

бенностью этой системы является ее возможность ее использования в трубопроводах высокого и низкого давления.

На основании выше сказанного можно сделать следующие выводы:

- использование аппаратуры АКРД позволяет осуществлять автоматизированный контроль и управление системой дегазации, что способствует повышению эффективности работы этой системы и снижает вероятность возникновения аварийных ситуаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аппаратура контроля режима дегазации АКРД: Руководство по эксплуатации 1951.00.00.000РЭ [Текст]: Утв. 12.06.2006 / ОАО «Красный металлист». – Конотоп, 2006. – 33 с.
2. Датчик метана систем дегазации ДМД: Руководство по эксплуатации 1589.00.00.000РЭ [Текст]: Утв. 12.06.2006 / ОАО «Красный металлист». – Конотоп, 2006. – 25 с.
3. Комплекси технічних та програмних засобів перетворення сигналів КЗПС. Перетворювач мікропроцесорний багатоканальний ППС.1-М [Текст]: Керівництво з експлуатації / НПВП ТзОВ «Техприлад». – Львів, 2006. – 21 с.
4. Аппаратура «КРУГ». Система контроля параметров дегазационной сети шахты [Текст]: Руководство пользователя ИГТ.041410.002-00.003 РП. – Екатеринбург, 2008. – 20 с.
5. Руководство по оборудованию и эксплуатации системы газоаналитической шахтной многофункциональной «Микрон 1Р» [Текст]: 4217.01.000.000 РЭ. – Екатеринбург, 1997-2009. – Т.1. – 44 с.
6. Системы контроля загазованности оптического типа [Текст] / Р.М. Хамадиев, Д.Н. Федосеев, И.И. Лукица, О.Г. Зверев // Экспозиция Нефть Газ. – Казань: Логос, 2007. – № 11. – С. 43 – 45.

УДК 622.451.004.14+622.8.012.2

Канд. техн. наук Т.В. Бунько
(ИГТМ НАН Украины)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕТЕЙ ПЕТРИ ДЛЯ РЕОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ УЧАСТКА ВЕНТИЛЯЦИИ И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ УГОЛЬНОЙ ШАХТЫ

Розроблено методичний підхід та основні принципи розв'язання задач та прийняття рішень дільницею вентиляції і техніки безпеки вугільної шахти на основі використання мереж Петрі та створення у складі дільниці нового підрозділу – групи інформаційного забезпечення.

USE OF THE PETRY NETWORKS FOR REORGANIZATION WORKS OF AREA OF VENTILATION AND ACCIDENT PREVENTION OF COAL MINE

Methodical approach and basic principles of decision of tasks and acceptance of decisions by the area of ventilation and accident prevention of coal mine on the basis of the use of the Petry networks and creation in composition the area of a new subsection – group of the informative providing is developed.

Для моделирования функционирования организационных структур в настоящее время используются методы теории расписаний, конечных автоматов, теории систем массового обслуживания, сети Петри и др. В литературе по исследованию операций приведены детальные анализы достоинств и недостатков этих методов [1-3]. Участок вентиляции и техники безопасности (ВТБ) имеет свою специфику, существенно отличающуюся от организационных структур других производственных (не горного профиля) предприятий, функционирует в условиях информационной неопределенности; поэтому адаптация его работы к

усложняющимся условиям угледобычи, как показали проведенные исследования, предполагает использование дискретно-событийных моделей, в основу которых положен математический аппарат сетей Петри [4-6]. Наиболее привычным вариантом описания организационной структуры является органограмма [10] - графическая схема организационной структуры, показывающая управленческую иерархию и наименования организационных единиц, а универсальным средством визуализации определения областей ответственности и полномочий в процедурах и задачах процесса управления производством является матрица (или методика) *RACI* (*R* – Responsible (исполняет); *A* – Accountable (несет ответственность); *C* – Consult before doing (консультирует до исполнения); *I* – Inform after doing (оповещается после исполнения)) [8].

В настоящее время основной структурой по созданию баз данных о состоянии шахтных вентиляционных систем (ШВС) являются депрессионные службы государственной военизированной горноспасательной службы (ГВГСС), выполняющие комплекс работ по воздушно-депрессионным съемкам (ВДС) [9]. В период между ВДС в ШВС происходят значительные изменения, обусловленные технологическими особенностями добычи угля, вследствие чего базы данных по ШВС перестают отвечать фактическому положению горных работ в шахте и, как следствие этого, результаты расчетов имеют значительные погрешности. Для оперативного обновления и поддержки баз данных аэродинамических параметров элементов ШВС на шахтах отсутствуют соответствующие организационно-технические структуры. Лишь в отдельных случаях на крупных угледобывающих предприятиях (например, на шахте им. А.Ф. Засядько в Донецке [7]) в составе участка ВТБ есть сотрудники, отвечающие за ведение баз данных вентиляционных расчетов; но эта работа для них не является основной, они вынуждены выполнять и другие обязанности в составе участка, что отрицательно влияет на качество проведения работ по совершенствованию вентиляции шахт на базе использования информационно-аналитических технологий.

Представленная на рис. 1 потоковая процессная схема является моделью деятельности участка ВТБ при решении конкретной вентиляционной задачи. Она является наиболее важной частью организационной модели, поскольку содержит не только описание процессов обработки информации внутри самого участка, но и описание информационного обмена между всеми заинтересованными (и задействованными) участниками информационного процесса организации проветривания шахты. Сеть Петри, адекватная приведенной схеме информационных потоков (одной из ее задач – рис. 1), представлена на рис. 2.

