φ – форма поперечного сечения (квадратная, арочная и т.д.);

T – тип крепи.

К недостаткам данного метода расчета R_i необходимо отнести диапазон сечений 5 – 16 m^2 , для которых в достаточной степени представлены графики и номограммы.

Более универсален второй метод расчета R_i . Для выработок различного сечения и специальных типов выработок (стволы, скважины и др.) в “Руководстве по проектированию вентиляции угольных шахт” представлены данные по величине $\alpha \cdot 10^4$, а вычисление R_i производится по зависимости

$$R_i = \alpha P_i L_i / S_i^3, \quad (3.5)$$

где P_i – периметр выработки, м.

Под расчетом вентиляционной сети понимается определение объемных расходов воздуха, проходящего по всем ее ветвям. Решение системы уравнений (3.1) и (3.2), в которых величина депрессии горных выработок задается выражением (3.3), позволяет осуществлять решение прямой вентиляционной

задачи: по известным величинам аэродинамических сопротивлений и величинам источников тяги в контурах (естественная тяга и депрессия вентиляторов) определяются расходы воздуха во всех ветвях ШВС. Для решения этой задачи с помощью компьютерной модели необходимы:

- Схема вентиляции шахты;
- Аэродинамические, геодезические и геометрические параметры горных выработок;
- Напорные характеристики вентиляторов главного и местного проветривания;
- Данные по величине естественной тяги в контурах выработок выемочных участков, уклонных (бремсберговых) полей, воздухоподающих и вентиляционных стволов.

Порядок выполнения: пользователи проводят запуск программного комплекса “Вентиляция-ПЛА”. В рабочем окне пользователи осуществляют ввод схемы вентиляции шахты, представленной на рис.3.1. Размер листа схемы вентиляции устанавливается 90 x 90 мм.

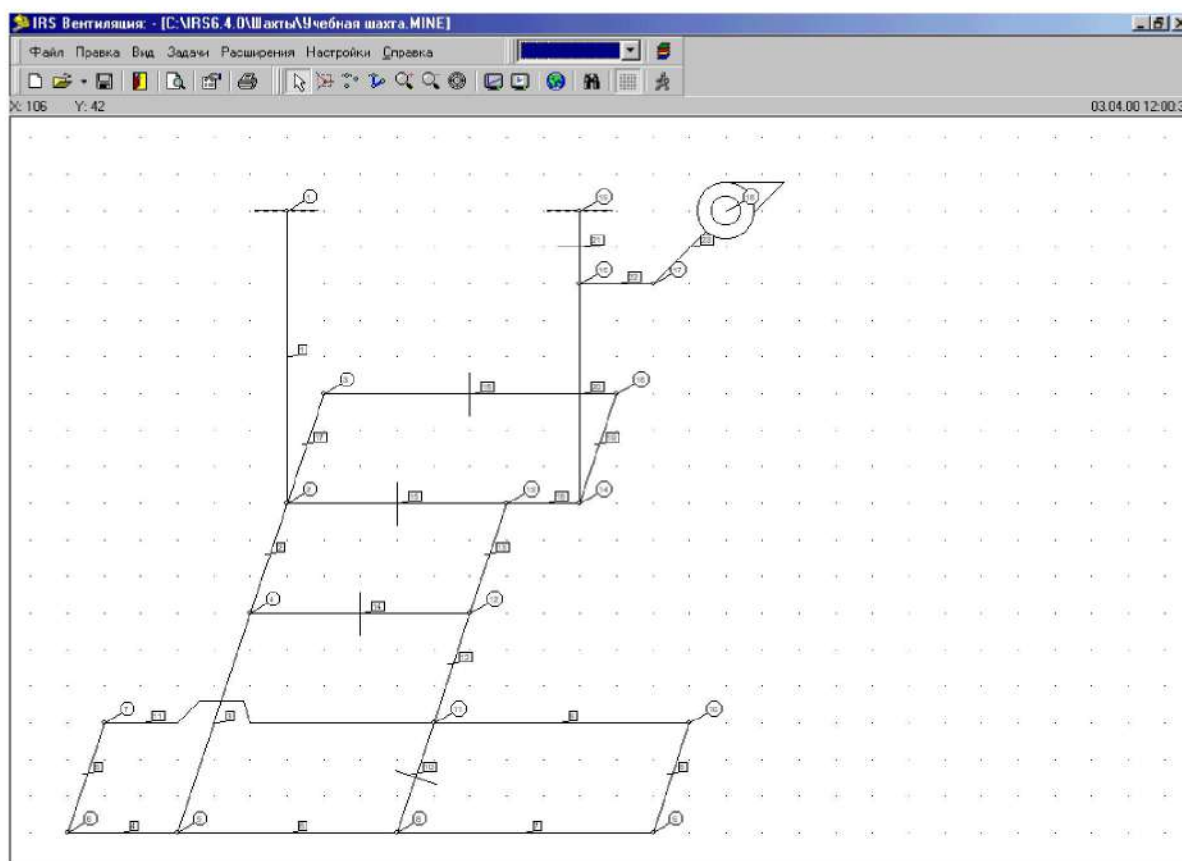


Рис. 3.1 Упрощенная схема вентиляции шахты для ввода в компьютер.

В процессе создания компьютерной модели схемы вентиляции горные выработки представлены ветвями, а места их физического пересечения - узлами

ШВС. Значения параметров узлов и ветвей упрощенной (учебной) схемы шахты вводятся или рассчитываются на основании встроенных в программный комплекс справочных данных. Для расчетов величин аэродинамических сопротивлений выработок пользователи используют данные таблиц 3.1, 3.2. В таблице 3.1 величины рассчитываемых параметров R_i выделены серым фоном. Их значения приведены для контроля. Величины параметров, вводимые пользователями с клавиатуры, приведены нормальным шрифтом на белом фоне.

Для горных выработок с номерами 2-4,6,7,9,11-13,16,22 (Таблица 3.1) расчет аэродинамического сопротивления проводится с использованием графика. Для этого в режиме ввода каждой из ветвей (или в режиме просмотра ее характеристик после завершения ввода графики) нажимается кнопка «Сопр. кмюрг» (Рис.6, Приложение).

Таблица 3.1

Параметры ветвей ШВС.

Номер ветви	Нач. узел	Кон. Узел	Название выработки	Аэродин. Сопротивление, Кмюрг	Длина, м	Пл. сечения, м ²	Ист. Тяги (доп.депр.), ДаПа
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	2	Клетевой ствол	0,00033	420	50,2	
2	2	4		0,00127	100	12,0	
1	2	3	4	5	6	7	8
3	4	5		0,00255	200	12,0	
4	5	6		0,00191	150	12,0	
5	6	7	7-я вост. лава пласта м3	0,1	100	6,0	
6	5	8		0,00064	50	12,0	
7	8	9		0,00509	400	12,0	
8	9	10	8-я западная лава пл. м3	0,1	100	6,0	
9	11	10		0,00509	400	12,0	
10	8	11		0,5	100	12,0	
11	7	11		0,00312	200	11,0	
12	11	12		0,00243	100	9,0	
13	12	13		0,00243	100	9,0	
14	4	12		0,15	50	12,0	
15	2	13		0,15	50	12,0	
16	13	14		0,00064	50	12,0	
17	2	3		0,04			
18	3	16	Склад ВМ	1,0	100	8,0	
19	16	14		0,04			
20	14	15	Вентиляционный ствол	0,00520	400	19,6	
21	19	15	Устье венг. Ствола	1,5	25	19,6	

22	15	17	Канал ВГП	0,00008	20	14,0	
23	17	18	ВГП ВОД30м	0,011			530,03

Таблица 3.2.

Параметры узлов вентиляционной сети

Номер узла	Примечание
1	Узел поверхности
2 – 17	-
18	Узел поверхности
19	Узел поверхности

После этого пользователи попадают в режим уточнения данных, необходимых для автоматизированного расчета аэродинамического сопротивления (Рис.7, Приложение). Пользователи указывают форму поперечного сечения (например «арочная») в меню однозначного выбора и после нажатия кнопки «Использовать график» проводят расчет аэродинамических сопротивлений ветвей. Нажатие кнопок «Ок» осуществляет передачу рассчитанных значений в текущую Базу данных для последующих расчетов.

Расчет аэродинамических сопротивлений воздухоподающего (клетевого) и вентиляционного (скипового) стволов (ветви 1, 20) осуществляются вторым из возможных способов (Рис.7, Приложение) – путем указания коэффициента аэродинамического сопротивления α , даПа.с²/м⁴. Величина α определяется в соответствии с «Руководством по проектированию вентиляции шахт» и для расчетов в рамках лабораторной работы принимается равной :

- Для клетевого ствола (схема армировки «б», диаметр ствола 8 м) $\alpha = 39,2$;
 - Для скипового ствола (схема армировки «в», диаметр ствола 5 м) $\alpha = 28,7$.
- Вводя соответствующие данные в поле α , пользователи получают расчетные величины аэродинамических сопротивлений стволов и нажатием «Ок» передают значения в текущую Базу данных .

Для остальных ветвей вентиляционной сети, содержащих вентиляционные сооружения, склад ВМ, лавы, величины аэродинамических сопротивлений вводятся исходя из данных таблицы 3.1.

Ветвь номер 23 моделирует вентилятор главного проветривания (ВГП). Для задания его параметров нажимается кнопка «Доп.депр. мм.вод.ст.» (Рис.6., Приложение), из выпадающего списка (первоначальная надпись – «не определен») осуществляется выбор вентилятора «ВОД 30 н (600)» и в окне аналогичном рис.8 приложения. устанавливается угол установки лопаток = 30° . Проводится предварительное моделирование работы вентилятора на сеть горных выработок (кнопка «Работа на ШВС» и сохранение данных – «Ок»).

После этого осуществляется моделирование воздухораспределения в проектируемой схеме вентиляции. Пользователи выбирают пункт главного меню «Задачи/Нормальные условия/Воздухораспределение». Отсутствие сообщений об ошибках свидетельствует о правильном выполнении операций ввода данных. Результаты расчета выводятся на экран в виде рис.3.2. Нажатием кнопки «Печать» (Рис.3.2) и выбрав тип отчета – «Стандартный отчет с сеткой» пользователи проводят распечатку результатов.

ВЕТЬ	НАЧ. УЗЕЛ	КОН. УЗЕЛ	РАСХОД. М3/СЕК.	РАСХОД. М3/МИН.	СОПРОТ. ТИВ/ЛЕН.	ДЕПРЕССИЯ	ДОП. ДЕПРЕССИЯ
1. Килевой ствол	1	2	149.07	8944.2	0.00033	7.3	0.00
17.	2	3	12.80	767.8	0.04000	6.5	0.00
2.	2	4	103.11	6186.8	0.00127	13.5	0.00
15.	2	13	33.16	1989.6	0.15000	164.9	0.00
18. Склад ВМ	3	16	12.80	767.8	1.00000	163.7	0.00
3.	4	5	74.18	4450.6	0.00255	14.0	0.00
14.	4	12	28.94	1735.2	0.15000	125.6	0.00
4.	5	6	30.58	1834.7	0.00191	1.8	0.00
6.	5	8	43.60	2615.8	0.00064	1.2	0.00
5. 7 вост. лоз. пласта М3	6	7	30.58	1834.7	0.10000	93.5	0.00
11.	7	11	30.58	1834.7	0.00312	2.9	0.00
7.	8	9	29.67	1780.2	0.00509	4.5	0.00
10.	8	11	13.93	835.7	0.50000	97.0	0.00
8. 8 западная левая пл М3	9	10	29.67	1780.2	0.10000	88.0	0.00
9.	11	10	-29.67	-1780.2	0.00509	4.5	0.00
12.	11	12	74.18	4450.6	0.00243	13.4	0.00
13.	12	13	103.11	6106.0	0.00243	25.0	0.00
16.	13	14	135.27	8175.4	0.00064	11.9	0.00
20. Вентиляционный ствол	14	15	149.07	8944.2	0.00033	7.3	0.00
22. Канал ВПП	15	17	161.72	9703.4	0.01100	242.3	530.03
19.	16	14	12.80	767.8	0.04000	6.5	0.00
23. ВПП	17	18	161.72	9703.4	0.01100	242.3	530.03
21. Устье вент. ствола	19	15	12.65	759.2	1.50000	240.2	0.00

Рис.3.2. Результаты моделирования воздухораспределения.

Контроль режима работы вентилятора главного проветривания на рассматриваемую сеть горных выработок осуществляется в режиме Поиск/Дополнительная депрессия/Работа на ШВС. Режим работы ВОД-30м должен быть близким к приведенному на рис.3.3.

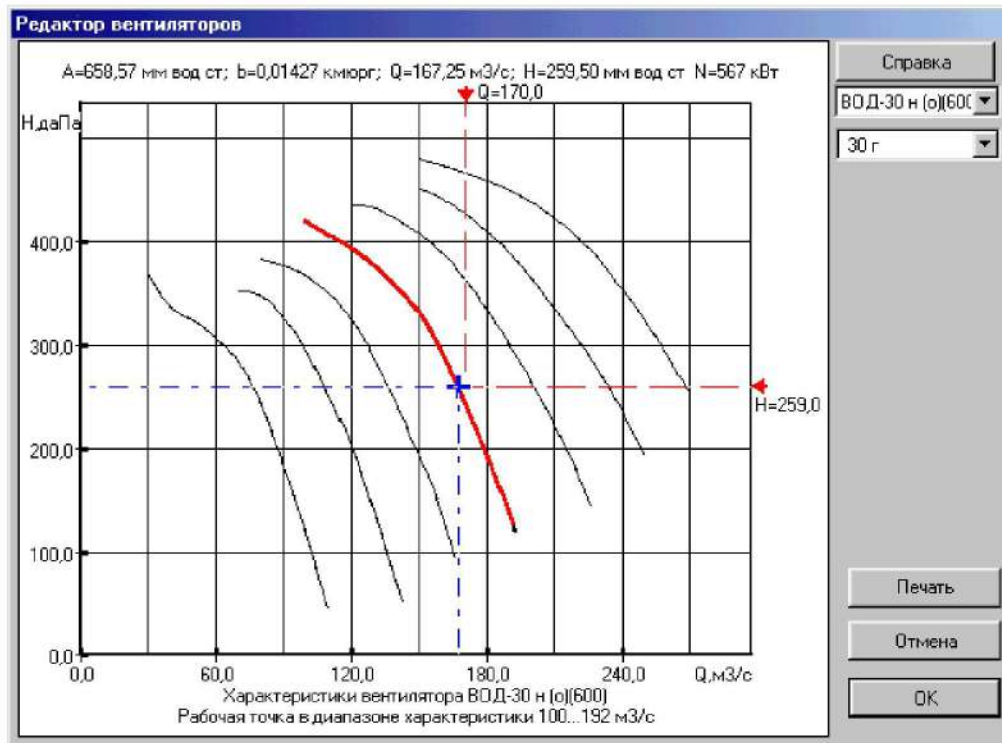


Рис.3.3. Режим работы ВОД 30м на сеть горных выработок

Форма представления результатов

Просмотр результатов расчета возможен в табличном варианте и на экране монитора.

