

УДК 622.014.5.

О.А. Татарина

ТРАНСПОРТНАЯ ЛОГИСТИКА НАЗЕМНЫХ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК ПРИ ОСВОЕНИИ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

В процессе грузоперевозок транспортная логистика играет наиважнейшую роль. Задачами транспортной логистики являются выработка и эффективное применение оптимальных схем доставки грузов. Транспортная задача в классической постановке не дает возможности учитывать многие факторы, от которых зависит в итоге, эффективность организации перевозок. Учет всех факторов отражает тот важный факт, что планирование, организация перевозки должно быть построено на основе того представления, что логистика, является динамической категорией.

Отсюда следует, что необходима разработка новых подходов, математического инструментария, численных методов, алгоритмических процедур и программных продуктов, которые позволили бы в совокупности планировать с учетом динамики [1].

Как известно, одним из важнейших инструментов решения задач логического управления являются методы математического программирования.

В качестве алгоритма поиска построения поверхностной характеристики наиболее эффективным является метод динамического программирования, позволяющий достаточно точно найти несколько оптимальных вариантов трасс в условиях сложного рельефа поверхности и повышенной угленасыщенности.

Основное функциональное уравнение динамического программирования:

$$F_i = \min \{ f_{ij} + F_j \}, i > j, i = \overline{1, N}$$

заключается в многошаговом процессе оптимизации целевой функции: F_i

Решение задачи оптимизации функции двух переменных основывается на вычислении ее последовательностей $F_N(x < y), N=1,2$

$$f_N(x, y) = \min F_N(x_{1...}, x_{N_x}; y_{1...}, y_{N_y}),$$

за переменные при оптимизации траекторий принимаются координаты x_i и y_j вершин прямоугольной сетки

Рекуррентное соотношение (функция оптимальности Беллмана) принимает вид:

$$f(x, y) = \min \left\{ \begin{aligned} &d(x, y; x-1, y) + f(x-1, y) \\ &d(x, y; x, y-1) + f(x, y-1) \end{aligned} \right\}$$

где: $d(x, y; x-1, y)$ представляет собой расстояние между узлами сетки x, y и $x-1, y$, определяемое по допустимому углу наклона железнодорожного полотна α_0 в условиях пересеченного рельефа поверхности. Введение ориентации достигается заданием направления по осям X и Y в фиксированную точку на поверхности.

Расстояние l_{ij} между соседними узлами определяется из соотношения:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	200	200	200	220	300	280	300	260	220	240	220	200	300	280	260	200	2000
2	200	200	200	250	240	260	300	260	300	300	260	220	260	240	280	280	200
3	200	200	200	200	240	270	320	280	320	280	270	260	220	260	220	240	300
4	200	200	200	230	280	300	320	320	340	300	260	250	280	240	240	210	300
5	200	200	240	240	260	270	360	300	260	220	300	260	220	260	280	240	320
6	200	200	240	220	280	320	380	320	300	320	300	320	300	320	260	200	300
7	200	200	280	270	280	340	360	340	320	300	280	200	240	270	200	290	
8	200	200	270	240	220	320	320	280	340	330	260	240	280	260	260	200	260
9	210	200	200	205	280	260	340	300	220	300	330	280	300	260	220	220	200
10	260	200	200	200	240	230	340	340	340	320	260	260	280	250	200	2000	2000
11	290	260	220	200	220	240	340	320	300	260	300	280	220	200	240	280	2000
12	240	220	230	200	220	220	260	320	290	240	250	310	300	280	260	220	2000
13	260	200	220	200	230	260	340	300	320	300	340	240	260	220	260	230	2000
14	280	260	240	200	260	310	340	280	300	305	250	200	240	320	310	240	2000
15	300	350	220	220	240	340	320	300	320	220	220	200	260	260	280	240	2000
16	200	200	210	300	340	340	200	240	260	230	200	210	200	240	270	240	2000
17	200	250	290	320	320	310	260	240	200	230	280	260	200	200	220	2000	2000
18	220	220	230	230	310	340	260	220	320	300	280	260	240	2000	2000	2000	2000
19	280	250	290	240	300	350	300	350	300	310	290	220	240	240	2000	2000	2000
20	260	310	360	300	240	320	280	310	360	310	260	210	250	2000	2000	2000	2000
21	260	260	320	360	340	340	340	360	290	240	200	200	200	2000	2000	2000	2000