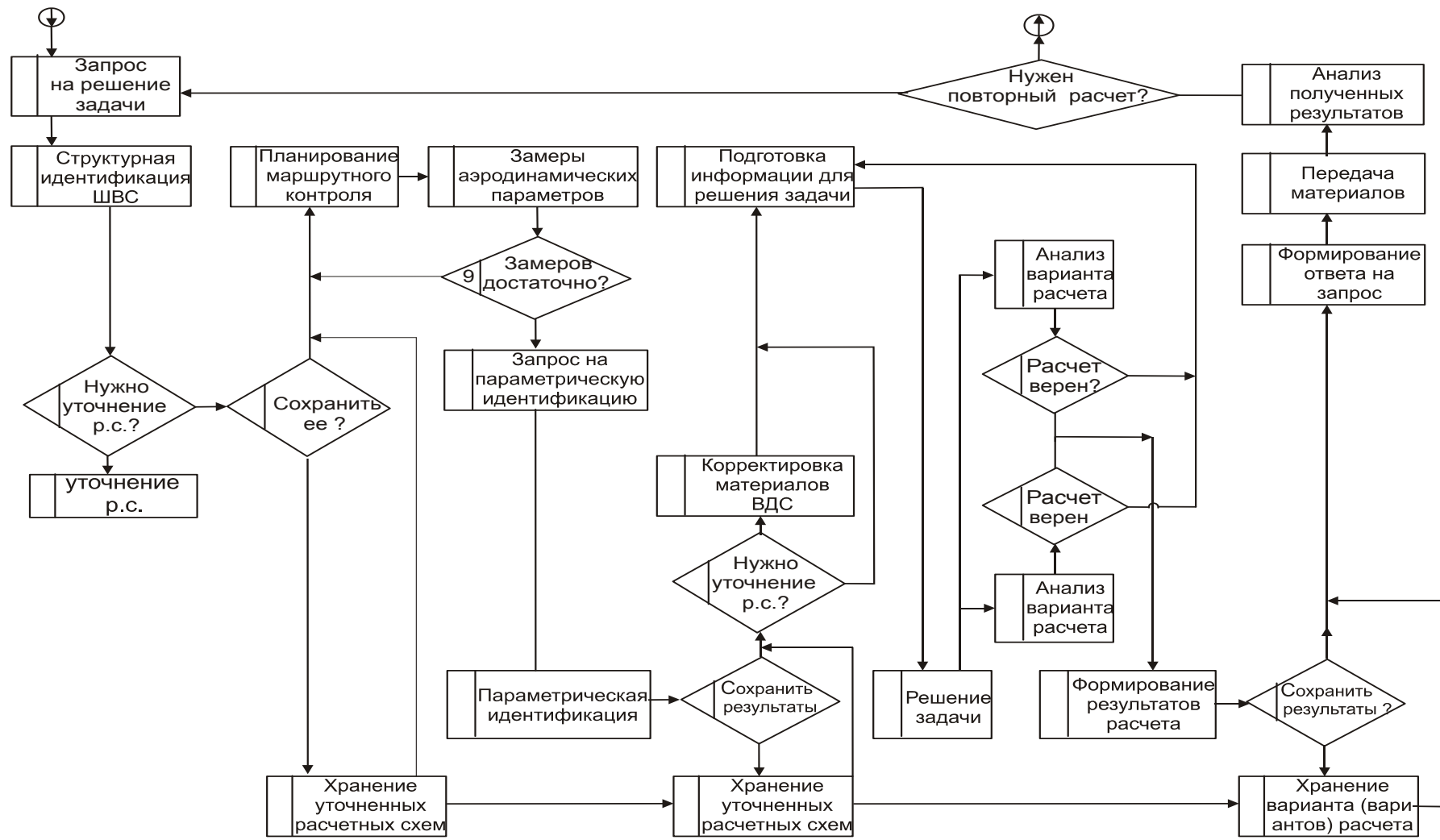


Рис. 1 - Схема информационных потоков решения одной из задач участка ВТБ.

