

УДК 622.14

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ ГРАФОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ХРОНОЛИТОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОРОДНОГО ОТВАЛА

**Прокопенко Е. В., Борщевский С.В.**  
(ДонНТУ, г. Донецк, Украина)

*У статті пропонується концепція застосування теорії графів для створення хронолітологічної моделі породного відвалу, яка дозволить виявити осередки шкідливих речовин і дати рекомендації з подальшого використання цих речовин.*

*The article offers the application of graph theory to create model shronolitoichnoyi rock dump, which allows cells to detect harmful substances and provide recommendations on future use of these substances.*

Донецкая область занимает важное место в экономическом потенциале Украины. Сложившаяся в Донецкой области экологическая ситуация является наследием 200-летнего интенсивного использования природных богатств. На сегодняшний день в регионе накоплено 4 млрд. тонн отходов, которыми занято чуть менее 2 % территории области. Основные отрасли, образующие отходы - угольная промышленность (около 120 шахт и горнодобывающих предприятий). [1] Отходы угольных предприятий в основном сосредотачиваются на отвалах.

На территории Донбасса находится 1257 терриконов, которые занимают площадь 5526, 3 га. Большинство отвалов Донбасса являются горящими. В их недрах держится высокая температура, так как там, в избытке накоплен мышьяк, ртуть, цианиды, сера и другие вредные вещества и их соединения.

Отвалы принимают породу от отдельной шахты, обогатительной фабрики или от группы угольных предприятий. [2]

В отвалах угольных шахт много запасов некоторых металлов, соизмеримых по объему с природными месторождениями полезных ископаемых, получение которых для Украины будет экономически выгодным, тем более что в настоящее время многие из минеральных ресурсов уже исчерпаны, что является одной из глобальных проблем. В ближайшем будущем все запасы благородных и цветных металлов, железа будут исчерпаны. Поэтому именно сейчас актуально рассматривать отходы горного производства, как альтернативный вариант пополнения природных ресурсов. Само



по себе возведение террикона требует значительных усилий, ведь вначале надо построить собственно шахту, пройти километры горных выработок. Вся поднятая на-гора порода попадает в террикон, туда же идут и всевозможные отходы из шахты, это могут быть металлоконструкции, железобетон, дерево, кабели, и, небольшая часть угля (до 30 процентов). В модели отвала должна быть отражена локализация определенных типов (видов) пород и связанных с ними химические компоненты. Единственным достоверным источником такой информации являются результаты маркшейдерско-геологических съемок в горных выработках периодически с маркшейдерскими съемками отвалов. Так как каждый пласт имеет свое геологическое строение, то можно составить прогноз тех химических реакций, которые произойдут при соприкосновении тех или иных элементов, содержащихся в различных пластах, то есть заранее выявить неблагоприятные зоны на отдельном ярусе и в целом на отвале. Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что маркшейдерский план это хронология деятельности "живого организма", и данную хронологию можно использовать для построения динамической модели формирования породного отвала

Порода попадает на породный отвал не хаотически, а в определенных объемах и последовательности. Основой для этого могут служить маркшейдерская горно-графическая документация, которая, по сути, является единым достоверным источником информации за весь период эксплуатации шахты, и, следовательно, за весь период отсыпки породы на отвал. Исходя из выше сказанного, можно проследить динамику насыпки породы на отвал за определенной период времени.

1. Горные работы ведутся по определенной системе и планированию, используя планограмму развития горных работ.
2. Данная планограмма отображается на планах горных работ по каждому пласту, на котором ведутся работы.
3. Развитие горных работ осуществляется за определенный интервал времени ( $t$ ) и в определенном месте полезного ископаемого, т. е, осуществляется во времени и в пространстве.
4. Данная информация отображается на маркшейдерских планах горных работ в виде подвигания каждой выработки за определенное время.