По нажатию на кнопки «Печать» на рис.3.2 и рис.3.3 пользователи могут получить бумажные копии (распечатки) полученных результатов, которые прилагаются к отчету по выполненной работе - таблица 3.3 и рис.3.4. (при отсутствии принтера – не обязательно)

Таблица 3.3

СТАНДАРТНЫЙ ОТЧЕТ О РАСХОДЕ ВОЗДУХА

ШАХТА: УЧЕБНАЯ ШАХТА. МINE

№ ветви, название	Нач. узел	Кон. Узел	Расход, м ³ /сек	Расход, м ³ /мин	Депрессия	Доп. депр.
1. Клетевой ствол	1	2	149,07	8 944,20	7,33	0,00
17.	2	3	12,80	767,75	6,55	0,00
2.	2	4	103,11	6 186,80	13,50	0,00
15.	2	13	33,16	1 989,64	164,94	0,00
18. Склад ВМ	3	16	12,80	767,75	163,74	0,00
3.	4	5	74,18	4 450,57	14,03	0,00
14.	4	12	28,94	1 736,22	125,60	0,00
4.	5	6	30,58	1 834,73	1,79	0,00
6.	5	8	43,60	2 615,85	1,22	0,00
5. 7 вост. лава пласта М3	6	7	30,58	1 834,73	93,51	0,00
11	7	11	30,58	1 834,73	2,92	0,00

7.	8	9	29,67	1 780,20	4,48	0,00
10.	8	11	13,93	835,65	96,99	0,00
8. 8 западная лава пл.МЗ	9	10	29,67	1 780,20	88,03	0,00
9.	11	10	-29,67	-1 780,20	4,48	0,00
12.	11	12	74,18	4 450,57	13,37	0,00
13.	12	13	103,11	6 186,80	25,84	0,00
16.	13	14	136,27	8 176,44	11,89	0,00
20.Вентиляционный ствол	14	15	149,07	8 944,20	56,00	0,00
22. Канал ВГП	15	17	161,72	9 703,40	2,09	0,00
19.	16	14	12,80	767,75	6,55	0,00
23. ВГП	17	18	161,72	9 703,40	242,26	530,0
21. Устье вент.ствола	19	15	12,65	759,21	240,17	0,00

2.4 Практическое занятие № 4 «Задачи моделирования ШВС, связанные с проектированием вентиляции шахт»

Цель занятия – получение пользователями навыков решения задач развития шахт на основе «Руководства по проектированию вентиляции угольных шахт» и компьютерного моделирования.

Теоретические основы :

В процессе развития горных предприятий происходит отработка выемочных участков и горизонтов с одновременной подготовкой к работе новых лав. При этом в проектах развития горных предприятий значительное внимание уделяется вопросам вентиляции. Необходимо заранее оценить распределение воздуха в пределах уклонных полей и по шахте в целом после завершения отработки действующих выемочных участков, изменения в режимах проветривания после прохождения подготовительных выработок. Ввод в действие новых добычных участков строго увязывается с возможностями вентиляционных систем угольных шахт.

При проектировании новой шахты, в соответствии с основными нормативными документами (Правила Безопасности, Руководство по проектированию вентиляции шахт) проводится расчет необходимого, по пылевому, газовому и технологическим факторам, расхода воздуха в очистных, подготовительных, поддерживаемых выработках, камерах и шахты $Q_{ш}$ в целом.

В рамках данной работы, предполагается проведение расчета воздуха только для вводимой в действие очистной выработки :

$$Q_{оз} = 100 I_{оч} K_n (C - C_o) \quad (4.1)$$

где K_n , – коэффициент неравномерности метановыделения;

C, C_o – концентрации газа в исходящей и поступающих струях;

$I_{оч}$ – абсолютное метановыделение, м³/мин;

Порядок выполнения :

- запуск программного комплекса “Вентиляция-ПЛА”.
- загрузка реального массива информации по шахтной вентиляционной сети действующей шахты (через пункты меню «Файл/Открыть/Демо.mi

пе» или через кнопку «Загрузить шахту» на панели инструментов). После загрузки массива информации Рабочее окно программы принимает вид рис.4.1.

Проект развития вентиляции шахты обеспечивается следующими мероприятиями, подлежащими моделированию:

1. Отработка действующих 13-й восточной и 12-й западной лав с погашением соответствующих выработок (ветви 532 и 511 совместно с примыкающими вентиляционными и откаточными штреками). В меню «Вид» установить видимыми номера ветвей, номера узлов и стрелок с изображением направления движения воздуха. Последовательно провести вызов параметров ветвей 106, 110, 557, 605 и их удаление, нажатием кнопки «Удалить» (Рис.6 Приложение). Аналогично провести удаление 13 восточной лавы, ее откаточного и вентиляционного штреков (ветви 531-533, 87). Удалить ветвь 589, моделирующей вентиляционный трубопровод для проветривания тупиковой выработки (в процессе прохождения Уклона 7). Изменить тип ветви 573 с «ВМП» на «Выработка»;

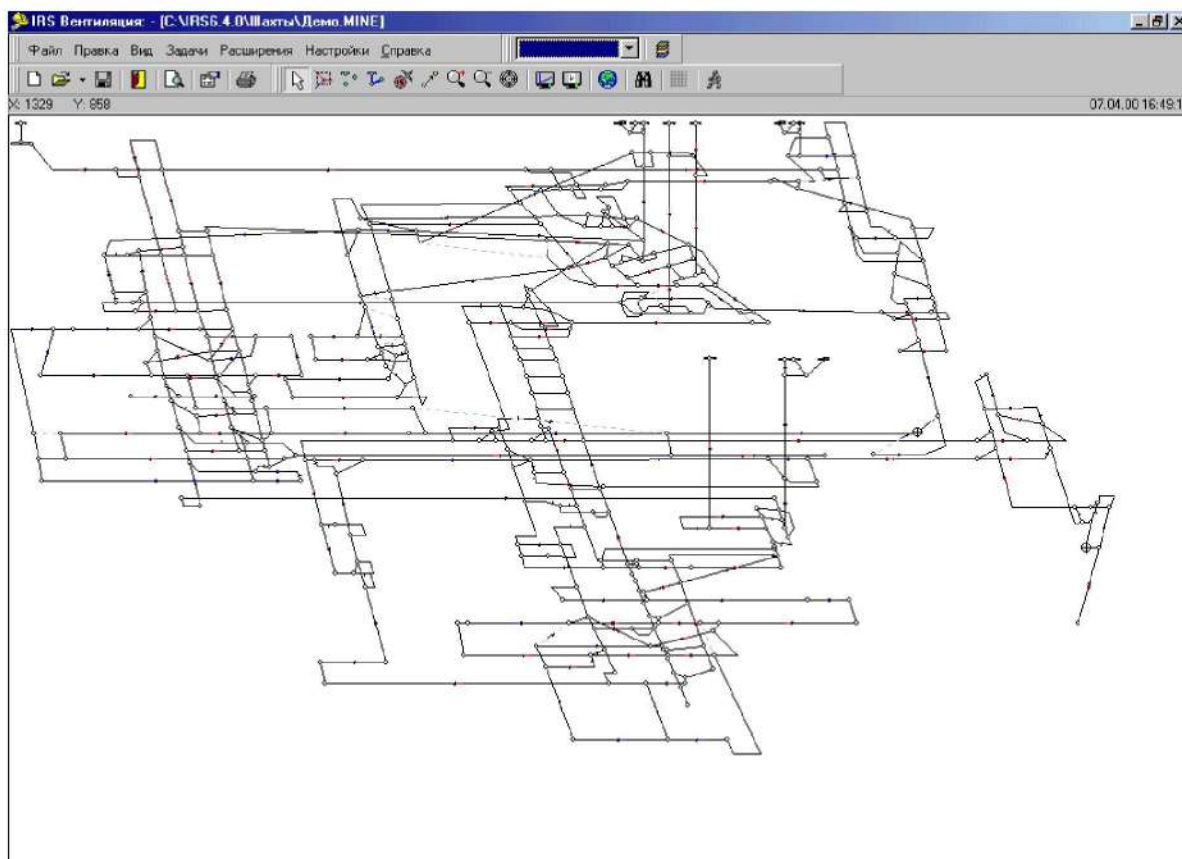


Рис.4.1. Загрузка массива информации по реальной ШВС (Демо.mine).

2. Прохождение 12-го западного конвейерного штрека пл.МЗ (ветвь 512) до сопряжения с Вспомогательным уклоном 7 (ветвь 588). Для этого включить режим рисования ветви и соединить узлы 433 и 644 (пройти 12-й западный конвейерный штрек пл.МЗ (ветвь 512) до сопряжения с Вспомогательным уклоном 7). Рассчитать величину аэродинамического сопротивления полученной выработки с использованием графика для ее длины 600 м и площади поперечного сечения 12 м^2 . Соединить ломаной линией узлы 432 и 635 (пройти вентиляционный штрек для подготавливаемой лавы), рассчитать его аэродинамическое сопротивление для длины 800 м и площади поперечного сечения 11 м^2 ;
3. Подготовка 17-й восточной лавы пл. МЗ (условно моделируется ветвью 511 с теми же параметрами. Пользователи вводят новое название выработки).
4. После проведенных изменений схема вентиляции принимает вид (Рис.4.2). Для 17-й восточной лавы пл.МЗ проводится расчет необходимого расхода воздуха по формуле (2.5) при величинах $K_n = 2,24$; $I_{оч} = 0,361$; $(C-C_0) = 0,95$.

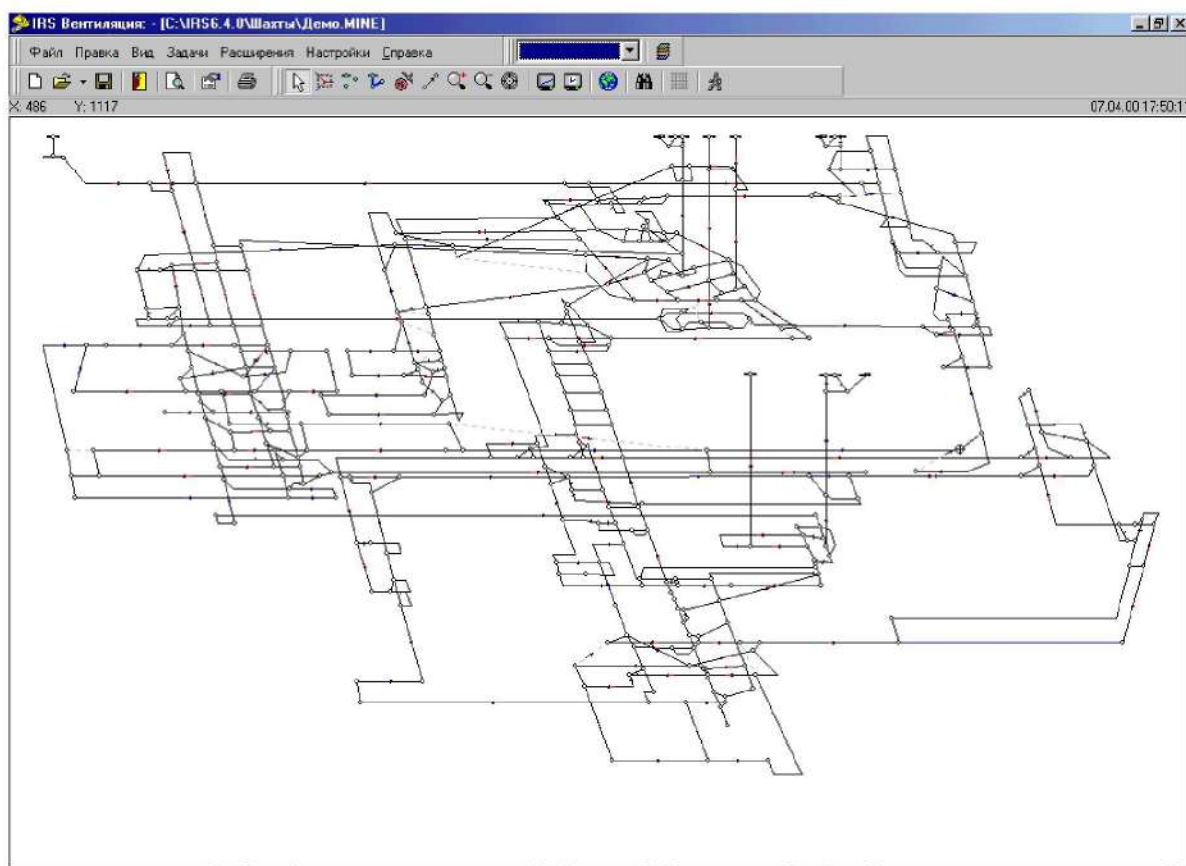


Рис.4.2. Схема вентиляционной сети шахты с новой лавой.

5. Проводится моделирование ожидаемого распределения воздуха во всех горных выработках в пунктах главного меню программного комплекса Задачи/Нормальные условия /Воздухораспределение;
6. Делается вывод о возможности обеспечения расчетного расхода воздуха во вводимой лаве.

Форма представления результатов. На просмотр (печать) выводится воздухораспределение на проектируемом добычном участке (лава, штреки), во всех воздухоподающих и вентиляционных стволах и вентиляторах главного проветривания, заполняется таблица 4.1.

Таблица 4.1.

Результаты прогноза развития вентиляционной сети шахты

№ ветви, название	Нач. узел	Кон. Узел	Расход, м ³ /сек	Расход, м ³ /мин	Депрессия
511, 17 восточная лава пл. МЗ (требуемый режим проветривания)					-
511, 17 восточная лава пл. МЗ (фактический режим проветривания)					

Сопоставляя данные моделирования воздухораспределения в проектируемой сети горных выработок с расходом воздуха, необходимым для проветривания вводимой в действие 17-й восточной лаве пласта МЗ (рассчитан по формуле 4.5), пользователи делают вывод о возможности обеспечения необходимого режима проветривания лавы.

2.5 Практическое занятие №5 «Управление проветриванием шахты, оценка потребления электроэнергии, затрачиваемой на проветривание шахты»

Цель занятия – формирование навыков моделирования изменения режима работы вентилятора, оценка энергозатрат на проветривание шахт с помощью ПК.

Теоретические основы : Основным средством, обеспечивающим активную вентиляцию, являются вентиляторные установки главного проветривания. Вентиляторы – энергоемкие машины. Ежегодное потребление электроэнергии в угольной отрасли может составлять миллиарды кВт. ч.