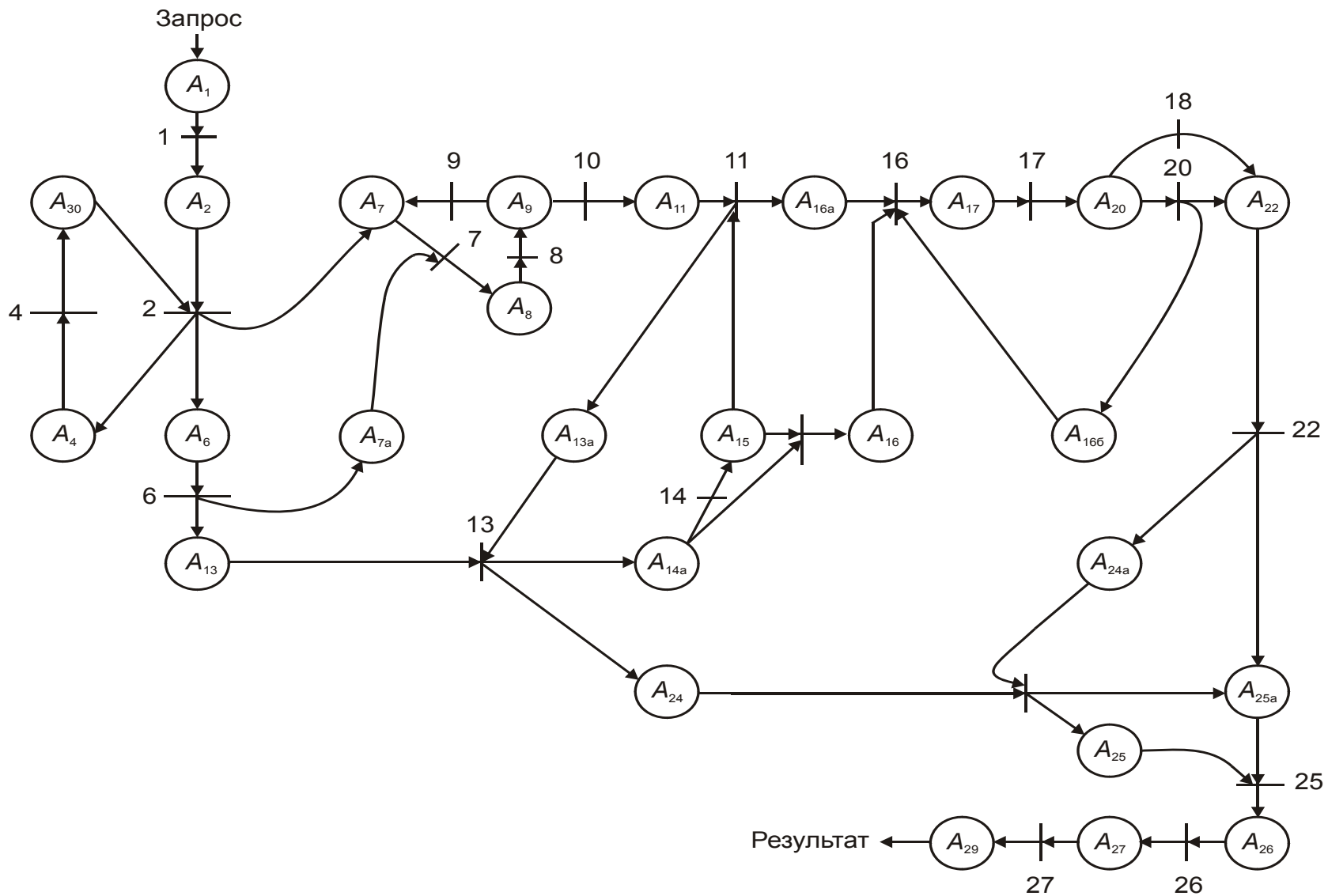


Рис. 2 - Сеть Петри, соответствующая схеме информационных потоков на рис. 1.

Такое представление системы легко моделировать сетью Петри. Сеть Петри принципиально отличается от обычного представления вычислительного процесса в виде блок-схемы выполнения операций или схемы организационной структуры в функциональном виде. Узлы схемы (блоки решения задач или блоки выбора) заменяются переходами, а собственно переходы – позициями. Тем самым достигается возможность синхронизации действий различных исполнителей при решении задач, что позволяет оценить временные затраты на осуществление технологических операций (ТО) и время запаздывания при необходимости одновременного решения их одним исполнителем. Для оценки трудоемкости и состава работ участка ВТБ была принята обобщенная организационная структура участка ВТБ, регламентированная [11]. Соответствие элементов сети Петри элементам подсхемы, представленной на рис. 1, приведено в табл. 1.

Очевидно, что сеть Петри графически проще подсхемы. Это связано с правилами преобразования подсхемы в сеть Петри. Заметим, что на участке ВТБ осуществляется одновременно более 10 технологических процессов (ТП), включающих более 100 ТО; оценка их синхронного решения возможна лишь с применением аппарата сетей Петри.

Процесс в сети Петри отображается движением маркеров по следующим правилам: если для всех позиций, из которых существует переход к очередной, маркер равен 1, то осуществляется переход к очередной позиции [4, 5]. При этом значения маркеров входных функций обнуляются, а для выходных – присваивается значение 1. Состояние элемента A_i изменяется (проще говоря – он обнуляется при начальном состоянии 1), а элемент A_2 становится активным – его состояние с 0 заменяется на 1. Таким образом, прохождение ТП осуществляется перемещением марок от момента «запрос» к моменту «результат»; временные характеристики такого перемещения свидетельствуют о временных (и трудо-) затратах на выполнение ТО.

Таблица 1 - Соответствие элементов сети Петри элементам подсхемы решения вентиляционной задачи

Элемент подсхемы	Элемент сети Петри	Характеристика
1	2	3
-	A_1	Подготовка запроса на решение задачи
1	1	Запрос на решение задачи
-	A_2	Переход от запроса к структурной идентификации
2	2	Структурная идентификация
-	A_3	Переход от структурной идентификации к уточнению расчетной схемы
-	A_6	Переход к сохранению уточненной расчетной схемы
6	6	Сохранение уточненной расчетной схемы
-	A_4	Переход к уточнению расчетной схемы
4	4	Уточнение расчетной схемы
-	A_{30}	Переход от уточнения расчетной схемы к планированию маршрутного контроля