Зная динамику насыпки пород, можно выявить опасные очаги выбросов вредных веществ на отвале, так как загрязнение атмосферы вредными веществами оказывает значительное воздействие на здоровье населения и экосистему области.[1]

Разработка данной модели предусматривает использование элементов теории графов, так как данная теория рассматривает постановку и решение задач управления организационными системами. [3] Одной их таких систем и является отсыпка породы на отвал.

На основании графиков ввода-вывода проходческих забоев, порода попадает на отвал в основном из квершлагов, уклонов, транспортных штреков и штреков за лавами. Используя эти данные можно составить граф. На рисунке 1 представлен граф, реализующий доставку породы на отвал в пределах одного пласта.

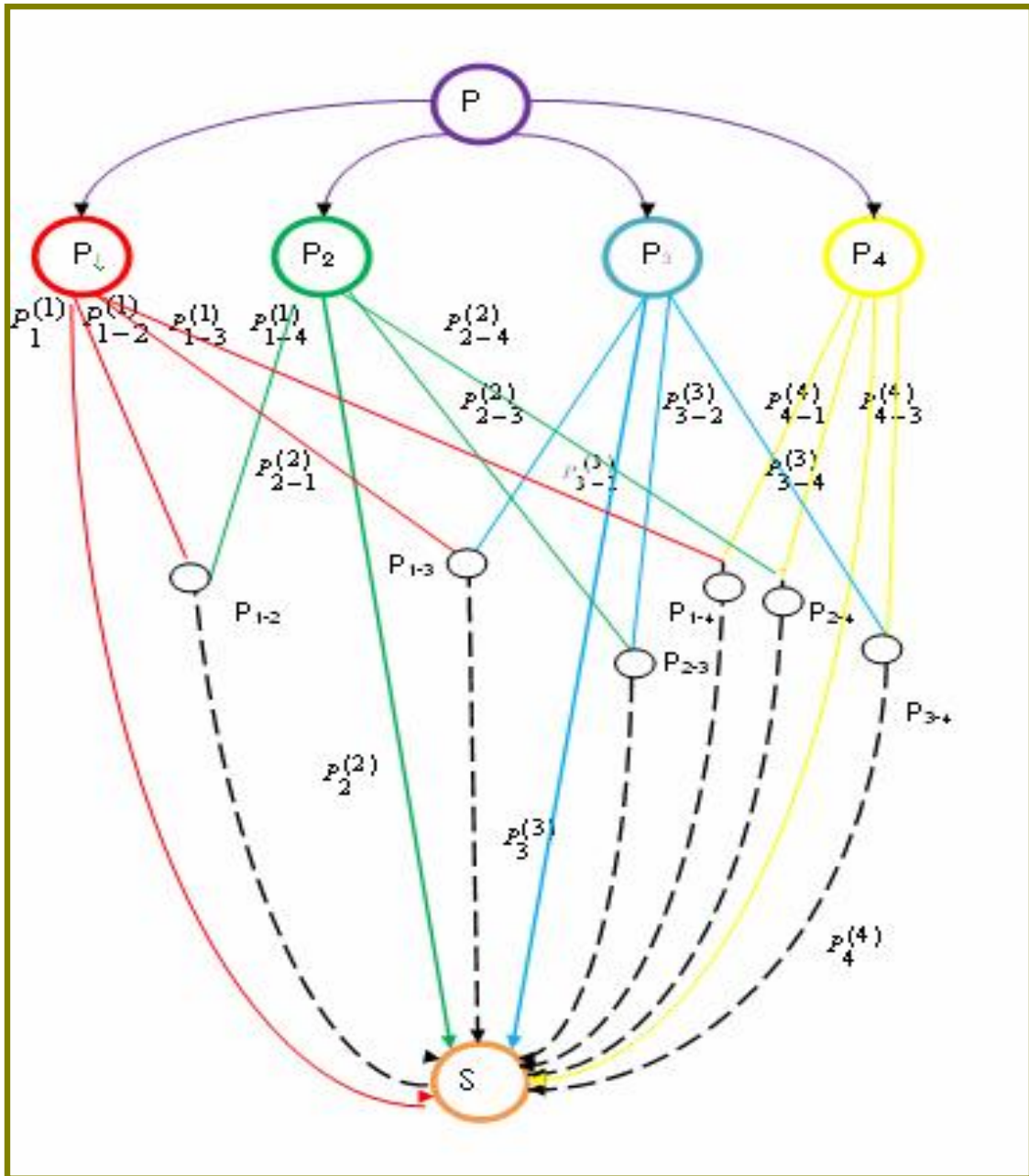
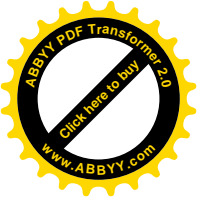