В работе используются следующие термины:

Вентилятор – агрегат, состоящий из корпуса, ротора, направляющих и спрямляющих аппаратов с присоединенными к нему коллектором и входной коробкой.

Вентиляторная установка – вентилятор с присоединенными к нему входными и выходными элементами, подводящим каналом, диффузором, выходной частью и вспомогательными устройствами для переключения и реверсирования воздушной струи.

Вентиляторная установка включает также электродвигатель с пускорегулирующими устройствами, аппаратуру контроля работы подшипников вентилятора и электродвигателя, аппаратуру дистанционного управления, глушитель шума.

Подача вентилятора ($Q_v, \text{м}^3/\text{с}$) – количество воздуха, протекающего в единицу времени через плоскость входа всасывающего вентилятора или плоскость выхода нагнетающего вентилятора.

Номинальная подача вентилятора ($Q_{\text{ном}}, \text{м}^3/\text{с}$) – подача вентилятора в режиме максимального статического к.п.д.

Потребляемая мощность ($N, \text{кВт}$) – мощность на валу вентилятора.

Статический коэффициент полезного действия вентилятора ($\eta_{\text{ст}}$).

Диаметр ротора (мм) – наружный диаметр ротора вентилятора по внешним концам лопаток.

Область промышленного использования (ОПИ) вентилятора – геометрическое место точек на группе напорных характеристик ВГП, соответствующих значениям $\eta_{\text{ст}}$ превышающим 0,6. ОПИ вентиляторов приведены в техническом их описании и справочной литературе (например - Отраслевой каталог 20-90-05 «Вентиляторы главного и местного проветривания», Москва 1990).

Вентиляторы главного проветривания, выпускавшиеся и установленные на шахтах, отнесены к двум основным типам: осевые и центробежные. Так как в процессе строительства и эксплуатации аэродинамические параметры шахтной вентиляционной сети непрерывно меняются, изменяются требования к количеству воздуха, который должны подавать вентиляторные установки. Регулирование вентиляторов осуществляется двумя принципиально отличными способами - аэродинамическим, при постоянной частоте вращения, и путем изменения частоты вращения рабочих колес. Большое распространение получил аэродинамический способ регулирования путем закручивания потока перед рабочим колесом лопатками направляющих аппаратов (НА). При закручивании потока лопатками НА в сторону вращения колеса, уменьшается давление, подача и потребляемая мощность. При закручивании потока против вращения рабочего колеса давление, подача и потребляемая мощность растут.

Основными узлами осевого вентилятора серии ВОД являются: рабочие колеса первой и второй ступеней, промежуточный и выходной спрямляюще-направляющий аппараты (НА), главный вал с опорами, соединенный муфтами через подвесной трансмиссионный вал с приводным двигателем, имеется обод, служащий шкивом для тормозного устройства. Наиболее эффективно осевые вентиляторы настраиваются на заданные режимы производительности (энергопотребления) путем перестановки лопаток рабочих колес. Для вентиляторов ВОД21, ВОД30, ВОД40 и ВОД50 поворот лопаток рабочих колес может сочетаться с поворотом лопаток направляющих аппаратов. При остановленном вентиляторе индивидуально с шагом 5° поворачиваются лопатки рабочих колес, в промежутках этих углов осуществляется плавная регулировка – одновременный поворот лопаток направляющих аппаратов на ходу вентилятора. Таким образом, производится тонкая, в небольших пределах, настройка направляюще - спрямляющими аппаратами. В осевых вентиляторах лопатки аппаратов размещены между рабочими колесами первой и второй ступени и за колесом второй ступени. Назначение этих лопаток – спрямление потока, выходящего из рабочих колес; придания ему осевого направления, так как только в том случае, когда воздушный поток, выходящий из колеса первой ступени за-

крученным, выпрямляется в спрямляющем аппарате, колесо второй ступени работает с необходимой интенсивностью и двухступенчатый вентилятор примерно удваивает давление (по сравнению с одноступенчатым).

При необходимости более глубокого регулирования вентилятора ВОД (по уменьшению давления) рекомендуется снятие лопаток через одну на втором рабочем колесе.

Если все аэродинамические способы регулирования недостаточны, для обеспечения экономичной работы используют способ замены приводного электродвигателя на двигатель с меньшей частотой вращения и мощностью. Для вентиляторов серии ВОД или вентиляторов устаревших типов ВОКД 1.8, ВОКР 1.8, ВОКД 2.4, ВОКД 3.0 предусмотрена возможность изменения частоты вращения колеса. При этом изменяется соотношение подача-напор (изменяются ОПИ ВГП) и, следовательно, потребляемая мощность.

Центробежные вентиляторы имеют рабочее колесо с профильными лопатками, которое вращается в спиральном корпусе. Режим работы центробежного вентилятора регулируется поворотом лопаток направляющих аппаратов с помощью приводного механизма и редуктора с двигателем. В центробежных вентиляторах изменение направления вращения рабочего колеса не приводит к изменению направления воздушного потока, в связи с чем реверсирование воздушной струи производится с помощью переключающих или реверсивных устройств.

Регулирование производительности и управление потреблением электроэнергии большинства центробежных вентиляторов осуществляется при помощи спрямляющих аппаратов (при возможном сочетании с другими способами).

Назначение направляющих аппаратов – изменение направления воздушного потока перед входом в рабочее колесо. Как и в осевых (установленных перед входом в рабочее колесо) направляющие аппараты центробежных вентиляторов отклоняют воздушный поток по направлению вращения рабочего колеса при всех углах установки от 0 до 90°. При этом принято следующее обозначение углов установки лопаток: 0° - лопатки полностью открыты, их плоскости расположены по оси вала вентилятора; 90° - лопатки установлены перпендикулярно к оси вала и перекрывают сечение. В некоторых центробежных вентиляторах допускается установка лопаток на небольшие отрицательные углы установки (-10°, -20°), при которых поток подкручивается навстречу направлению вращения рабочего колеса. При отрицательных углах установки лопаток на 2-3 % увеличивается давление и значительно растет потребляемая мощность.

Режим работы вентилятора (рабочая точка вентилятора) определяется точкой пересечения характеристики сети $H_b = R_c Q_b^2$ и рабочей (т.е. соответствующей параметрам настройки) напорной характеристики ВГП. Обе характеристики вычерчиваются на диаграмме (в компьютерной модели) в одинаковом масштабе. Точка пересечения характеристики сети с характеристикой статического давления вентиляторной установки определяет ее режим, т.е. величины Q_b , H_b , N , $\eta_{ст}$. С точностью, достаточной для практических целей, кривые, аппроксимирующие напорные характеристики вентилятора, задаются в виде

неполного квадратного уравнения $H_b = A - bQ_b^2$. Каждой из кривых, соответствующих различным параметрам регулирования, могут соответствовать различные значения A, b . Рабочая точка вентилятора определяется из решения системы уравнений

$$\begin{cases} H_b = R_c Q_b^2 \\ H_b = A - bQ_b^2, \end{cases} \quad (5.1)$$

где A, b – коэффициенты аппроксимации.

Зависимость между потребляемой мощностью ВГП, его подачей, напором и статическим к.п.д. определяет рост энергопотребления (как функция третьей степени от Q_b) при росте подачи вентилятора (5.2):

$$N = (Q_b H_b) / 102 \eta_{ст}, \quad (5.2)$$

Этим определяется необходимость перевода вентиляторов на режим настройки строго соответствующий необходимому режиму объектов проветривания (и шахты в целом). Избыточная подача воздуха в шахты и рудники приводит к значительному перерасходу энергопотребления и финансовым затратам.

Порядок выполнения :

1. Запуск программного комплекса и загрузка реального массива информации по шахтной вентиляционной сети действующей шахты через пункты меню «Файл/Открыть/Демо.mine» или через кнопку «Загрузить шахту» на панели инструментов
2. Устанавливается режим «Сортировка отчетов» - по ветвям в режиме «Настройка».
3. На экран выводятся данные по ветви 443, моделирующей вентилятор на восточном вентиляционном стволе № 1 (расположен правее центра схемы вентиляции) путем нажатия л.к.м. на объекте в виде аналогичном рис 6. приложения.
4. Нажатием на кнопку «Доп. депр., мм. вод. ст» осуществляется доступ к базе данных вентиляторов главного проветривания. Первоначальное значение – «не установлен» изменяется на ВЦД 32М⁰(600) путем нажатия стрелки (выпадающий список) правее надписи «не установлен». В результате этого пользователь программного обеспечения получает доступ к полной ОПИ ВЦД 32М с регулированием направляющего аппарата в градусах и для частоты вращения двигателя 600 оборотов в минуту (Рис 5.1).
5. Последовательно выбираются все приведенные в базе значения параметров настройки угла направляющего аппарата (от +70 до –20 градусов с шагом 10 градусов).
6. Для каждого из выбранного параметра нажимается кнопка «Работа на ШВС» и вводится значения статического к.п.д., приведенные в таблице 5.1.

При этом пользователи получают значения величин подачи вентилятора, его депрессии и потребляемой мощности. Данные заносятся в таблицу 5.1.

По результатам расчетов составляется функция энергопотребления в зависимости от подачи вентилятора при его работе на конкретную сеть горных выработок.

Требуемый по газовому и технологическим факторам расход воздуха вентилятора условно принимается равным XXX м³/с (при проектировании шахты он рассчитывается в соответствии с «Руководством по проектированию вентиляции угольных шахт»). На основании этого и результатов моделирования выделяется режим обеспечивающий требуемую подачу воздуха в шахту с минимальным энергопотреблением.

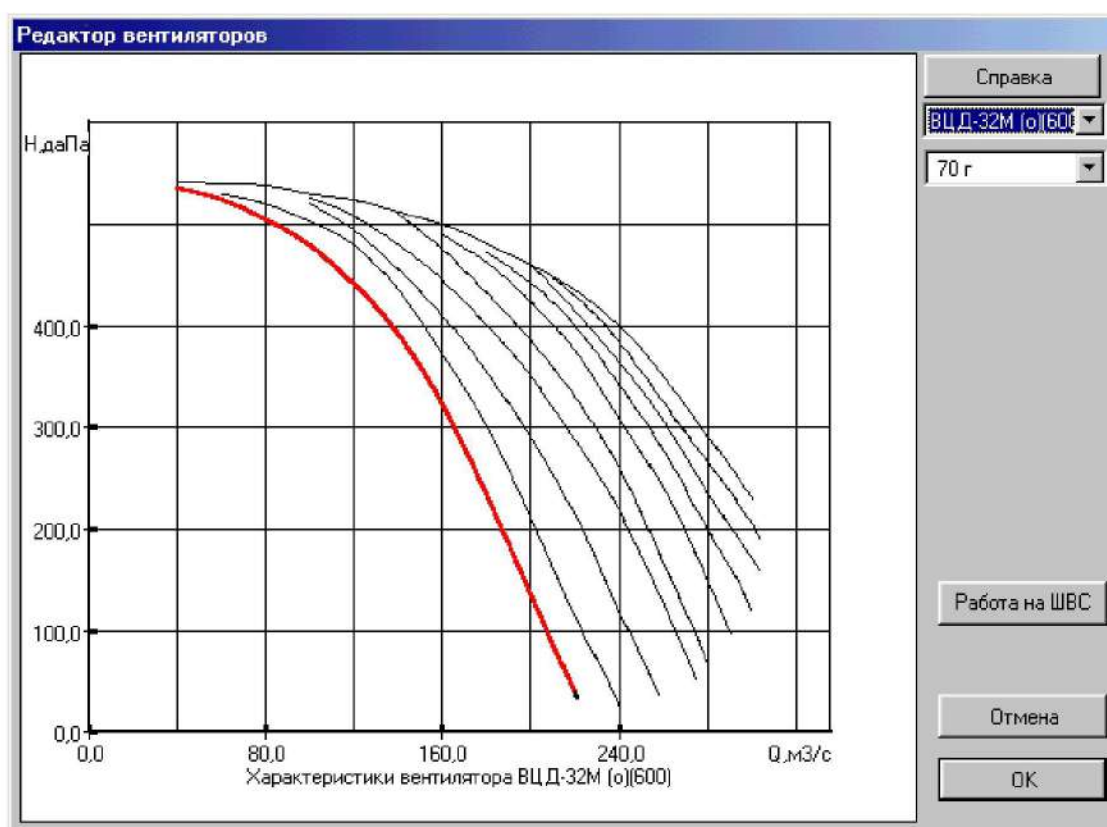


Рис. 5.1 ОПИ вентилятора ВЦД 32М с частотой вращения двигателя 600 об/мин для углов установки направляющего аппарата от -20° (правая верхняя характеристика) до $+70^\circ$ (левая нижняя выделенная характеристика).

Форма представления результатов.

Результаты моделирования оформляются в виде таблицы 5.1.

Результаты моделирования режимов работы ВЦД 32м при различных углах установки направляющего аппарата (НА).

Угол установки НА, град.	Статический к.п.д. *	Подача вентилятора, м ³ /с	Депрессия вентилятора, ДаПа	Потребляемая мощность, КВт.
70	0.60			
60	0.62			
50	0.63			
40	0.65			
30	0.67			
20	0.66			
10	0.65			
0	0.64			
-10	0.61			
-20	0.60			

* - данные для расчетов вводятся в программе (Доп. депрессия в окне ветви)

3. ПРИЛОЖЕНИЕ

Инструкция пользователя программного комплекса «IRS Вентиляция-ПЛА»

Для нормального функционирования системы необходим компьютер, на котором установлены и работают операционные системы Microsoft Windows 95/98/2000/XP или Microsoft Windows NT 4.0. Поэтому минимальные требования к компьютеру определяются минимальными требованиями этих операционных систем. Рекомендуемая конфигурация аппаратной части для работы программ «IRS Вентиляция-ПЛА» с нормальным быстродействием расчетных и графических модулей:

- Процессор не хуже класса Pentium 166MHz ;
- Не менее 16Мб оперативной памяти;
- Наличие в системе достаточно быстрой PCI видеокарты (64-128 битного 2D/3D видео акселератора для Windows - S3 Trio 64, 64V+, CL5446, CL5464 и т.п.);
- Монитор SVGA с разрешением не менее 800x600 при 256 цветах (15-21’’);
- 10 - 15Мб свободного места на диске для установки программ и Баз данных;
- Струйный или лазерный принтер для быстрой печати из Windows.
- Мышь с 2 кнопками - левой (л.к.м) и правой (п.к.м).

1 Запуск программы

Запуск программы осуществляется путем двойного нажатия п.к.м. на символе (иконке), программы «IRS Вентиляция» на рабочем столе компьютера.