Продолжение табл. 1-

1	2	3
-	A ₇	Переход от отказа от уточнения расчетной схемы к планированию маршрутного контроля
7	7	Планирование маршрутного контроля
9	9	Проверка достаточности замеров
8	8	Замеры аэродинамических параметров
-	A ₉	Переход к проверке достаточности замеров
-	A ₈	Переход от планирования маршрутного контроля к замерам аэродинамических параметров
10	10	Формирование запроса на параметрическую идентификацию
-	A ₁₁	Переход от запроса к параметрической идентификации
11	11	Параметрическая идентификация
-	A _{13a}	Переход к хранению вариантов информации
-	A ₁₅	Переход от проверки на необходимость корректировки к корректировке материалов ВДС
-	A _{16a}	Переход: если корректировка не нужна → к подготовке информации для решения задачи
-	A ₁₆	Переход от корректировки материалов ВДС к подготовке информации для решения задачи
-	A _{14a}	Переход от хранения вариантов информации к проверке необходимости корректировки ВДС
13	13	Хранение вариантов информации
-	A ₂₄	Переход от хранения вариантов информации к хранению варианта расчетов
15	15	Корректировка материалов ВДС
-	A ₁₇	Переход к решению задачи
16	16	Подготовка информации
17	17	Решение задачи
-	A ₂₀	Переход к анализу варианта расчета
18	18	Анализ варианта расчета (ГВГСС)
20	20	Анализ варианта расчета (участок ВТБ)
-	A ₂₂	Если расчет верен → переход к формированию результатов расчета
-	A _{16b}	Переход от неверного расчета к повторной подготовке исходной информации
22	22	Формирование результатов расчета
-	A _{24a}	Переход к хранению варианта расчета
24	24	Хранение варианта расчета
-	A ₂₅	Переход к формированию ответа на запрос
25	25	Формирование ответа на запрос
-	A _{25a}	Переход от отказа сохранения результатов к формированию ответа на запрос
-	A ₂₆	Переход к передаче материалов
-	A ₂₇	Переход к анализу полученных материалов
27	27	Анализ полученных материалов
-	A ₂₉	Выход

Принцип маркировки задается из следующих соображений. Скажем, для по-

зиции A_1 активизация осуществляется линейным переходом \rightarrow входная функция одна, выходная тоже \rightarrow т.е. время запаздывания осуществления операции равно нулю, то для перехода 2 дело обстоит иначе. Для его осуществления необходима предварительная маркировка позиций A_{30} (после осуществления перехода 4) и A_2 (после осуществления перехода 1). В свою очередь осуществление активизации перехода 4 возможно лишь после активизации позиций A_2 и A_{30} . Тем самым возникает запаздывание активизации перехода 2, от чего зависит дальнейшая активизация переходов к A_7 и 6 (через A_6) – к A_{13} и A_{7a} .

Аналогично обстоит дело с циклическими переходами 7 (зависящим от A_{7a}) и 9 (зависящим от A_9). Лишь после их активизации может быть осуществлен переход 10 к параметрической идентификации информации для решения задачи.

Не менее сложен для активизации и блок между позициями A_{11} и A_{17} . Активизация перехода A_{11} зависит от активизации перехода 14, которая, в свою очередь, зависит от активизации перехода 13; процесс этот является циклическим с двумя уровнями запаздывания – по переходам 11 и 13; вопрос затрудняется организацией переходов 16 и 20, от чего существенно зависит запаздывание прохождения информации к позиции A_{22} и далее к получению конечного результата.

Проанализирован лишь один вариант решения вентиляционной задачи; даже на этом несложном примере с применением сети Петри выявлены блоки (позиции перехода) с возможным запаздыванием обработки информации (в нашем примере – это переходы 2, 7, 11, 13, 16, 24). Рассмотренная задача является лишь одной из целого ряда задач анализа и расчетов воздухораспределения в ШВС. Все они решаются на участке ВТБ одновременно, и весьма ограниченным контингентом исполнителей.

В ИГТМ НАН Украины разработана еще одна процессная модель ТП - перспективного планирования вентиляции, она связана с ТП анализа. Если объединить две модели ТП и преобразовать их в единую сеть Петри – количество переходов достигнет, по нашим оценкам, шестидесяти. Время запаздывания при осуществлении одного перехода колеблется (на основании существующих нормативов выполнения ТО) от 10 с до 1÷1,3 часа. Учитывая, что на участке ВТБ вопросами расчетов проветривания на ПЭВМ занимается 2-6 чел – эффективное решение задач осуществления нормального проветривания шахты в нормативные сроки представляется сомнительным. В каждом конкретном случае необходимо детальное обоснование временных и трудовых затрат для решения задач вентиляции. Но даже из приведенного анализа ясно, что эти вопросы требуют реорганизации структуры участка ВТБ с целью выделения в его составе нужного количества специалистов (и обеспечения их нужной оргтехникой) для решения задач управления вентиляцией в регламентированные сроки и в нужном объеме.

На основании изложенного можно сделать следующий вывод. Процесс принятия решений персоналом участка ВТБ при решении задач безопасного контроля и управления вентиляционными системами угольных шахт в условиях информационной неопределенности данных описывается функционально-

событийной временной сетью Петри, терминальные переходы которой интерпретируют выполнение информационных, вычислительных и технологических процедур с детерминированным временем срабатывания, если процедура является автоматизированной, и отображаются структурным элементом с неопределенным временем срабатывания, если процедура является интерактивной. Время принятия решения прямо пропорционально суммарной последовательности срабатывания переходов от начальной позиции элемента сети к конечной путем реализации входных и выходных функций, с учетом их динамической синхронизации.