Рис.1 Модель формирования отвала в виде графа



Структура данного графа и все обозначения, представленные на схеме, могут быть сведены в таблицу 1, которая отражает полную характеристику данного графа.

Таблица 1

Характеристика элементов, входящих в граф

<b>Обозначение вершины</b>	<b>Назначение вершины</b>
1	2
$P$	Наименование пласта
$P_1$	Вид выработок- квершлагги
$P_2$	Вид выработок- уклоны
$P_3$	Вид выработок- транспортные штреки
$P_4$	Вид выработок- штреки за лавами
$P_{1-2}$	Суммарный объем пород квершлаггов и уклонов
$P_{1-3}$	Суммарный объем пород квершлаггов и транспортных штреков
$P_{1-4}$	Суммарный объем пород квершлаггов и штреков за лавами
$P_{2-3}$	Суммарный объем пород уклонов и транспортных штреков
$P_{2-4}$	Суммарный объем пород уклонов и штреков за лавами
$P_{3-4}$	Суммарный объем пород транспортных штреков и штреков за лавами
<b>Обозначение дуг</b>	<b>Назначение дуг</b>
$P_1^{(1)}$	Отсыпка породы только из квершлаггов
$P_2^{(2)}$	Отсыпка породы только из уклонов
$P_3^{(3)}$	Отсыпка породы только из транспортных штреков
$P_4^{(4)}$	Отсыпка породы только из штреков за лавами
<b>Обозначение ребер</b>	<b>Назначение ребер</b>
$P_{1-2}^{(1)}, P_{1-3}^{(1)}, P_{1-4}^{(1)}$	Одновременная работа квершлаггов с уклонами, транспортными штреками и штреками за лавой
$P_{2-1}^{(2)}, P_{2-3}^{(2)}, P_{2-4}^{(2)}$	Одновременная работа уклонов с квершлаггами, транспортными штреками и штреками за лавой
$P_{3-1}^{(3)}, P_{3-2}^{(3)}, P_{3-4}^{(3)}$	Одновременная работа транспортных штреков с квершлаггами, уклонами и штреками за лавой
$P_{4-1}^{(4)}, P_{4-2}^{(4)}, P_{4-3}^{(4)}$	Одновременная работа штреков за лавами с квершлаггами, уклонами и транспортными штреками



Данная структура графа рассмотрена только в пределах одного пласта, т.е. по схеме можно рассмотреть динамику насыпки пород в зависимости от планограммы развития горных работ, которая отражена на маркшейдерских планах. По каждому пласту составляется геологический разрез и осуществляется характеристика состава пород, входящих в пласт. Для остальных пластов составляется такой же граф.

Используя динамическую модель в виде графа, была решена задача нахождения максимального компонента из состава пород в пределах одного пласта. Информационной основой для апробирования созданной модели породного отвала по разработанной методике является база данных действующей шахты Щегловская – Глубокая г.Макеевки. Для вычисления был использован программный пакет Microsoft Office Excel и в последующем все вычисления по данной задаче были выполнены в нем. На рисунке 2 представлен вид таблицы с характеристикой состава пород и значением объемов пород по пластам.