После загрузки программы появляется основное окно программы (Рис.1), которое содержит Главное меню, Набор кнопок, Рабочее окно (со схемой шахты в масштабе, позволяющее разместить всю схему на экране – режим «Схема-экран» или ее фрагмент в зависимости от выбираемого масштаба), информационной. После загрузки одного из вариантов данных по шахтной вентиляционной сети при нажатии кнопки «Карта» появляется дополнительное окно с уменьшенной схемой шахты, на которой красным квадратом указывается видимый на экране в настоящий момент фрагмент.

2 Описание меню

Главное меню содержит пункты:

- Файл,
- Правка,
- Вид,
- Задачи,
- Расширения,
- Настройки,
- Справка.

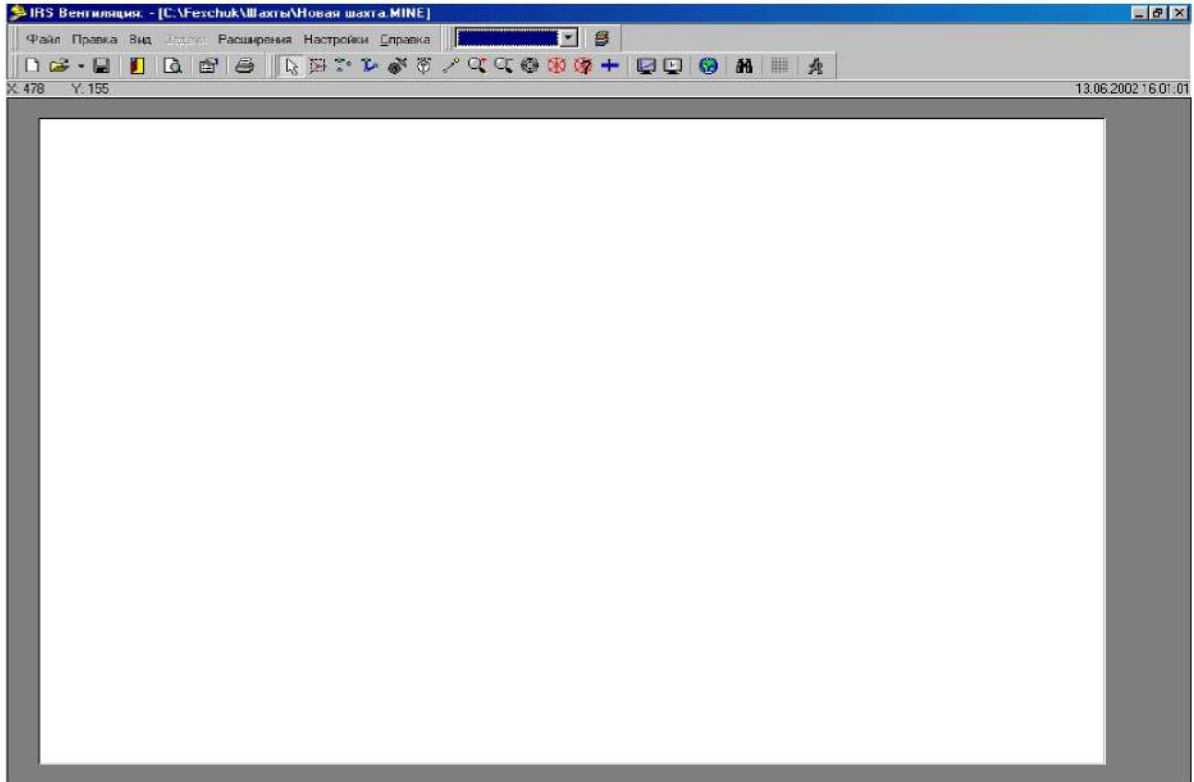


Рис. 1 Основное (главное) окно программы

2.1. Пункт **Файл** содержит общепринятые для Windows-приложений подпункты работы с данными по шахте: *Создать, Открыть, Скопировать, Удалить, Импорт из..., Экспорт в ..., Печать, Выход, О программе*. Действие практически всех операций очевидно из названия и осуществляется по стандартным. При выполнении операции *Открыть* пользователь получает окно с перечнем шахт, находящихся в папке IRS633 / RunImage / Шахты (Рис.2 Для выбора шахты и ее открытия (загрузки в оперативную память всех массивов информации) необходимо мышью выделить (одинарное нажатие л.к.м) вариант схемы (шахту). для Windows -приложений диалогам.

Произойдет выделение названия шахты или варианта синим цветом(как на Рис.2 - Демо.mine), после этого нажатием мышью на кнопку «Открыть» пользователь открывает нужный ему массив из Базы данных и комплекс “IRS Вентиляция” готов к работе. Если вариант (шахта) не выделен синим цветом (т.е. не выделен), открытие шахты не происходит, и у неопытного пользователя создается впечатление «зависания программы» - отсутствие нужной реакции на нажатие кнопки «открыть».

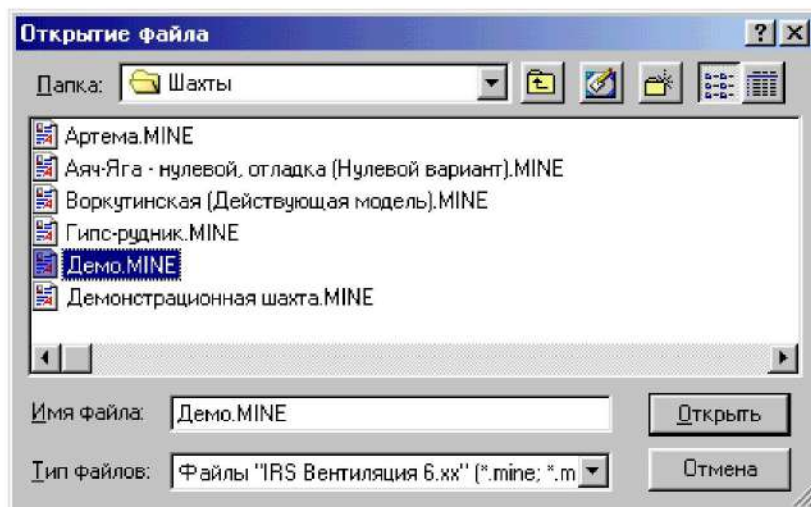


Рис.2. Выбор варианта расчета или шахты

2.2. Пункт **Правка** содержит 2 группы подпунктов:

1. Поставить узел, Начертить ветвь;
2. Таблица узлов, Таблица ветвей, Развернуть все опрокиды, Пласты.

Первая группа служит для создания (корректировки) схемы вентиляции, а вторая группа подпунктов позволяет корректировать табличную информацию.

Подпункт «Таблица узлов» приводит к появлению окна просмотра и корректировки информации об узлах вентиляционной сети (Рис. 3). В данной версии к параметрам узлов отнесены признак узла поверхности, наличие подъема на поверхность (для нижних узлов стволов, оборудованных подъемными устройствами горнорабочих в нормальных или аварийных условиях), абсолютная геодезическая (высотная) отметка узла и их графические параметры – координаты X и Y на схеме вентиляции в пикселях (Рис. 3).

Подпункт «Таблица ветвей» позволяет осуществлять корректировку всех данных по ветвям, представленных в таблице на рис. 4. В данной версии к параметрам ветвей, корректируемым таблично, отнесены: R - аэродинамическое сопротивление (кμ), L - длина (м), S - площадь поперечного сечения (м²), H_d - депрессия источников тяги в ветви (доп. Депрессия, даПа), T_n , T_k температура в начале и конце выработки (°C), h - высота выработки в сечении перпендикулярном почве (м), α - угол наклона (град.), N_p номер позиции ПЛА, тип выработки (выбирается из списка типов), $H_{фикс}$, $Q_{фикс}$ - величины фиксированной депрессии и фиксированного расхода (при расчете задавая не аэродинамические сопротивления ветвей, а значения фиксированной депрессии или фиксированного расхода в ветви), R , - сопротивление выработки при закорачивании (открытии вентиляционной двери), $H_{факт}$, $Q_{факт}$ – величины замеренных значений расхода и депрессии в выработке.

- Аварийные условия;
- Отчеты;
- Исследования H,Q,R.

2.5. Пункт меню «Расширения» содержит перечень задач, оформленных как DLL.

2.6. Пункт **Настройки** позволяет принимать удобные/необходимые для пользователя изменения по пунктам: **Общие, Цвета, Поддержка ПЛА, Расположение, Пароль.**

3 Описание панели инструментов

Ниже главного меню расположены кнопки (рис.1) для быстрого выполнения операций (панель инструментов). Все кнопки снабжены подсказками и при перемещении на них указателя мыши с выдержкой паузы в 1 сек. появляется подсказка о назначении данной кнопки.

Первая группа из 4-х стандартных для любого Windows- приложения кнопок дублирует пункты меню Файл и позволяет соответственно создать данные по новой шахте (New), загрузить шахту(Open), сохранить изменения (Save), выйти из программы(Exit).

Кнопка «Поиск» (кнопка с изображением стрелки) является основным информационным или расчетным режимом работы со схемой вентиляции. При этом программно распознается объект, на который указывает курсор мыши. При кликании мышью на выбранном объекте (узле, ветви, датчике или подстанции) появляется следующий уровень данных об объекте.

Кнопка «Выделить ветви» позволяет выделять группу ветвей для последующего выполнения операций над ними (например, вычисление суммы длин и т.д.).

Две кнопки с изображением узлов (точек) и линий относятся к группе, позволяющей создавать схемы вентиляции всей шахты или любых ее фрагментов (кнопки «Поставить узел» и «Нарисовать ветвь» соответственно).

Две кнопки «лупа» со знаками + и – соответственно позволяют увеличивать и уменьшать масштаб схемы. При нажатии одной из них указатель мыши принимает форму «лупы». «Лупа» подводится к месту, которое после изменения масштаба помещается в центр экрана и нажимается левая кнопка мыши (л.к.м.). Если нужно увеличение/уменьшение видимого фрагмента – подведите «лупу» к центру экрана и нажимайте л.к.м. нужное число раз. Для пользователя создается впечатление «плавного увеличения/уменьшения фрагмента схемы».

Две кнопки «Схема - экран» и «Лист - экран» позволяют быстро включить режим изображения на экране всей схемы вентиляции (автоматически вычисляется нужный масштаб уменьшения) или листа со схемой. Разница состоит в том, что в первом из режимов отбрасываются поля (т.е. чистые участки на листе со схемой вентиляции).

Кнопка «Карта шахты» с изображением карты (глобуса) позволяет дополнительно на экране иметь уменьшенный вариант схемы вентиляции ($\approx 3 \times$

5 см) с красным прямоугольником, выделяющим ту часть схемы, которая видна на экране в текущий момент. Назначение данной кнопки - навигация, т.е. ориентировка пользователя на схеме и быстрый переход на другой участок схемы. Для этого необходимо на карте подвести курсор мыши на нужную точку и нажать л.к.м.

Кнопка «Перейти на объект» с изображением бинокля позволяет быстро найти нужный объект (узел, ветвь, выработку по названию) и переключить экран на фрагмент с выбранным объектом.

Кнопка «Маршрут» с символом пешехода активизируется при решении задач построения маршрутов выхода горнорабочих (движения отделений ВГСЧ).

Кнопка «Центровка схемы» позволяет переместить указанную точку в центр экрана. Кнопка позволяет осуществлять подвигание схемы на экране, в том числе плавное. Для небольшого сдвига схемы (например, вправо на 1 см) необходимо щелкнуть указателем центровки (курсор мыши приобретает вид перекрестия прицела) на соответствующее расстояние от центра в противоположную сторону (в нашем примере – нужно щелкнуть указателем мыши на 1 см левее центра; при этом указанная точка, расположенная на 1 см левее центра сместится в центр и вся схема как бы подвинется вправо на 1 см). При всей сложности описания данной операции она весьма проста и осваивается после первого приема.

Кнопка «Сетка» позволяет включать / выключать сетку на экране. Сетка весьма удобна при рисовании на экране схемы вентиляции или ее больших фрагментов. Шаг сетки может изменяться в режиме «Настройка».

4. Ввод информации в базу данных

Ввод информации осуществляется по принципу минимальной достаточности и может пополняться по необходимости при сетевом варианте с решением различными специалистами задач вентиляции, ПЛА, безопасности, технологии, мониторинга и т.д. Основные операции :

- Рисование схемы;
- Ввод числовых (табличных значений);
- Пополнение БД напорных характеристик ВГП/ВМП конкретными характеристиками ВГП/ВМП шахты пользователя (в случае ее отсутствия в стандартной БД) при помощи редактора напорных характеристик .

4.1. Создание схем вентиляции

Создание схем рекомендуется проводить в следующей последовательности:

- Нанести сетку с шагом 1 см (возможно до 5 см) на реально нарисованную схему вентиляции. Схема вентиляции должна быть с расставленными номерами узлов и ветвей. Линии сетки нумеруются, начиная с верхнего левого узла. По оси X увеличение ведется, как и в системе координат Декарта, сле-

ва направо. По оси Y наоборот - увеличение координаты ведется сверху вниз. Данная операция позволяет быстро вычислять координаты узлов на схеме вентиляции (т.е. мест пересечения горных выработок, далее Узлов) в миллиметрах на схеме вентиляции: к координатам ближайшего узла сетки в сантиметрах прибавляется или вычитается нужное число миллиметров до Узла. Например, Узел (схемы вентиляции) номер 17 находится недалеко (вниз 4 мм по диагонали) от пересечения линий сетки $Y=15$, $X=23$. Координаты узла 17 на схеме, таким образом, равны $X_{17} = 234$, $Y_{17} = 154$.

- Включить кнопку рисования узлов и в режиме диалога расставить основной массив узлов схемы вентиляции. Если какой-либо из узлов или их группа будет пропущена, они могут быть дополнительно введены в процессе рисования ветвей. Однако основные, определяющие структуру схемы Узлы желательно ввести сразу. Курсор мыши (в виде карандаша с указателем) перемещается в нужную точку и нажимается л.к.м. Координаты курсора мыши автоматически считываются при перемещении курсора по экрану и видны в информационной строке. Для постановки узла 17 на экране (в рассматриваемом примере) курсор мыши смещается к координатам 234-154. Таким образом, возможно перенесение с листа бумаги на экран мест расстановки Узлов на схеме вентиляции. При этом точность - до 1 мм.
- Включить кнопку рисования линий (ветвей), провести рисование прямых или ломаных линий, задающих ветви.