Рис. 1. Численная реализация модели построения поверхностных характеристик размещения коммуникационного коридора.

$$l_{ij} = \begin{cases} \delta & \text{при } \alpha_{ij} \leq \alpha_0 \\ \frac{\Delta H_{ij}}{\sin \alpha_0} & \text{при } \alpha_{ij} > \alpha_0 \end{cases}$$

где α - угол подъема трассы между смежными узлами сетки, радиан;

α_0 - допустимый угол наклона для применяемого вида транспорта, радиан;

δ - длина ребра сетки, м;

h_{ij} - высота точки ij над уровнем моря, м;

l_{ij} - приведенная длина ребра сетки, м;

A1A2 - рабочие параметры;

ij - индексы узлов сетки размерностью $N1 \times N2$.

Исходная матрица высот $H = \{h_{ij}\}_{m,n}$ с учетом ограничений преобразуется в матрицу расстояний $L = \{l_{ij}\}_{m,n}$, элементы которой, минимизируются на каждом этапе.

Наличие «запретных» зон можно обосновать тем, что в случае отсутствия связи между некоторыми точками x, y и $x-1, y$ (когда проведению трассы препятствует расположение зданий и сооружений на поверхности, инженерно-геологические особенности грунта, расположение

водоемов и т.д.) мы будем считать соответствующее $h_{ij} \rightarrow \infty$, или очень большим положительным числом на компьютере.

Порядок счета с использованием данного метода выглядит следующим образом:

- проводится оцифровка поверхности с нанесением «запретных зон» (реки, населенные пункты, здания и т.д.) данные снимаются с топографических карт;

- преобразование значений координатной сетки в длины с учетом руководящего уклона (в нашем случае принимаем 0,01 радиан для железнодорожного транспорта);

- построение поверхности минимальных длин (рис.2.);

- нахождение точки примыкания и оптимальной трассы.

Операцию выбора кратчайшего расстояния производят графически на топографической поверхности, представленной в виде изолиний равных отметок, и при сравнении нескольких вариантов выбирается наиболее оптимальная трасса коммуникационного коридора [2].

При решении задач методом динамического программирования, как правило, используют вы-

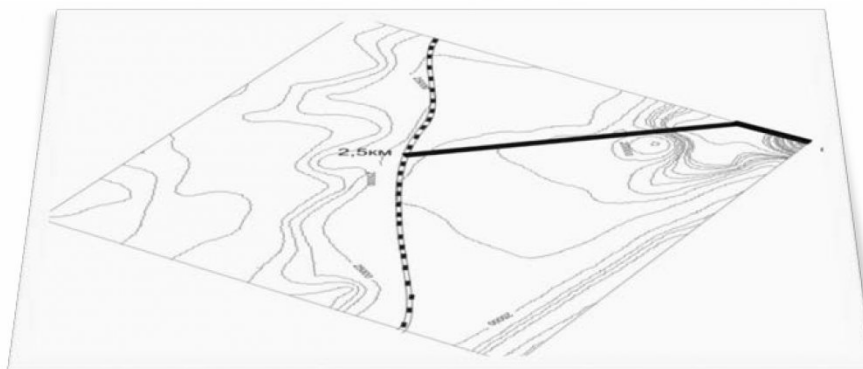
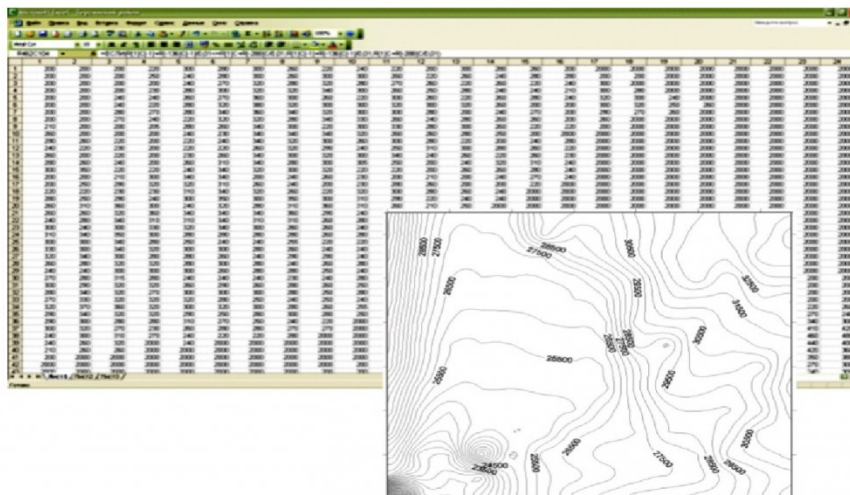