Положение об участке ВТБ [11] регламентирует восемь их основных задач и 35 основных технологических функций. При этом используются процедуры всех типов: формальные, эвристические, человеко-машинные. Документооборот внутри участка и вне его представлен 29 основными и рядом эпизодически составляемых документов; соответствующую размерность имеет и схема вентиляционных потоков, причем около 60% из них являются элементами с обратной связью, т.е. происходит двусторонний информационный обмен между участниками процессов организации проветривания шахты. На шахтах действуют должностные инструкции семи основных специалистов, причем, поскольку состав и структура их не регламентированы, от шахты к шахте они разнятся в пределах требований главного инженера предприятия.

Если следовать классификации, приведенной в [10], участок ВТБ представляет собой совокупность многокомпонентных потоков работ, взаимосвязь которых может быть исследована лишь при наличии исчерпывающей информации об их технологических и временных характеристиках и их синхронизации; такой информации в настоящее время нет. Поэтому остановимся на двухкомпонентной технологической схеме: одна компонента ее представляет основные потоки работ, а вторая - информационные потоки, процессы обработки информации с применением ПЭВМ и выработки рекомендаций по оптимизации управления вентиляцией.

Используя приемы [10], такую двухкомпонентную технологическую схему, существующую в настоящее время, можно представить в виде, отображенном на рис. 3. Следует лишь отметить, что количество кружков, обозначающих функциональных руководителей (ИТР) и исполнителей (горных мастеров) условно; на разных шахтах оно может быть различным. Так же условна и степень подчиненности исполнителей функциональным руководителям. Это, однако, не повлияет на общность получаемых результатов.

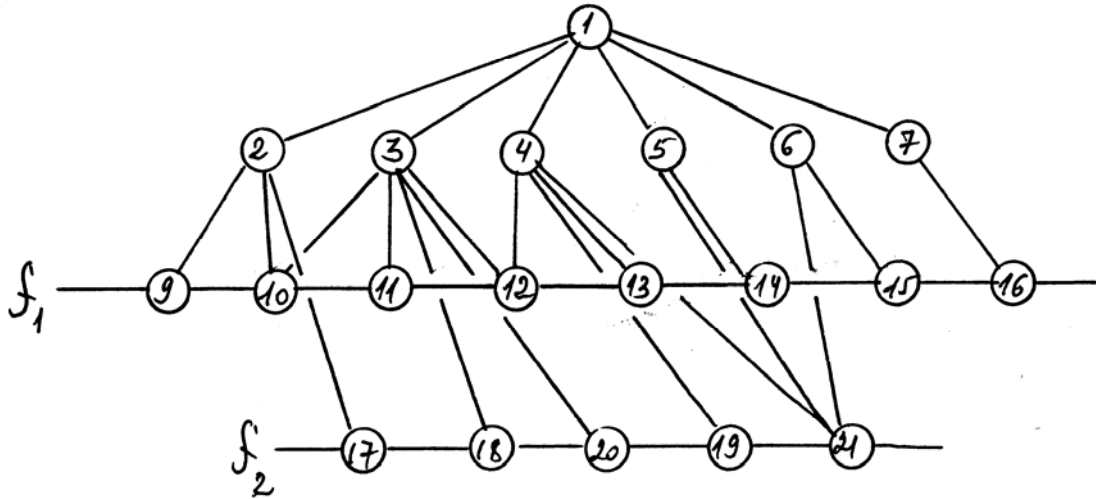


Рис. 3 - Существующая двухкомпонентная технологическая схема функционирования участка ВТБ.

На рис. 3 номера с 1 по 7 соответствуют функциональным руководителям, а номера с 9 по 21 – горным мастерам участка ВТБ.

В дальнейшем в иерархической структуре, представленной на рис. 3, уровни иерархии будут обозначаться римскими цифрами. Так, элемент 1 будет представляться, как a^I , элемент 4 – как a_4^{II} , элемент 17 – как a_{17}^{III} , и т.д. Структура является иерархической, поскольку соблюдаются основные правила иерархии: отсутствует подчиненность одного функционального руководителя или исполнителя другому, и нет непосредственной передачи информации от исполнителя руководителю – в блок 1.

Пусть $N_1 = \{a_1^I\}$, $N_2 = \{a_2^I, \dots, a_7^I\}$, $N_3 = \{a_9^{III}, \dots, a_{21}^{III}\}$ – множества соответственно руководителей, функциональных руководителей и исполнителей. Тогда множество всех сотрудников участка ВТБ $N = N_1 \cup N_2 \cup N_3$. В дальнейшем рассмотрении N_1 можно исключить, т.к. взаимоотношения начальника участка ВТБ и его ИТР не являются предметом совершенствования организационной структуры участка.

Технология взаимодействия исполнителей и функциональных руководителей определяет функцию потока $f = \{f(a_i^{III}, a_j^{II})\}$ или технологическую сеть, заданную графом $T(N, f)$. Для двухкомпонентной технологической схемы $f = f_1 \cup f_2$.