Узел 202

Входящих ветвей: 0

Ветвь №, н...	Нач. уз.	Сопр.	Депр.	Доп. депр.	Расход
---------------	----------	-------	-------	------------	--------

Выходящих ветвей: 2

Ветвь №, н...	Кон. уз.	Сопр.	Депр.	Доп. депр.	Расход
[222]. 1 зап...	203	0,00200	0,03	0,00	-3,64
[224]. Верхн...	204	0,00100	0,01	0,00	3,64

Номер узла: 202 X: 166

Высотная отметка, м: -369 Y: 85

Давление в узле: -125,53

Узел поверхности

Подъем на поверхность

Удалить

Отмена

ОК

Рис. 5. Диалоговое окно рисования узлов и ввода их параметров

Рисование узлов (нажата кнопка «рисование точки») сводится к выбору мышью места на схеме, где предполагается поставить соответствующий узел.

После кликания мышью появляется диалоговое окно (рис. 5). Номер узлу присваивается автоматически. Присваивается первый из свободных номеров или номер на 1 больше максимального исходя из выбранных настроек (Настройки/Общие, группа кнопок «Номер нового объекта»: «первый доступный» или «максимальный +1»). При необходимости пользователь может ввести свой номер узла, отличный от предлагаемого.

В окнах X и Y автоматически указываются координаты выбранной точки, а в окне «Высотная отметка» вводится (при необходимости) абсолютная геодезическая отметка узла. Поле выбора «Узел поверхности» (да - нет) позволяет изображать на схеме узлы, выходящие на поверхность в принятом виде (линия до 5 мм, с пунктиром внизу), а атрибут «Подъем на поверхность» указывает на наличие подъема людей (нижние отметки клетевых стволов).

Рисование ветви: (нажата кнопка «рисование линий»). Необходимо выбрать начальный узел из нарисованных (или кликнуть на свободном пространстве, где необходимо поставить начальный узел). После одинарного кликания мышью (одинарного быстрого нажатия и отпускания кнопки) за курсором начинает тянуться «нить» до места постановки конечного узла или поворота. Для рисования любого количества поворотов необходимо нажать Ctrl и кликнуть мышью в выбранном месте. Нить фиксируется в указанном месте излома и продолжает далее тянуться за курсором до места нового поворота или конечного узла. После установки конечного узла появляется диалоговое окно (рис. 6), определяющее параметры введенной ветви (выработки, утечки воздуха, вентиляторы и т.д.).

Рис. 6. Диалоговое окно рисования ветвей, ввода и расчета их параметров

Название вводится с клавиатуры, а номер принимается присвоенный программой или устанавливается пользователем путем ввода в соответствующем окне. «Тип»-выработка, утечка, ВГП, дверь, две двери, перемычка, регулятор, лава...

выбирается из выпадающего списка. В данной версии программы все утечки рисуются белой тонкой пунктирной линией, все остальные типы ветвей будут изображаться в соответствии с Инструкцией по рисованию схем вентиляции (промышленная версия). Указатель «Свежая» приводит к рисованию красным цветом стрелок, указывающих направление движения воздуха в выработке (параметр «Вид/Стрелки» главного меню должен быть включен). Для исходящих струй («птица» в поле «Свежая» отсутствует) стрелки будут рисоваться синим цветом. При необходимости пользователь переходит к закладкам «Вид», «ПЛА», «Аксессуары» (Рис. 6) вводит соответствующие данные в режиме диалога.

4.2. Расчет аэродинамических сопротивлений (R-блок)

Комплекс IRS «Вентиляция» имеет встроенные функции автоматизации расчета аэродинамических сопротивлений горных выработок (R). Доступ к данной задаче осуществляется нажатием кнопки «Сопротивление» на Рис. 6 или выбором соответствующей задачи в главном меню. При этом появляется окно (рис. 7), позволяющее провести автоматизированный расчет R.

Рис. 7. Расчет аэродинамических сопротивлений

Параметры “Длина” и “Площадь” выбираются из БД. Пользователь вводит коэффициент аэродинамического сопротивления (альфа) и получает R, которое передается в БД путем нажатия Ок.

Другой вариант расчета - указать форму поперечного сечения. При этом активизируется кнопка “Использовать график”. Далее в появившемся окне проводится расчет сопротивления по графику. Принятие результатов – Ок.

4.3. Работа с полными областями промышленного использования (ОПИ) вентиляторов

Пользователь имеет возможность установки ВГП / ВМП в любой ветви сети (при промышленной работе, естественно, в местах их физического расположения).

При нажатии кнопки Доп. депр. (на рис. 6) появляется окно (рис. 8) с указанием установленного вентилятора и графическим изображением его ОПИ. При отсутствии в данной ветви вентилятора в списке указана строка «Не установлен», кривые ОПИ в этом случае отсутствуют. Для вызова списка вентиляторов, имеющихся во встроенной БД необходимо нажать кнопку стрелка рядом с надписью «Не установлен». Из появившегося списка выбирается вентилятор (в примере на рис. 8 – ВОД-30).

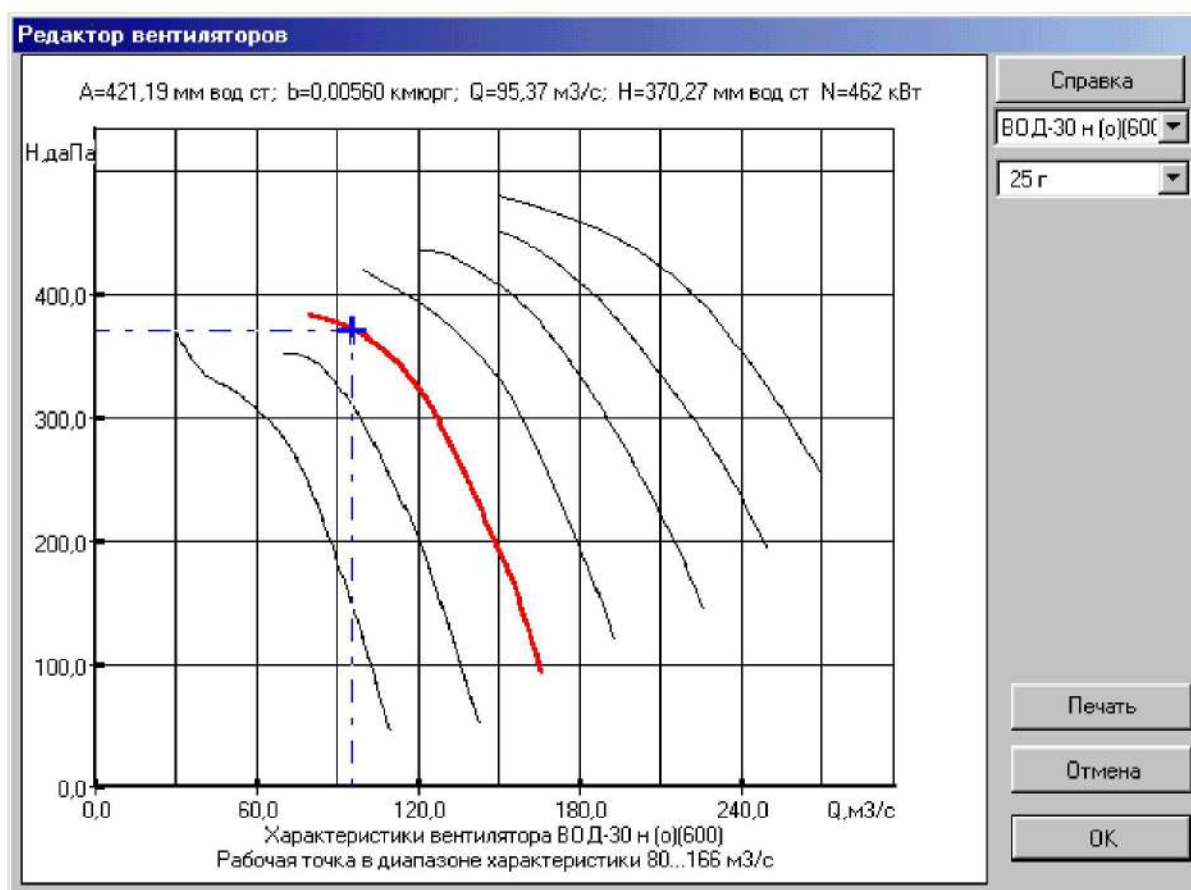


Рис.8. Параметры рабочей точки вентилятора (режим работы)

После выбора ВГП/ВМП указывается угол установки параметров регулирования, выбранная кривая подсвечивается красным цветом, и, после нажатия на кнопку «Работа на ШВС», проводится моделирование работы вентилятора в указанной ветви с заданными характеристиками.

Результаты аппроксимации параметров напорной характеристики (А и b), рабочая точка вентилятора (расход и депрессия) и потребляемая мощность выводятся в верхней части окна (рис. 8).

5. Решение задач комплекса «Вентиляция - ПЛА»

5.1. Задача «Ошибки топологии»

Данная задача проводит проверку схемы вентиляции на связность. Обнаруживаемые ошибки делятся на **критические** – при них расчет воздухораспределения не возможен, пользователю указываются все причины и предлагается устранить ошибки, а также **вероятные** (возможные) ошибки топологии.

В данной версии программы тестируются следующие ошибки:

1. Критические:

- число ветвей =0;
- число узлов поверхности ≤ 1 . При использовании схемы вентиляции необходимо каждый узел поверхности нумеровать индивидуальным номером. Для программ, использовавших только табличное представление данных (без графики) широко использовался метод обобщенного узла поверхности с номером 1. В программах с графикой данные упрощения схем не приемлемы.

- в одном (или нескольких) узлах имеется нарушение связности – узлу инцидентна только одна ветвь;

2. Вероятные:

- с узлом связано более 4-х ветвей;
- с узлом связаны только входящие ветви;
- с узлом связаны только выходящие ветви;
- на схеме имеются свободные узлы – нарисованы узлы, с которыми не связаны ветви.

Наличие вероятных ошибок служит для информации пользователя о возможной ошибочной кодировке схемы, имеется возможность просмотра и корректировки данных. Если нет критических ошибок и строки текста «Расчет невозможен», то по усмотрению пользователя проводится расчет воздухораспределения.

Необходимо отметить, что значительное число ошибок пользователя контролируются или блокируются на этапе ввода данных и рисования схемы: совпадение начала и конца ветви (начальный и конечный узлы совпадают), повторение номера ветви, повторение номера узла, ввод неверного символа, ввод дробного числа (данных) и ряд других.

Задача «Ошибки топологии» для целочисленных значений применима после ввода всей схемы вентиляции. В результате работы блока «Ошибки топологии» появляется диалоговое окно (рис. 9, рис. 10) с закладками обо всех обнаруженных и вероятных ошибках. Окно «Вероятные ошибки топологии» содержит от 1 до 4-х закладок (в зависимости от обнаруженных ошибок). Нажатие на любую из закладок позволяет просмотреть соответствующую инфор-

мацию. На рис. 9 показано наличие 3-х закладок (нарушение связности, только входящие ветви, число ветвей больше 4).

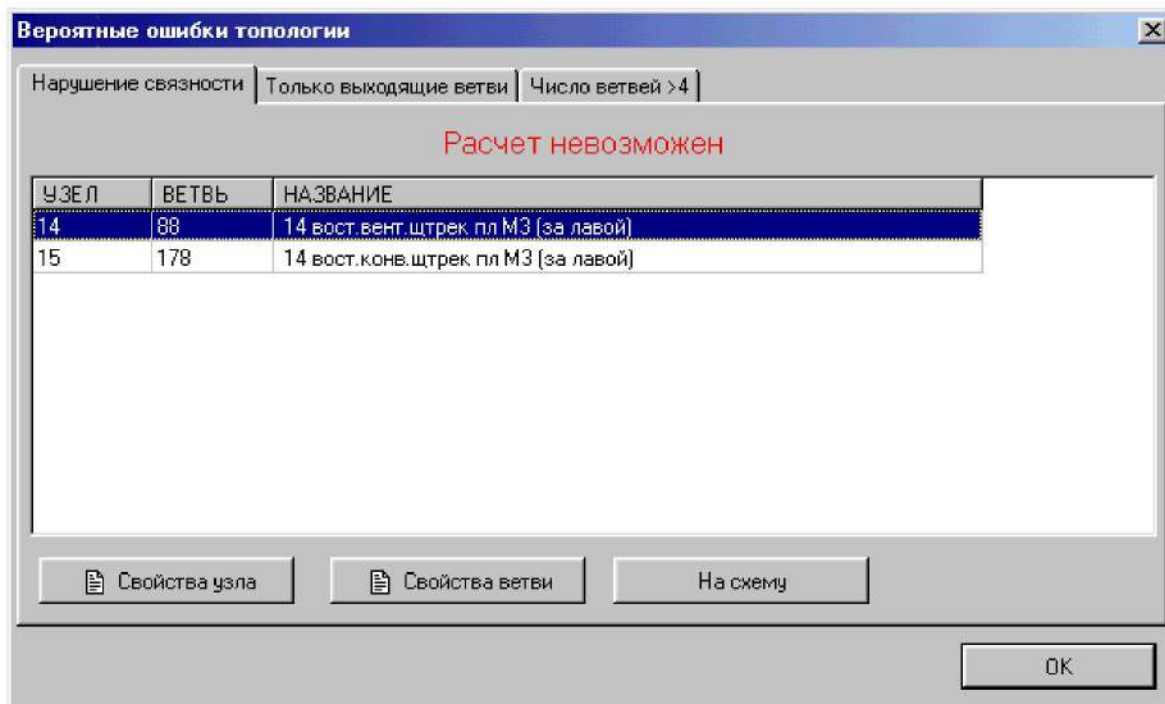


Рис. 9. Просмотр «критических» ошибок топологии

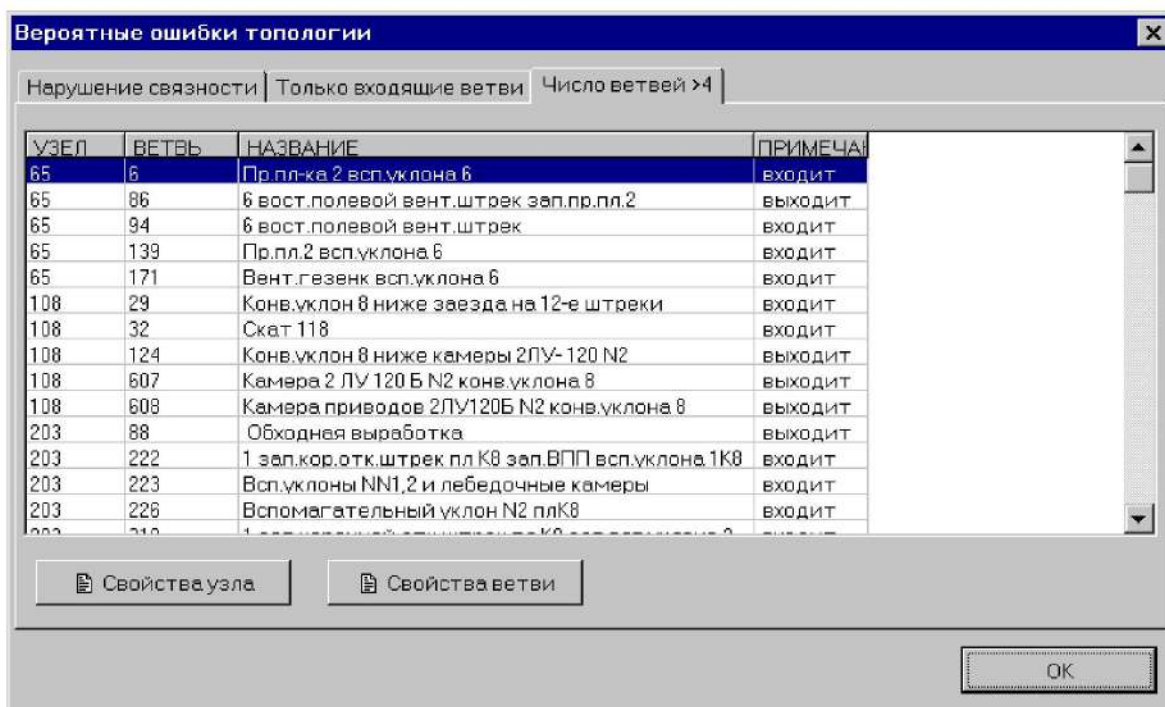


Рис. 10. Просмотр вероятных ошибок топологии

На рис. 9 включена закладка «Нарушение связности», в этом случае расчет невозможен. На рис. 10 включена закладка «Число ветвей >4», на экран выведен перечень узлов, которым инцидентно более 4-х ветвей. Нажатием

кнопку “Свойства узла” или “Свойства ветви” пользователь может получать и корректировать данные. Для “критических” ошибок возможен переход непосредственно на схему вентиляции и корректировка графики.