Рис. 2. Численная реализация модели построения поверхностных характеристик с изолиниями равных расстояний

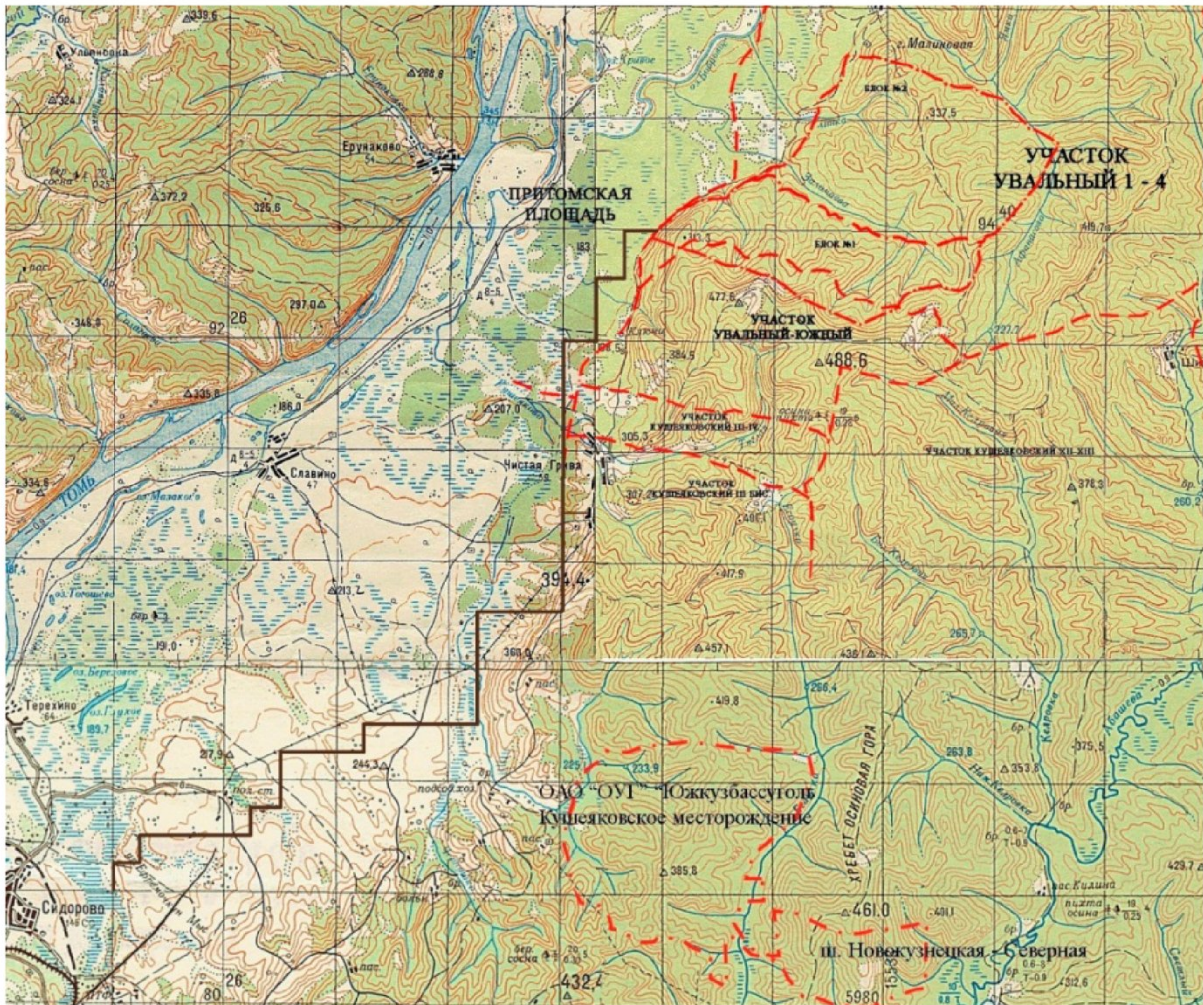


Рис. 3. Численная реализация модели построения транспортно-технологической характеристики.