Для примера, представленного на рис. 3, структура интенсивности потоков представима в виде:

$$\begin{aligned}
 r(a_2^{II}) &= \{(a_9^{III}, a_2^{II}), (a_{10}^{III}, a_2^{II}), (a_{17}^{III}, a_2^{II})\} \\
 r(a_3^{II}) &= \{(a_{10}^{III}, a_3^{II}), (a_{11}^{III}, a_3^{II}), (a_{12}^{III}, a_3^{II}), (a_{18}^{III}, a_3^{II}), (a_{20}^{III}, a_3^{II})\} \\
 r(a_4^{II}) &= \{(a_{12}^{III}, a_4^{II}), (a_{13}^{III}, a_4^{II}), (a_{19}^{III}, a_4^{II}), (a_{21}^{III}, a_4^{II})\} \\
 r(a_5^{II}) &= \{(a_{14}^{III}, a_5^{II}), (a_{21}^{III}, a_5^{II})\}
 \end{aligned}$$

$$r(a_6^{II}) = \{(a_{15}^{III}, a_6^{II}), (a_{21}^{III}, a_6^{II})\}$$

$$r(a_7^{II}) = \frac{f_1}{f_2} \{(a_{16}^{III}, a_7^{II})\}$$

Если стоимостью работ дуги (a_i^{III}, a_j^{II}) $S(a_i^{III}, a_j^{II})$ считать эргономические затраты их выполнения (трудоемкость + время реализации), легко видеть, что разноплановость подчинения исполнителей функциональному руководителю резко увеличивает $\Sigma S(a_i^{III}, a_j^{II})$. В различных видах многокомпонентных технологических схем существует ряд функций стоимости; наиболее обоснованной [10], для двухкомпонентной технологической схемы, какую представляет собой участок ВТБ, является $F = S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 \cdot S_2}$. Ввиду сложности аналитического представления приведем пример F только для a_2^{II} :

$$F_{a_2^{II}} = S(a_9^{III}, a_2^{II}) + S(a_{10}^{III}, a_2^{II}) + S(a_{17}^{III}, a_2^{II}) + \sqrt{[S(a_9^{III}, a_2^{II}) + S(a_{10}^{III}, a_2^{II})] \cdot S(a_{17}^{III}, a_2^{II})}$$

Выражение под радикалом характеризует степень снижения эффективности (увеличения стоимости) работ системы a_2^{II} и подчиненных ему исполнителей a_9^{III} , a_{10}^{III} и a_{17}^{III} за счет отнесения последних к разным компонентам технологической схемы функционирования участка ВТБ. Указанная эффективность снижается за счет неучета показателей специализации работы элемента a_2^{II} .

Снижение стоимости работ может быть достигнуто путем реорганизации схемы рис. 3 и представления ее в виде рис. 4.

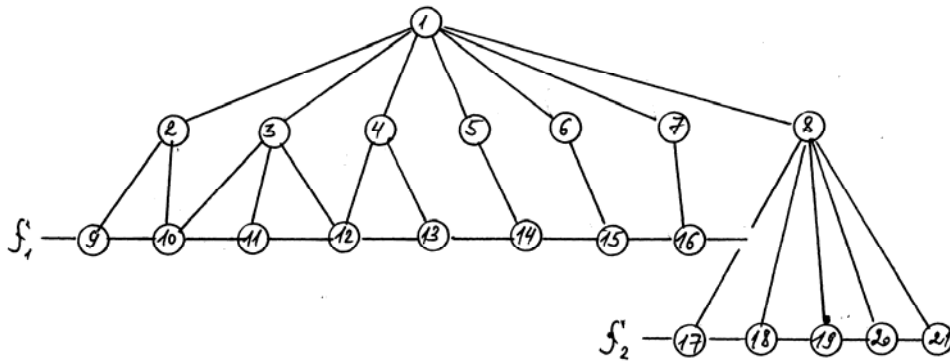


Рис. 4 - Предлагаемая реорганизация двухкомпонентной технологической схемы функционирования участка ВТБ.

Участок ВТБ реорганизуется следующим образом: $(S_k^{BTB} \xrightarrow{adapt} S_{k+1}^{BTB})$. В его состав вводится a_8^{II} – функциональный руководитель, осуществляющий единоличное руководство a_{17}^{III} , a_{18}^{III} , a_{19}^{III} , a_{20}^{III} , a_{21}^{III} . Функциональные руководители $a_2^{II}, \dots, a_7^{II}$ полностью освобождены от руководства компонентой f_2 . Для случая, представленного на рис. 4, структура интенсивности потоков представима в виде:

$$r(a_2^{II}) = \{(a_9^{III}, a_2^{II}), (a_{10}^{III}, a_2^{II})\}$$

$$r(a_3^{II}) = \{(a_{10}^{III}, a_3^{II}), (a_{11}^{III}, a_3^{II}), (a_{12}^{III}, a_3^{II})\}$$

$$r(a_4^{II}) = \{(a_{12}^{III}, a_4^{II}), (a_{13}^{III}, a_4^{II})\}$$

$$r(a_5^{II}) = \{(a_{14}^{III}, a_5^{II})\}$$

$$r(a_6^{II}) = \{(a_{15}^{III}, a_6^{II})\}$$

$$r(a_7^{II}) = \{(a_{16}^{III}, a_7^{II})\}$$

$$r(a_8^{II}) = \{(a_{17}^{III}, a_8^{II}), (a_{18}^{III}, a_8^{II}), (a_{19}^{III}, a_8^{II}), (a_{20}^{III}, a_8^{II}), (a_{21}^{III}, a_8^{II})\}$$

Визуально видно, что интенсивность потоков рис. 4 ниже интенсивности потоков рис. 3. Она одинакова лишь для a_7^{II} , который и так работал с однокомпонентным информационным потоком. Рассмотрим и сравним $\sum S(a_i^{III}, a_j^{II})$ для схем рис. 3 и 4 на искусственном примере. Исходная информация для расчетов приведена в табл. 2.