5.2. Задача «Воздухораспределение»

Вызывается из пункта меню или дублируется функциональной кнопкой F2 и позволяет провести решение прямой вентиляционной задачи – провести расчет распределения расходов воздуха в сети горных выработок (до 2000 ветвей) при заданных величинах аэродинамических сопротивлений и характеристик источников тяги (естественных или принудительных). Расчету воздухораспределения может при необходимости предшествовать этап корректировки информации: проведение новых выработок, корректировка сопротивления отдельных ветвей, изменение параметров регулирования вентиляторов, установка новых вентиляторов или напротив сокращение их числа (при совместной работе на сеть). После включения данной задачи проводится скрытая (в фоновом режиме) проверка вентиляционной сети на критические ошибки топологии (см. задача “Ошибки топологии”). При их отсутствии осуществляется расчет воздухораспределения и его результат выдается для просмотра в виде таблицы (рис. 11).

ВЕТВЬ	НАЧ. УЗЕЛ	КОН. УЗЕЛ	РАСХОД. МЗ/СЕК.	РАСХОД. МЗ/МИН.	СОПРОТИВЛЕН.	ДЕПРЕССИЯ	ДОП. ДЕПРЕССИЯ
1. Вентиляционный ходок в леб. камеру всп. уклона 2	629	671	10,09	605,5	0,00240	0,2	0,00
2. Обходной квершлаг всп. уклона 2	29	24	-0,39	-23,4	0,00250	0,0	0,00
3. Верхняя пр. пл-ка мехходка 2	23	29	18,43	1105,9	0,00167	0,6	0,00
4. Нижняя пр. пл. мехходка2	47	48	20,95	1256,9	0,00110	0,5	0,00
5. Камера водоотлива м/х 2	47	49	1,31	78,4	0,20000	0,3	0,00
6. Пр. пл-ка 2 всп. уклона 6	64	65	87,39	5243,5	0,00168	12,8	0,00
7. пр. пл-ка 9 вост. всп. укл. 2	133	45	6,59	395,7	0,00100	0,0	0,00
8. Обходная выработка гор. 875м	67	122	3,88	232,5	1,20000	18,0	0,00
9. Скат 109	72	122	1,70	101,8	103,50000	297,8	0,00
10. Грузовая ветвь ОД гор. 875м	127	124	136,27	8176,0	0,00030	5,6	0,00
11. Вент. квершлаг гор. 875м	126	125	41,55	2492,8	0,00200	3,5	0,00
12. Вост. вент. ствол 1 ниже гор. 875м	123	124	74,84	4490,4	0,00013	0,7	0,00
13. Пор. ветвь ОД гор. 875м	125	124	47,12	2827,1	0,00080	1,8	0,00
14. Людской ходок 6 ниже звезда 6	81	73	10,98	659,0	0,00440	0,5	0,00
15. Камера 2ЛУ120 Б N1 конв. уклона 8	74	71	2,92	175,4	0,27000	2,3	0,00
16. Камера 2ЛУ120Б N1 конв. уклона 8	71	70	5,93	355,6	0,00100	0,0	0,00
17. Конв. уклон 8 ниже вент. сбойки	88	89	22,72	1363,1	0,00090	0,5	0,00

Диапазон: Все ветви

Печать... ОК

Рис.11. Таблица распределения расходов воздуха в сети горных выработок

После нажатия на кнопку «Печать» (Рис.11) пользователь производит выбор необходимой формы отчета для печати. На печать может быть выведен отчет «Стандартный» или любой другой из имеющийся в Вашей библиотеке отчетов.

Для любого из выбранных отчетов проводится его генерация, и пользователь может просмотреть его, либо вывести на печать, нажав на соответствующую кнопку.

Результаты расчетов автоматически выводятся на схему вентиляции при включенном режиме Вид/Ветви/Расход воздуха (рис.12).

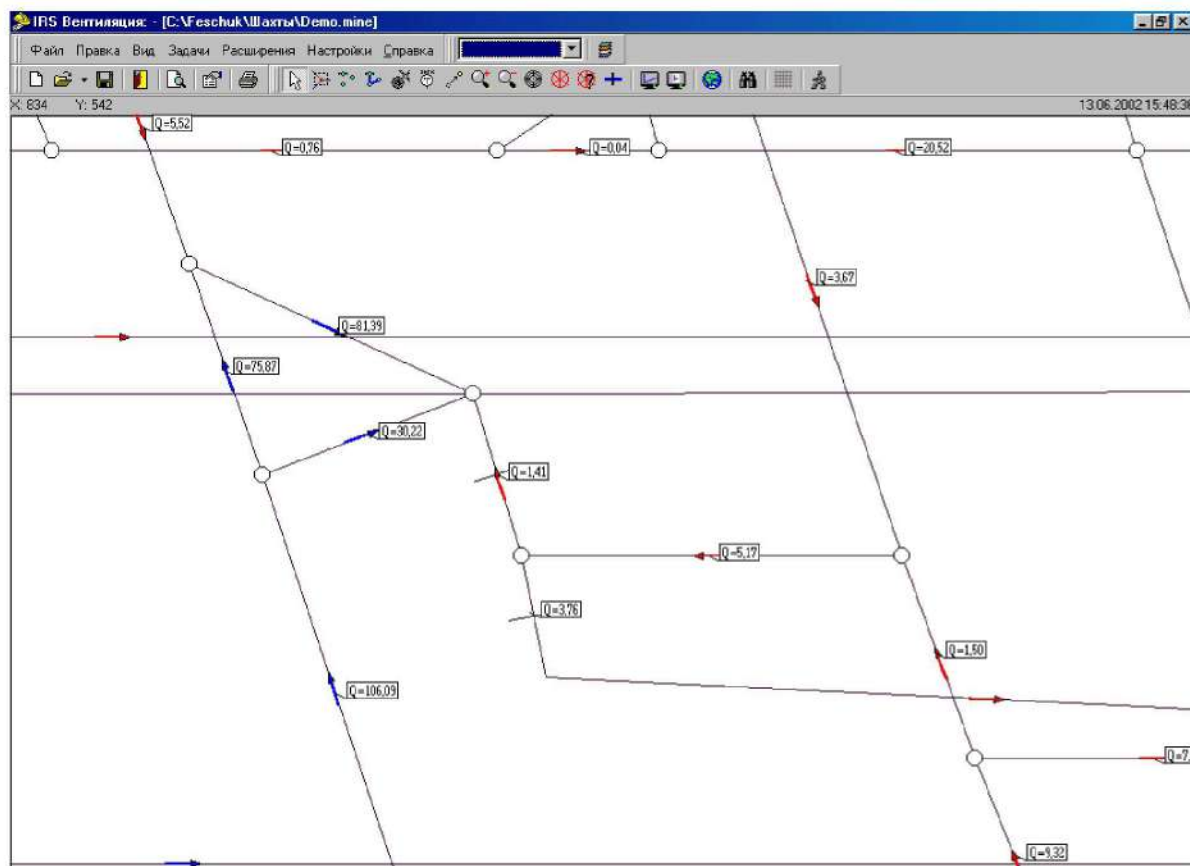


Рис.12. Расстановка распределения воздуха на схеме вентиляции

5.3. Группа задач «Аварийные условия».

Данная группа задач позволяет моделировать возникновение пожара в горных выработках, рассчитывать оптимальные по времени маршруты выхода горнорабочих при пожарах с учетом зон загазирования, маршруты движения подразделений ВГСЧ (на разведку, ликвидацию аварии или при транспортировке пострадавших), а также проводить оценку устойчивости вентиляционных струй (по направлению) при пожарах в наклонных горных выработках.

Задача «Моделирование пожара» позволяет автоматически пересчитать величину тепловой депрессии пожара в горной выработке, рассчитать аварийное воздухораспределение, определить места возможного опрокидывания (изменения направления движения) воздуха, выделить все выработки, в которые попадают пожарные газы (зона загазирования). Пользователь указывает номер аварийной выработки, получает из БД ее числовые характеристики (рис. 13). Результаты моделирования возникновения пожара приводятся в табличном варианте (закладки на рис. 13) или выносятся на схему вентиляции (рис. 14). При этом (рис. 14) аварийная выработка на экране помечается крас-

ным цветом, а выработки, в которые попадают продукты горения (зона загазования) – желтым.

В «Настройках» рекомендуемая палитра для данной задачи – «Стандартная».

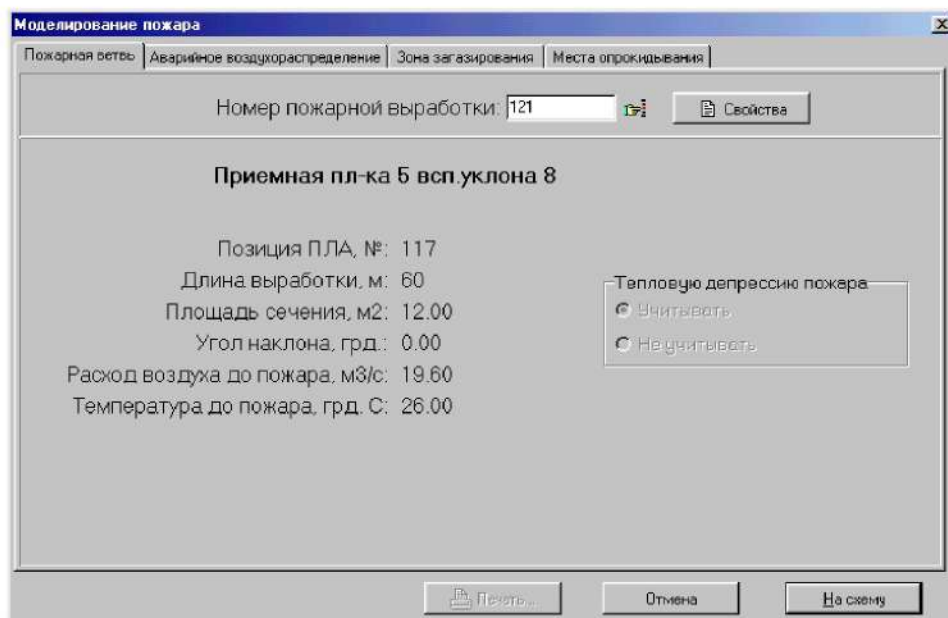


Рис. 13. Моделирование пожара в горной выработке

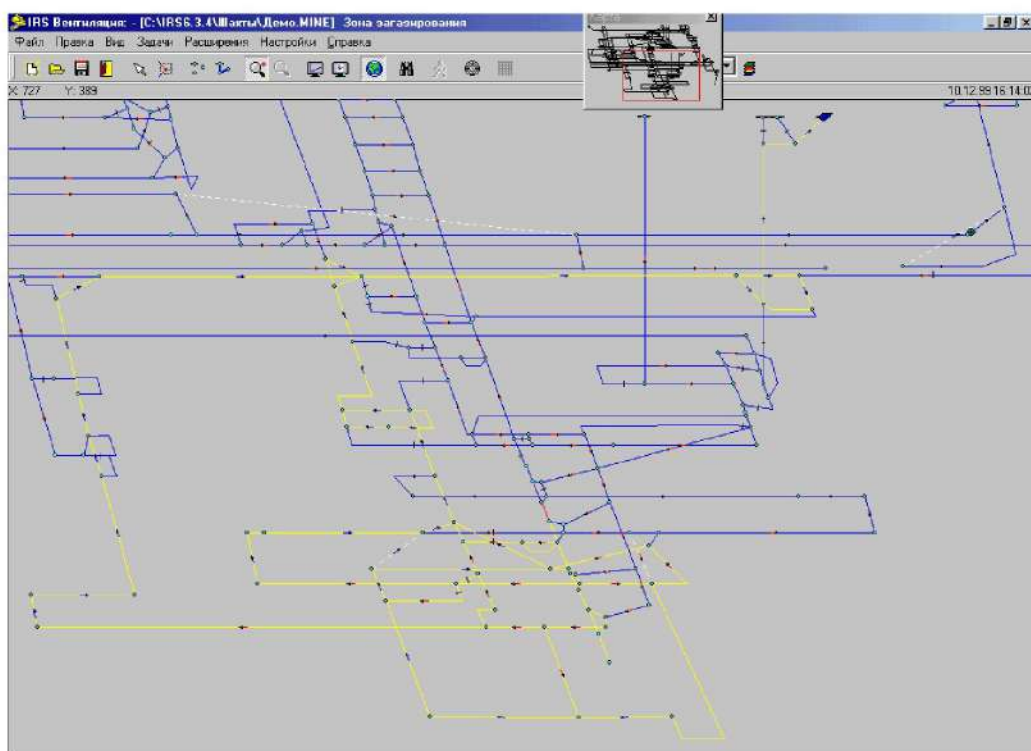


Рис. 14. Зона загазования при пожаре

Задача «Маршруты вывода горнорабочих» позволяет при составлении ПЛА рассчитать оптимальные пути вывода людей с минимальным време-

нем их нахождения в дыму. Для этого необходимо указать место возможного возникновения пожара (номер ветви) и после расчета зоны загазирования (аналогично рис.14) пользователь получает информацию о местах возможного попадания горнорабочих в опасную зону. При этом предварительно в БД во всех ветвях с постоянным нахождением горнорабочих должно быть указано их примерное число (цель – выделить выработки с постоянным нахождением горнорабочих) – см. рис. 15.