	Объем породы по пластам			
	164737,5	14756	20314	45781
<b>состав пород</b>	пласт 1	пласт 2	пласт 3	пласт 4
сланец глинистый	0,5	0,8	0,4	0,45
сланец алевролитовый	0,2	0,9	0	0,11
сланец углисто-глинистый	0,3	0,4	0,52	0,56
песчаник	0	0,2	0,8	0,45
аргиллит	0,8	0	1,2	0,4
алевролит	0	0,45	0	0,89
песчаник	0,6	0	1,5	1,2
известняк	0,7	0,8	0,45	0
максимальное значение компонента	0,8	0,9	1,5	1,2

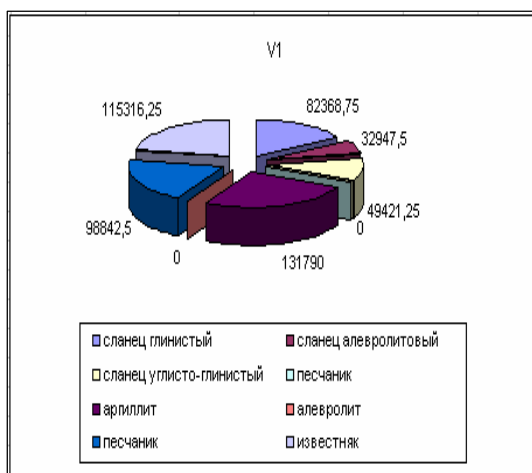
Рис.2 Нахождение максимального компонента по пластам

Так как в состав пород пласта входят компоненты, представленные в первом столбце таблицы, зная фактический объем породы, которая поступает из пласта, можно рассчитать максимальное значение компонента по пласту. На рисунке 3 показана таблица, характеризующая вычисление объемов по каждому пласту в зависимости от состава тех или иных компонентов.

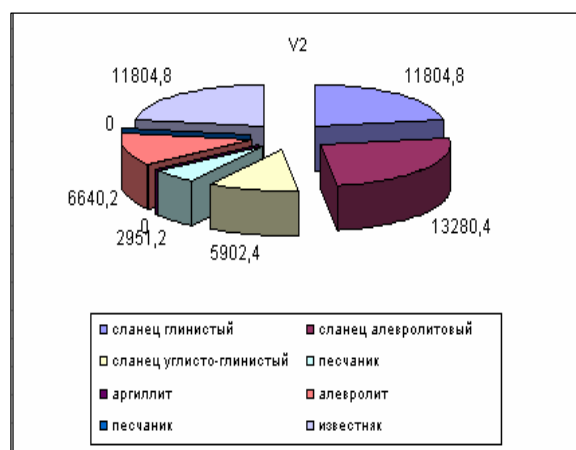
Объемы проведения подготовительных выработок				
	V1	V2	V3	V4
	82368,75	11804,8	8125,6	20601,45
	32947,5	13280,4	0	5035,91
	49421,25	5902,4	10563,28	25637,36
	0	2951,2	16251,2	20601,45
	131790	0	24376,8	18312,4
	0	6640,2	0	40745,09
	98842,5	0	30471	54937,2
	115316,3	11804,8	9141,3	0
сумма	510686,3	52383,8	98929,18	185870,9
максобъем	131790	13280,4	30471	54937,2

Рис.3 Вычисление объемов в зависимости от компонентов пласта

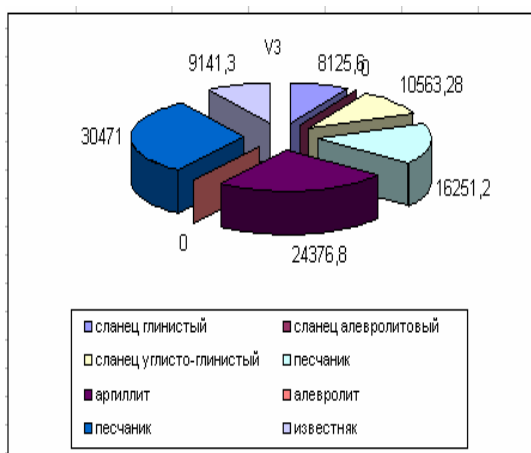
Используя найденные объемы, можно составить сделать вывод о составе компонент, входящих в пласт, то есть, какие компоненты больше содержатся в объеме породы, отсыпанной на отвал, в зависимости от графика проведения подготовительных выработок. На рисунках 4.а, б, в, г показаны диаграммы, характеризующие долю каждого компонента в общем объеме отсыпанной породы на отвал, в зависимости от наименования пласта.