Расчет по формулам, аналогичным приведенным выше для $F_{a_2^{II}}$, дает:

$$F_{a_2^{II}} = 10+5+5+\sqrt{15 \cdot 5} = 28,66$$

$$F_{a_5^{II}} = 5+6+\sqrt{5 \cdot 6} = 16,47$$

Таблица 2 - Исходная информация для расчета суммарной стоимости работ участка ВТБ

Исходная функциональная схема Участка ВТБ (рис. 3)		Результирующая функциональная схема участка ВТБ (рис. 4)	
Дуга	Стоимость	Дуга	Стоимость
(a_9^{III}, a_2^{II})	10	(a_9^{III}, a_2^{II})	10
(a_{10}^{III}, a_2^{II})	5	(a_{10}^{III}, a_2^{II})	5
(a_{17}^{III}, a_2^{II})	5	(a_{17}^{III}, a_8^{II})	5
(a_{10}^{III}, a_3^{II})	4	(a_{10}^{III}, a_3^{II})	4
(a_{11}^{III}, a_3^{II})	5	(a_{11}^{III}, a_3^{II})	5
(a_{12}^{III}, a_3^{II})	6	(a_{12}^{III}, a_3^{II})	6
(a_{18}^{III}, a_3^{II})	4	(a_{18}^{III}, a_8^{II})	4
(a_{20}^{III}, a_3^{II})	5	(a_{20}^{III}, a_8^{II})	5
(a_{12}^{III}, a_4^{II})	6	(a_{12}^{III}, a_4^{II})	6
(a_{13}^{III}, a_4^{II})	8	(a_{13}^{III}, a_4^{II})	8
(a_{19}^{III}, a_4^{II})	4	(a_{19}^{III}, a_8^{II})	4
(a_{21}^{III}, a_4^{II})	5	(a_{14}^{III}, a_5^{II})	5
(a_{14}^{III}, a_5^{II})	5	(a_{21}^{III}, a_8^{II})	15
(a_{21}^{III}, a_5^{II})	6	(a_{15}^{III}, a_6^{II})	5
(a_{15}^{III}, a_6^{II})	5	(a_{16}^{III}, a_7^{II})	10
(a_{21}^{III}, a_6^{II})	4		
(a_{16}^{III}, a_7^{II})	10		

Даже на таком простом примере видно, что специализация отдельных функциональных руководителей резко снижает суммарную стоимость дуг их взаимодействия с подчиненными исполнителями. Неизменна она лишь для a_6^{II} и

a_7^{II} , работающих по однокомпонентной схеме; для остальных же a_i^{II} она снижается соответственно на 13.66, 21.24, 22.22 и 11.47, а за счет введения нового a_8^{II} суммарная стоимость повышается всего на 33 условных единицы.

Замена условных значений стоимости из таблицы 2 их реальными значениями (многие из которых, кстати, не определены) общей картины не изменит: замена двухкомпонентной технологической схемы однокомпонентной и повышение уровня специализации функциональных руководителей значительно повышает эффективность работы участка ВТБ. Функциональной структурой $\{(a_{17}^{III}, a_8^{II}), \dots, (a_{21}^{III}, a_8^{II})\}$ и явится группа информационного обеспечения (ГИО) участка ВТБ.

В табл. 3 представлены основные функциональные обязанности сотрудников ГИО участка ВТБ (матрица *RACI* [8]) при решении задач проветривания шахт, при этом используются следующие стандартные обозначения. Сотрудник принимает участие : ® - с правом утверждения выработанных рекомендаций; + непосредственное; X – в порядке совмещения должностных обязанностей.

Приведенные задачи, естественно, не исчерпывают их многообразия, однако дают представление о сложности работы участка и необходимости реорганизации его организационной структуры в связи с усложнением комплекса решаемых задач и переходом вентиляционных расчетов на информационно-аналитические технологии с применением ПЭВМ.

В качестве начальника ГИО может выступать помощник начальника участка ВТБ, который и занимается решением задач компьютеризации в настоящее время (либо лицо, аналогичное ему по квалификации).

В состав группы должны в обязательном порядке включаться зам. начальника ГИО (в крайнем случае, если нет возможности привлечения дополнительного специалиста – один из районных инженеров участка ВТБ), инженер (один или несколько), отвечающий за подготовку информации для вентиляционных расчетов, системный программист (обеспечение работы программных комплексов) и оператор, непосредственно отвечающий за выполнение конкретных заданий перечисленных выше сотрудников ГИО.

На основе сформированной модернизированной матрицы прав и полномочий разработан нормативно-методический документ, регламентирующий ее права и обязанности - «Группа информационного обеспечения участка вентиляции. Порядок создания», а разработанная функциональная событийная модель процесса принятия решений персоналом участка ВТБ - положена в основу нормативно-методического документа «Группа информационного обеспечения участка вентиляции. Порядок функционирования».