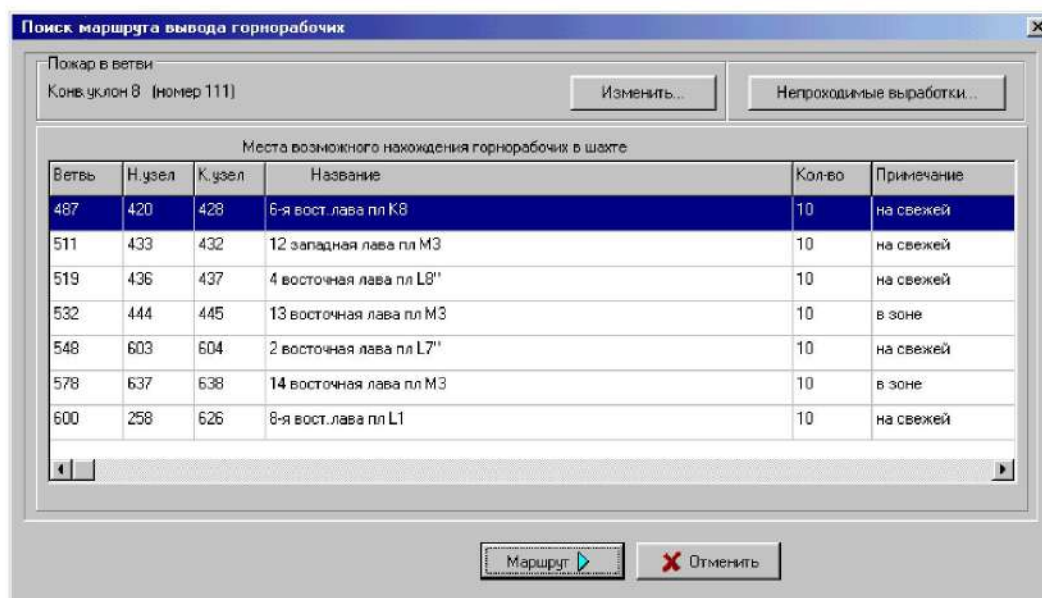


Рис. 15. Определение возможного попадания людей в зону загазирования

На основании анализа данных по горным выработкам программно формируется список непроходимых ветвей (выработок). К ним относятся пути прососов воздуха, изолированные выработки, выработки с пожаром, выработки с высотой менее 0,6 м или с углом наклона более 70° (рис. 16). Пользователь имеет возможность их просмотра и при обнаружении неточностей – корректировки.

После выбора ветви (например, 14 восточной лавы пласта М₃, рис. 15) и нажатии на кнопку «Маршрут» пользователь получает обобщенную информацию о времени выхода к ближайшему узлу со свежим воздухом и времени, затрачиваемом при движении по свежей струе воздуха ко всем узлам, имеющим пометку «Подъем на поверхность», т.е. к нижним узлам клетевых стволов (рис. 17).

Далее пользователь выбирает интересующий его маршрут, получает по нему детальную информацию (рис. 18) и имеет возможности печати результатов (кнопка – «принтер», рис. 18), либо их передачи через буфер обмена для дальнейшей обработки (кнопка «Копировать»).

Время движения до ближайшего узла на свежей струе не должно превышать времени защитного действия самоспасателей, применяемых на шахте.

Нажатие на кнопку «Готово» позволяет перейти к анализу ситуации на схеме вентиляции (рис. 19). К зоне загазирования (на экране выделена желтым

цветом) добавлены непроходимые выработка (белый), маршрут движения в дыму (фиолетовый) и маршрут движения по свежей струе (зеленый).

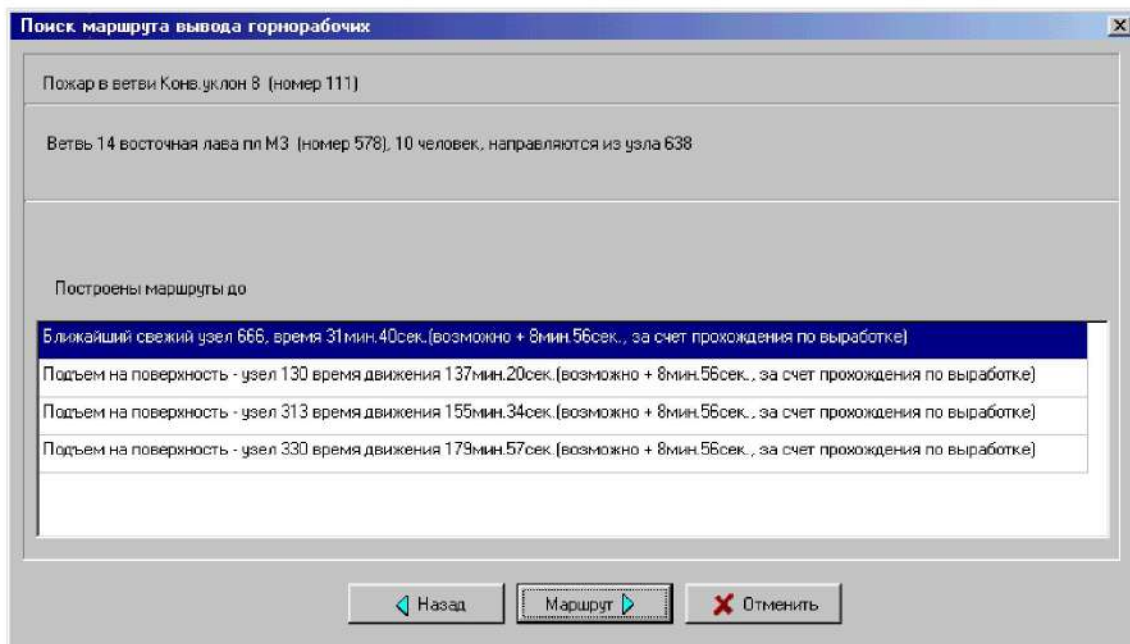


Рис. 16. Список непроходимых выработок с указанием причины

Ветвь	Н.узел	К.узел	Название	Причина
111	101	111	Конв.уклон 8	пожар
9	72	122	Скат 109	угол наклона больше 75 гр.
28	101	100	Скат 117	выработка непроходима
32	109	108	Скат 118	выработка непроходима
39	21	22	Паралл.квершлаг на пл М2-завал	высота меньше 0.6; выработка непрох
56	4	130	Восточный воздухоподающий ствол	угол наклона больше 75 гр.
108	92	276	Вент.гезенк склада ВМ	угол наклона больше 75 гр.
113	118	116	Конв.уклон р/л пл М3-погашен	выработка непроходима
120	104	103	Вент.ходок р/л пл М3/утечка/	высота меньше 0.6; выработка непрох
133	671	669	Скат 107	угол наклона больше 75 гр.
144	124	128	Вост.вент.ствол 1 выше гор.875м	угол наклона больше 75 гр.
145	2	129	Утечки вент.канала вост.в/ствола	угол наклона больше 75 гр.; высота м
146	1	128	Вост.вент.ствол 1 выше вент.кана	угол наклона больше 75 гр.
209	293	295	Скважина волооборника пл 1 7" ит	высота меньше 0.6; выработка непрох

Закреть

Рис. 17. Обобщенная информация о построенных маршрутах выхода горнорабочих

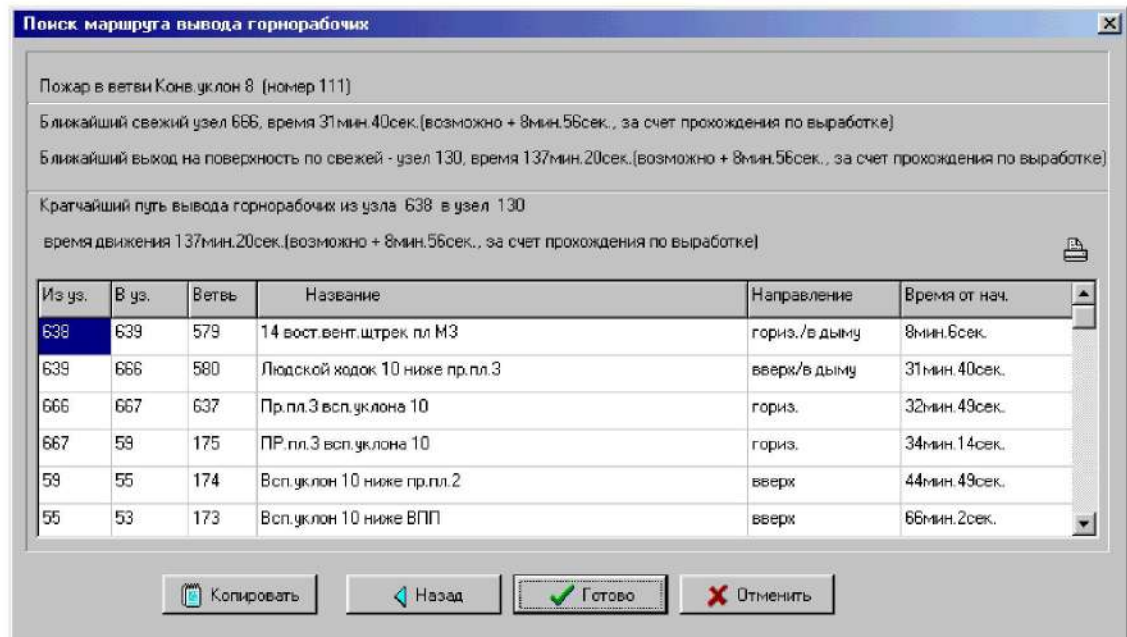


Рис.18. Оптимальный маршрут выхода на свежую струю и далее к подъему на поверхность

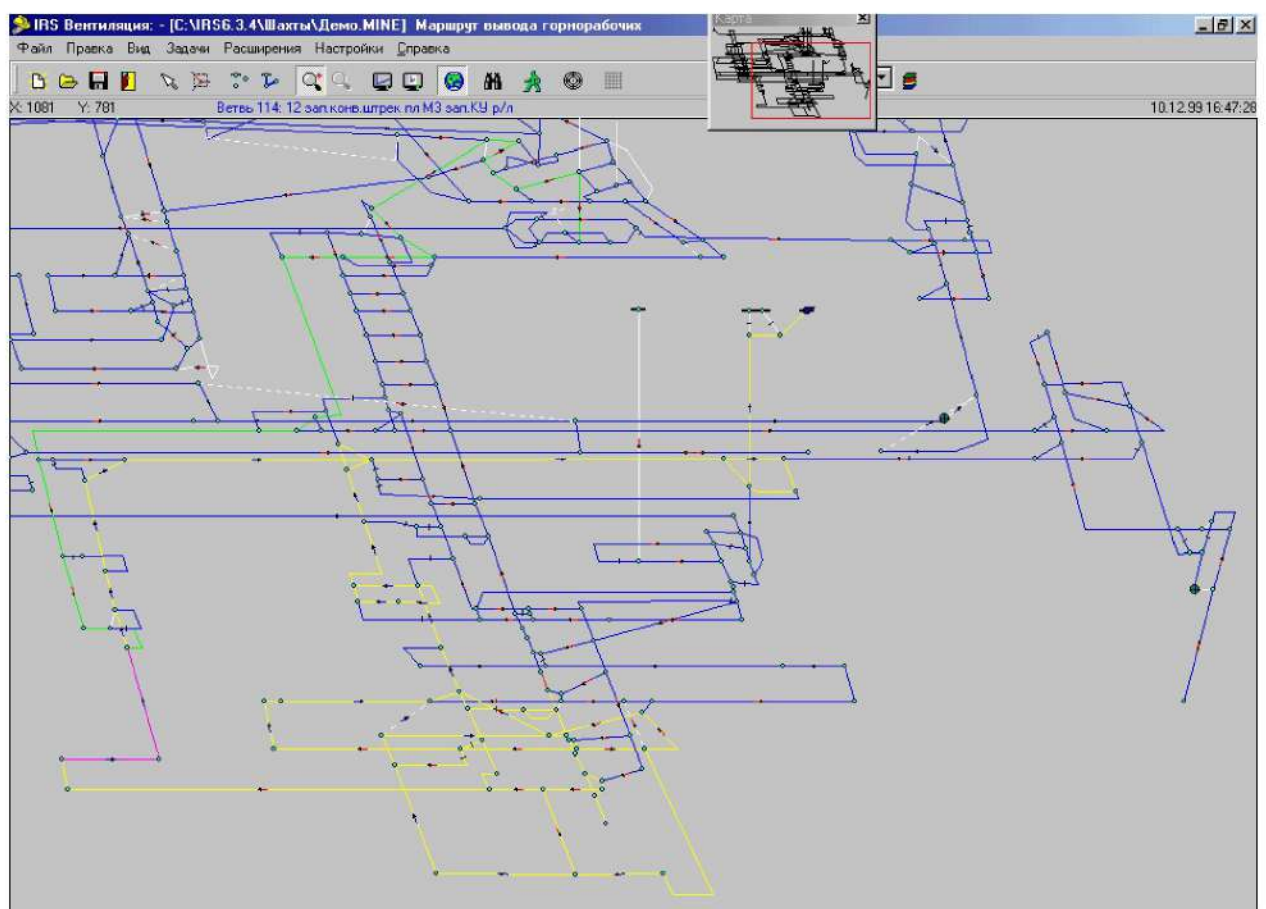


Рис. 19. Зона загазирования и маршруты вывода горнорабочих на схеме вентиляции

В «Настройках» рекомендуемая палитра для данной задачи – «Стандартная».

Величина скорости передвижения горнорабочих определяется в соответствии с «Методическими указаниями по расчету времени выхода включенных в самоспасатели людей по загазированным выработкам шахты» (Приложение 14 к Уставу ГВГСС)

Группа задач «Маршруты движения ГВГСС» (в составе группы «Аварийные условия») позволяет рассчитывать оптимальные по времени движения отделений профессиональных горноспасателей на разведку, ликвидацию аварии или транспортировку пострадавшего. Интерфейс и порядок решения задач близок к интерфейсу задачи «Вывод горнорабочих».