числительные машины, обладающие достаточным объемом памяти для хранения промежуточных результатов решения, которые обычно получают-ся в табличной форме.

Для численной реализации метода разработа-но алгоритмическое обеспечение, реализующее данный метод в среде EXCEL. Это позволяет существенно снизить объем обработки информации и оперативно получать варианты размещения техно-логических объектов при введении новых огра-ничений.

На основании проделанных расчетов построе-на карта эквидистант (изолинии равных расстоя-ний (рис.2))

Данный алгоритм позволяет рассчитать опти-мальные трассы для различных видов транспорта между двумя или несколькими пунктами в усло-виях сложного рельефа местности, наличия «за-претных зон» (построек, болот, оврагов и т.д.). Кроме построения оптимальных сетей дорог предусматриваются и решение частной задачи – оптимального примыкания новых коммуникаций к существующим магистралям.

Предлагаемый метод решения задачи со-стоит в том, что коммуникационный коридор

"конструируется" из отдельных отрезков. Этот подход использует принцип оптимальности динамического программирования. Исходя из принципа оптимальности Беллмана, методом по-шаговой оптимизации в результате будет получе-на оптимальная, в смысле выбранного критерия, трасса коммуникационного коридора.

Для решения задачи размещения трассы ком-муникационного коридора на поверхности Тер-синского геолого-экономического района исполь-зован метод динамического программирования в модификации [3].

В результате использования метода была по-лучена транспортно-технологическая характе-ристика на поверхности Терсинского ГЭР. Найдена оптимальная точка примыкания коммуника-ционного коридора к первоочередному участку Уваль-ный Южный. Следовательно, промышленную площадку следует закладывать в этой точке. В этом случае все затраты по работе транспорта бу-дут минимальными. Также при решении данной задачи можно оценить любую точку в пределах просчитанного участка.

Построение трассы коммуникационного кори-дора на всей территории месторождения повыша-

ет наглядность результата и способствует принятию оптимальных решений на этапе проектирования горнодобывающих предприятий.

В Институте угля СО РАН продолжены работы по решению задач оптимизации выбора расположения коммуникационного коридора и мест примыкания новых коммуникаций к существующим, при освоении новых угольных месторождений, методом динамического программирования [4].

По результатам технологической оценки всего Терсинского ГЭР определены первоочередные участки для освоения. Освоение ГЭР рекомендовано начать с участка Увальный Южный. Строительство угледобывающего комплекса (УДК)

"Увальный" предлагается на запасах геологических участков Увального 1-4 и Увального-Южного, которые располагаются в Терсинском геолого-экономическом районе Кузбасса [5].

Приведенный метод реализации модели можно применять в условиях любого рельефа поверхности и произвольного распределения «запретных» зон, что дает возможность использовать его не только при компоновке комплекса поверхности шахты, но и при составлении технико-экономического обоснования строительства железных дорог.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 13-05-98030 р_сибирь_a.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доенин В.В. Динамическая логистика транспортных процессов. М.:Издательство «Спутник+», 2010. – 246с.
2. Стрекачинский Г.А., Ордин А.А., Федорин В.А. Оптимальное размещение транспортных сетей на поверхности шахт. – Новосибирск: Наука, 1981. – С.84.
3. Стрекачинский Г.А. Теория и численные модели вскрытия месторождений. – Новосибирск: Наука СО, 1983. 237 с.
4. Клишин В.И., Ордин А.А., Ческидов В.И., Федорин В.А. Основы концепции оценки предельных объемов добычи угля открытым и подземным способами в Кузбассе. Отдельный выпуск Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: Горная книга – ОВ №7. – 2009. – С 47 52.
5. Федорин В.А., Татарина О.А. Оптимальное расположение коммуникационного коридора с учетом очередности освоения геологических участков и схем вскрытия угольных пластов. // Вестник КузГТУ. – 2014. – №4. – С 49 53.

Автор статьи

Татарина
Оксана Андреевна
младший научный сотрудник
Института угля СО РАН,
E-mail: TatarinovaOA@yandex.ru