Таблица 3 - Функциональные обязанности сотрудников ГИО при решении задач расчета вентиляции шахт, отображаемые матрицей RACI

Функции	Персонал ГИО				
	Начальник ГИО (пом. нач. ВТБ)	Зам. начальника ГИО	Инженер	Системный программист	Оператор, др. сотрудники
1. Проведение замеров аэрогазодинамических параметров для расчетов ШВС в период между ВДС	®	+	X		
2. Корректировка расчетной схемы ШВС	®	+	X		
3. Расчет количества воздуха для проветривания шахты	X	+	X	+	+
4. Распределение воздуха для проветривания (задачи анализа)	+	®		+	+
5. Разработка мероприятий по совершенствованию проветривания, проверка их на ПЭВМ	®	+	+	+	+
6. Подготовка исходной информации для решения других задач расчета и управления вентиляцией и своевременная ее корректировка	®		+	X	
7. Проведение вентиляционных расчетов	X	+		+	+

Социальный эффект предлагаемых решений – внедрение современных информационных технологий на угольных предприятиях, повышающее культуру производства, способствующее привлечению к работе в угольной отрасли высококвалифицированных специалистов и создающее условия для внедрения современных автоматизированных систем проектирования, мониторинга и управления производством, а также повышающее безопасность и улучшающее условия труда горнорабочих.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конвей Р.В. Теория расписаний: Пер. с англ./ Р.В. Конвей, В.Л. Максвелл, Л.В. Миллер. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат.лит., 1975.-359 с.
2. Монахов В.М. Методы оптимизации. Применение математических методов в экономике. / В.М. Монахов, Э.С. Беляева, Н.Я. Краснер. – М.: Просвещение, 1978. – 345с.
3. Теория расписаний и вычислительные машины / Под ред. Э.Г. Коффмана. –М.: Наука, 1984. - 336 с.
4. Котов В.Е. Сети Петри. / В.Е. Котов - М.: Наука, 1984. -160 с.
5. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем. / Дж. Питерсон - М.: Мир, 1984.-264 с.
6. Слепцов А.И. Автоматизация проектирования управляющих систем гибких автоматизированных производств. / А.И. Слепцов, А.А. Юрасов. – К.: Техніка, 1986. - 110 с.
7. Проветривание и газовый режим шахты им. А.Ф. Засядько: состояние и пути совершенствования / Е.Л. Звягильский, А.Ф. Булат, И.А. Ефремов, Б.В. Бокий, Т.В. Бунько, И.Е. Кокоулин - Донецк-Днепропетровск: Норд-Пресс, 2002. - 197с.
8. Управление проектом. Основы проектного управления: учебник / кол. авторов под редакцией проф. М.А. Разу. – М.: КНОРУС, 2006. – 768с.
9. Правила безопасности в угольных шахтах: НПАОП 10.0-1.01-05: Утверждены приказом Государственного комитета Украины по надзору за охраной труда от 16.11.2004

№ 257. – Киев, 2005. – 196с.

10. Математические модели организаций: учебное пособие / А.А. Воронин, М.В. Губко, С.П. Мишин, Д.А. Новиков. – М.: ДЕНАНД, 2008. – 360с.

11. Положение об участке вентиляции и техники безопасности (ВТБ) шахты. – Макеевка-Донбасс, 1993. – 23 с.

УДК 662.6:53:536.483:539.143.43

Д-р техн. наук Т.А. Василенко,
канд. физ.- мат. наук А.К. Кириллов,
канд. физ.- мат. наук А.Н. Молчанов,
инженеры А.В. Вишняков, Д.А. Пономаренко
(ИФГП НАН Украины)

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ДИФФУЗИОННЫЕ ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМЫ «УГОЛЬ-ГАЗ»

У роботі розглянуто вплив температури на дифузійні параметри системи вугілля-газ. Отримані значення енергії активації і аналіз її залежності від зовнішніх параметрів дають інформацію про фізичні механізми масоперенесення в структурі, що вивчається.

THE TEMPERATURE DEPENDS ON DIFFUSION PARAMETERS OF COAL-GAS SYSTEM

The influence of temperature on the diffusion parameters of the system of coal-gas is considered. The obtained values of the activation energy and the analysis of its dependence on external parameters provide information about the physical mechanisms of mass transfer in the studied structure.

В 60–70-х годах прошлого столетия учеными разных стран были выполнены экспериментальные исследования динамики метановыделения из частиц углей различных фракций, хорошо согласующиеся с предложенной ими теорией для начальной стадии метановыделения [1, 2, 3]. Интенсивность метановыделения за пределами этого времени резко снижается, может продолжаться неделями и месяцами, что не имеет объяснения в рамках разработанной ранее теории.

Основными характеристиками, определяющими выделение метана и образование его опасной концентрации в подготовительных выработках, в зависимости от температуры, являются концентрация метана в угольном веществе в закрытых и открытых порах и диффузия молекул метана из угля в воздушное пространство, ограниченное площадью подготовительной выработки. Каждый из перечисленных факторов в большей или меньшей степени характеризует этот процесс, но определяют его, в основном, диффузионные параметры угольного вещества. Рассмотрим выделение метана из пласта пористого угольного вещества в ограниченное воздушное пространство. Перемещение молекул метана в твердом растворе происходит путем твердотельной диффузии [4, 5]. Покидая твердое тело, молекулы газа переходят в воздушное пространство.

Для определения диффузионных параметров рассмотрим выделение метана из пласта пористого угольного вещества. Ввиду того, что уголь имеет весьма сложную трещиновато-поровую структуру, в нем одновременно протекают, по меньшей мере, два процесса массопереноса: твердотельная диффузия и фильтрация [4, 6]. Поэтому процесс перемещения молекул метана в угле описывается