Отличие состоит в следующем:

1. Скорость передвижения отделений ВГСЧ в шахте определяется в соответствии с Приложением к Уставу ГВГСС;
2. Предварительно на схеме вентиляции (должны быть включены номера узлов) необходимо наметить (и запомнить) номера начального и конечного узлов предполагаемого маршрута. Для разведки – это нижний узел ствола, по которому предполагается спуск отделения в шахту и узел на аварийном участке, в который необходимо дойти. Для посылки отделения на ликвидацию пожара необходимо указать только первый из узлов, второй рассчитывается автоматически как узел со стороны свежей струи в пожарной выработке. Для транспортировки пострадавшего – более удаленный узел в выработке, где обнаружен пострадавший и нижний узел ствола, по которому предполагается подъем пострадавшего на поверхность.
3. Задание отделению определяются из выпадающего меню, содержащего 3 пункта – разведка, ликвидация пожара или транспортировка пострадавшего.

Далее пользователь вводит два (или один для посылки на ликвидацию пожара) узла (рис. 20).

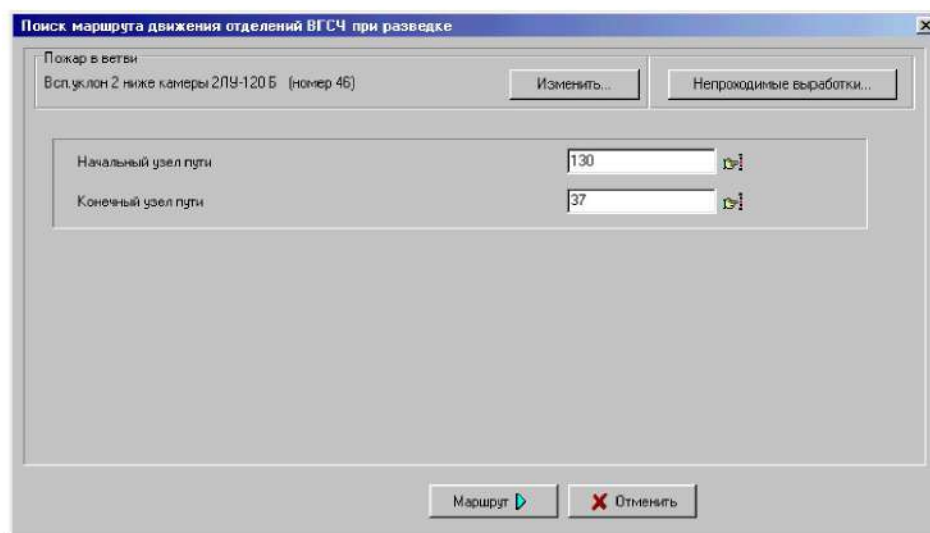


Рис. 20. Ввод начала данных для определения маршрутов отделений ГВГСС

Далее проводится расчет необходимого маршрута, результаты которого оформляются в виде таблицы (рис. 21); при нажатии на кнопку «Готово», полученный маршрут отображается на схеме вентиляции (аналогично маршруту на рис. 19) и может быть при необходимости распечатан в табличном или графическом виде.

Рис. 21. Маршрут следования отделений ГВГСС

Группа задач «Оценка устойчивости» (в составе группы «Аварийные условия») позволяет оценить устойчивость проветривания выработок аварийного участка при пожарах в наклонных горных выработках. Группа включает задачи :

- Оценка устойчивости при пожаре в выработке с восходящим проветриванием;
- Оценка устойчивости при пожаре в выработке с нисходящим проветриванием.

В первом из режимов пользователь выбирает “Оценка устойчивости”/”Восходящее проветривание”. На основании значений высотных отметок узлов и направлений движения воздуха в ветвях программно проводится выбор всех наклонных выработок с восходящим движением воздушных струй. Для всех выработок проводится моделирование возникновения в них пожара, рассчитывается значение тепловой депрессии (на 90 минут развития пожара), проводится анализ всех выработок сети на возможность изменения в них направления движения воздуха. Результаты расчетов приводятся в виде таблицы (рис. 22).

Предварительный просмотр

100%

Устойчивость вентиляционных струй при восходящем проветривании

Наименование выработки	Код ветви		№ поз ПЛА	К-во возд. м ³ /с	Длина ветви, м	Сечение, кв. м	Угол наклона, град.	Время, мин.	Депрес. тепловая, дПа	Места опрокидывания	Степень устойчивости
	A	B									
Вентиляционный ходок в леб. камеру всп. уклона 2 (1)	629-671		16	10,09	40	12,50	13,00	90	7,27	2	Не устойчиво
Скат 109 (9)	72-122		111	1,70	10	6,00	90,00	90	7,77		Устойчиво
Вост. вент. ствол 1 ниже гор. 875м (12)	123-124		133	74,84	203	28,30	70,20	90	144,18	54, 303, 341, 628	Не устойчиво
Людской ходок Б ниже звезда Б (14)	81-73		27	10,98	210	14,00	18,32	90	47,18	7, 53, 55, 96, 104, 131, 132, 136	Не устойчиво
Скат 117 (28)	101-100		115	1,18	22	5,00	27,04	90	8,63		Устойчиво
Конв. уклон Б ниже пр.пл. 9 (53)	46-72		28	-3,43	360	14,00	11,86	90	22,83	7, 53, 55, 95, 96, 132, 186, 216, 219	Не устойчиво
Конв. уклон 8 ниже камеры 2ЛУ 120БН1 (55)	88-74		28	3,76	270	13,00	25,91	90	51,08	14, 19, 30, 52, 54, 97, 98, 99, 136, 166, 186	Не устойчиво
Отк.квершлаг гор.1078м севернее вент.сбойки л/х В (61)	154-87		33	27,34	140	18,00	24,92	90	46,83	54, 104, 125, 132	Не устойчиво
Всп. уклон Б ниже пр.пл. 3 (75)	135-143		129	17,53	550	13,00	10,37	90	46,40		Устойчиво
9 зап. конв. штр. пл L1 (79)	625-624		120	31,11	30	13,50	7,66	90	2,74		Устойчиво
Скиповый ствол N1 (80)	300-329		102	16,46	43	44,20	30,77	90	17,39		Устойчиво
Всп. уклон Б выше НПП (83)	77-69		124	107,63	450	10,00	14,00	90	79,39	53, 55, 132, 287	Не устойчиво
Всп. уклон Б выше э-да 10 зап. вент. штр. пл МЗ (84)	69-66		124	114,10	520	10,00	7,40	90	46,66	132, 287	Не устойчиво
Всп. уклон Б выше гезенка (85)	66-64		124	81,61	50	12,00	14,00	90	8,87		Устойчиво
Людской ходок 10 выше канатного ходка (91)	60-58		106	22,42	300	12,00	12,00	90	42,71	176, 177, 179, 180	Не устойчиво
Людской ходок 10 выше пр.пл.2 (92)	58-54		106	23,39	450	12,00	12,00	90	53,85	179, 180	Не устойчиво

Стр. 1/7

Рис. 22. Результаты расчета устойчивости при пожаре в выработках с восходящим проветриванием.

Окончательное решение о степени опасности опрокидывания воздушных струй принимает специалист горного профиля. Так, если опрокидываются струи выше очага пожара, что приводит к попаданию пожарных газов в выработку со свежей струей, происходит рециркуляция продуктов горения. Тушение пожара “со стороны свежей” становится невозможным, так как к очагу пожара уже подходит струя воздуха, содержащая часть пожарных газов. В этом случае необходимо рассчитать новый режим вентиляции и восстановить устойчивость проветривания (например, предусмотрев закрытие противопожарной двери ниже очага пожара). Если же опрокидывание происходит в группе выработок со свежей струей, не приводит к распространению пожарных газов и связано только с изменением аэродинамического сопротивления в ветвях-диагоналях, такой случай не представляет опасности при пожаре и может не требовать применения специальных аварийных вентиляционных режимов.

Во втором из режимов пользователь выбирает “Оценка устойчивости”/”Нисходящее проветривание”. На основании значений высотных отметок узлов и направлений движения воздуха программно проводится выбор всех наклонных выработок вентиляционной сети с нисходящим движением воздушных струй. Для всех выработок проводится моделирование возникновения в них пожара, рассчитывается значение тепловой депрессии (на 90 минут развития), проводится анализ всех выработок сети на возможность изменения в них направления движения воздуха. Результаты расчетов приводятся в виде таблицы (рис. 23).

№ П.П.	ВЫРАБОТКА	УЧАСТОК НА СХЕМЕ	ДЛИНА УЧАСТКА, м	УГОЛ НАКЛ., град.	ПЛОЩ. СЕЧЕН., кв.м	СКОР. ВОЗД., м/с	ТЕМП.В ПАРАЛ. В.КЕ, °С	ТЕПЛ. ДЕПР., Па	КРИТИЧ.ДЕПР., Па БЕЗ ПОВЫШ. УСТОЙЧИВОС.	КРИТИЧ.ДЕП. С ПОВЫШ. УСТОЙЧИВОС.
1	Конь уклон 8 ниже вент. обойки (17)	88 - 89	50	23,58	12,00	1,89		15,55	13,51	
2	Конь уклон 8 (20)	89 - 91	40	30,00	15,00	1,51		14,97	13,50	
3	конь уклон 8 (24)	91 - 97	150	7,66	15,00	1,51		15,64	13,52	
4	Конь уклон 8 ниже заезда на 11-е штрехи (26)	97 - 101	55	10,48	15,00	2,92		7,65	41,75	
5	Конь уклон 8 ниже заезда на 12-е штрехи (29)	111 - 108	50	11,54	15,00	2,72		7,47	20,96	
6	Скат 118 (32)	109 - 108	20	30,00	5,00	0,01		9,15	1,33	
7	Всп уклон 2 ниже В П П (44)	26 - 31	300	11,90	10,00	2,58		42,57	23,38	
8	Всп уклон 2 ниже эда 3 (48)	37 - 39	270	13,00	13,00	2,21		44,48	22,07	
9	Всп уклон 2 ниже вент. гезенка л/х 6 (51)	43 - 133	100	14,00	14,00	1,49		19,52	6,90	
10	Конь уклон 6 ниже заезда 6 (54)	72 - 74	220	15,00	14,00	0,15		21,14	2,51	
11	Трансл уклон 2 ниже эда 3 (69)	38 - 40	270	13,00	12,50	0,72		37,86	6,76	
12	Трансл уклон 2 ниже эда 4 (71)	40 - 46	335	12,10	13,00	0,82		39,94	6,51	
13	Всп уклон 5 ниже пр.пл.2 (74)	145 - 143	240	22,54	10,00	0,89		61,11	143,87	
14	6 вост. полевой вент. штрех. зап. пр.пл.2 (86)	65 - 127	120	4,30	12,00	12,45		7,45	556,66	
15	Людской ходок 6 ниже заезда (96)	44 - 68	300	14,00	12,00	0,15		18,18	2,32	
16	Вент. ходок и леб. камера всп. уклона 8 (100)	75 - 76	120	10,00	10,00	0,27		14,64	116,02	
17	Конь уклон 8 (111)	101 - 111	175	13,89	12,00	3,56		33,54	40,62	
18	12 зап. конь штрех. пл М3 зап. КУ р/л (114)	118 - 117	75	3,82	12,00	1,93		4,05	104,65	
19	Конь уклон 8 пром штрех. и конь ходок разгр. лавы (116)	116 - 115	700	8,71	6,00	0,20		10,72	2,43	
20	Конь уклон 8 ниже камеры 2ЛУ-120 N2 (124)	108 - 412	90	9,59	14,00	2,54		11,94	18,20	
21	Людской ходок 8 ниже ВПП (126)	83 - 99	240	14,00	14,00	1,07		41,28	4,96	
22	Людской ходок 8 ниже 11-штрехов (127)	99 - 112	250	18,42	14,00	3,93		61,37	60,65	
23	НПП людского ходка 6 (132)	134 - 84	45	6,38	12,00	-0,06		4,13	0,84	
24	Вент. гезенк 56, леб. камера и всп. уклон 5 (149)	150 - 147	300	13,10	10,00	0,34		26,79	107,19	
25	Всп уклон 5 ниже вент. обойки (150)	147 - 145	60	7,66	12,00	0,57		6,66	128,32	
26	Вент. обойка л/х 5 (152)	148 - 149	30	13,49	12,00	0,66		5,52	2,12	
27	Людской ходок 5 ниже ВПП (155)	149 - 141	220	23,86	10,00	1,96		66,58	254,58	
28	Людской ходок 5 ниже заезда (160)	141 - 136	605	9,42	12,00	1,46		43,46	229,95	
29	Мехходок 2 (164)	27 - 47	1550	10,82	12,00	1,85		57,86	30,07	
30	Вент. ходок и леб. камера всп. уклона 6 (165)	41 - 42	175	16,60	12,00	0,24		27,54	282,99	
31	Всп уклон 6 ниже Впп (170)	42 - 64	265	14,00	12,00	0,48		35,87	278,77	
32	Всп уклон 10 ниже ВПП (173)	53 - 55	520	15,62	12,00	1,91		74,18	205,61	
33	Всп уклон 10 ниже пр.пл.2 (174)	55 - 59	370	10,00	15,00	1,46		40,39	161,72	
34	Всп уклон 10 ниже пр.пл.2 (174)	53 - 54	100	24,75	12,50	0,20		44,01	20,99	

Рис. 23. Результаты расчета устойчивости при пожаре в выработках с нисходящим проветриванием.

На основании сопоставления величины тепловой депрессии пожара и критической депрессии (9-й и 10-й столбцы на рис. 23) специалисты, разрабатывающие ПЛА, делают выводы о возможности самопроизвольного опрокидывания струи при пожаре и, при необходимости, разрабатывают мероприятия по ее повышению.

Инструкция пользователя разработана на основании «Руководства пользователя» к программному комплексу «IRS» Вентиляция-ПЛА» - разработчик: Украинско-Российское СП «Интерсофт».

4. ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Задачи моделирования шахтных вентиляционных сетей.
2. Содержание главного меню программы «Вентиляция-ПЛА».
3. Назначение панели инструментов в главном меню.
4. Работа с «картой».
5. Поисковая система.
6. Работа с пунктом главного меню «Файл».
7. Работа с пунктом главного меню «Правка».
8. Перемещение схемы на экране.
9. Работа с пунктом главного меню «Вид».
10. Работа с пунктом главного меню «Задачи» - Нормальные условия.
11. Работа с пунктом главного меню «Задачи» - Аварийные условия.
12. Задача «Свежая/Исходящая».
13. Задача «Депрессиограмма».
14. Анализ депрессиограммы.
15. Задача «Закорачивание».
16. Анализ результатов моделирования закорачивания.
17. Задача «Контроль скорости воздуха».
18. Работа с пунктом главного меню «Настройки».
19. Выбор цвета.
20. Расположение файлов.
21. Понятие шахтной вентиляционной сети (ШВС).
22. Основные элементы ШВС.
23. Виды соединений в ШВС.
24. Графическое изображение ШВС при компьютерном моделировании.
25. Подготовка исходной информации для моделирования
26. Данные депрессионной съемки
27. «Рисование» схемы вентиляции на экране монитора
28. Корректировка графической информации