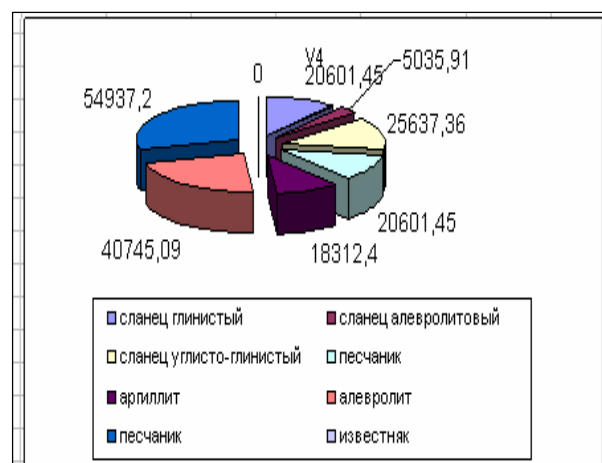
а)



б)



в)



г)

Рис.4. Состав компонент по разрабатываемым пластам

На основании приведенных диаграмм, которые характеризуют химический состав вмещающих угольные пласты пород, а также используя экспериментальные данные проб, полученные на основании выдачи объемов пород на отвал, были построены графики изолиний по трем химическим компонентам SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> и CaO. Построение производилось с использованием пакета “Surfer”, который постоянно совершенствуется и адаптиру-





ется для новых операционных систем. Данные графики построены для варианта, если на породный отвал порода отсыпается из одного пласта.

Также модель предусматривает и построение таких графиков, если в насыпанный объем входят компоненты из различных пластов. В таком случае, для построения графиков изолиний берется среднее значение необходимых компонент.

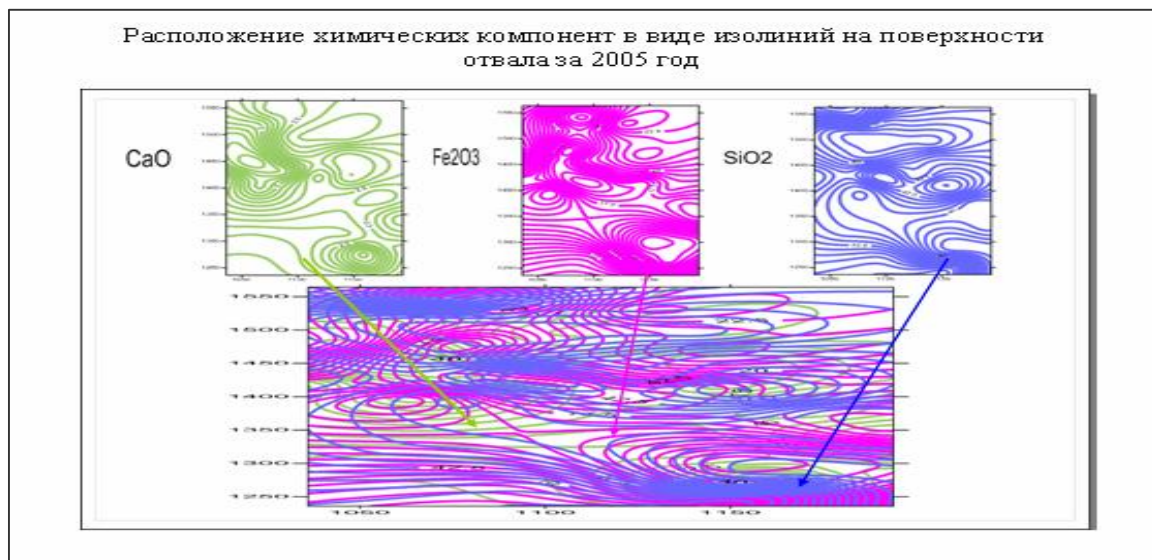


Рис.5. Построение изолиний на поверхности отвала за 2005 год

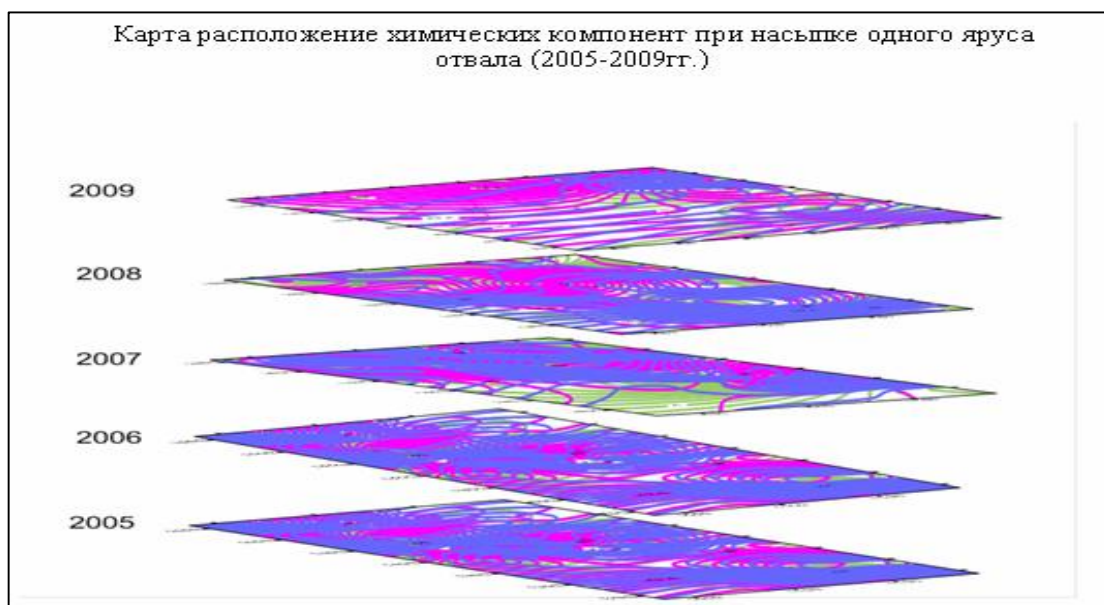


Рис.6 Построение изолиний на поверхности отвала за 2005- 2009 гг.

Таким образом, зная, что происходит с насыпкой породы в пределах одного пласта, и, зная какие работают пласты, то ли одновременно, то ли



каждый по отдельности, можно составить хронолитологическую модель насыпки породы, в результате которой могут быть выявлены места с накоплением вредных веществ. По данной модели можно составить рекомендации по контролю за данными веществами, а также дать рекомендации по дальнейшему использованию этих веществ.

## СПИСОК ССЫЛОК

1. Земля тривоги нашої. За матеріалами доповіді про стан навколишнього природного середовища у Донецькій області у 2008-2009 роках / Під ред.С.В. Трет'якова, Г.Аверіна– Донецьк: Новий світ.-2009.-124с.
2. Оценка влияния породных отвалов шах."Горняк" ПО "Селидовуголь" на окружающую среду и перспективы их рекультивации/ Соловьева Е.А.(магистерская работа)- Руководитель: доцент кафедры "Полезные ископаемые и экологическая геология" Проскурня Юлия Анатольевна
3. Теория графов в управлении организационными системами/ Бурков В.Н., Заложнев А.Ю., Новиков Д.А.// М.: Синтег, 2001.-124с.