

УДК 622.014.5.

В.А. Федорин, О.А. Татарина

ОПТИМАЛЬНОЕ РАСПОЛОЖЕНИЕ КОММУНИКАЦИОННОГО КОРИДОРА С УЧЕТОМ ОЧЕРЕДНОСТИ ОСВОЕНИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УЧАСТКОВ И СХЕМ ВСКРЫТИЯ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Проблемой освоения угольных месторождений Терсинского геолого-экономического района (ГЭР) является их отдаленность от рынков сбыта сырья и недостаточно развитая или отсутствующая инфраструктура. Данная работа рассматривает метод решения очередности освоения угольных месторождений Терсинского ГЭР с позиции транспортной логистики.

Основным принципом логистики является принцип оптимальности, определяющий характеристику уровня качества (оптимальное решение задачи, оптимальный план, оптимальное управление). Характерной чертой развития логистической системы является выбор наиболее подходящего варианта системы: оптимальная траектория, оптимальное распределение, оптимальное функционирование и т.п. Задача заключается не в том, чтобы найти решение лучше существующего, а в том, чтобы найти самое лучшее решение из всех возможных [1].

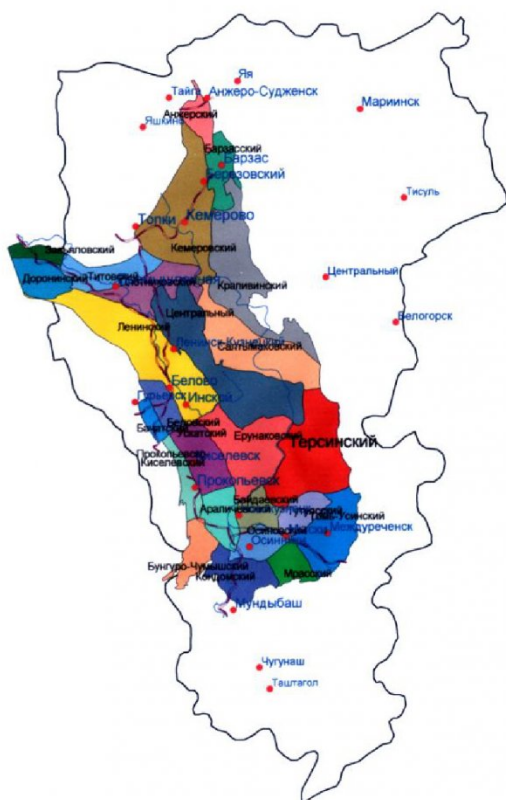


Рис. 1. Расположение Терсинского геолого-экономического района.

В качестве объекта исследования выбран Терсинский геолого-экономический район. Терсинский угленосный район – один из 25 геолого-

экономических районов Кузбасса. Район занимает площадь около 2600 км² в юго-восточной части Кузнецкого бассейна, граничит с Ерунаковским, Центральным, Салтымаковским, Томь–Усинским, Тутуяским и Байдаевским районами.

Западной границей района является река Томь, северной – Салтымаковский хребет и река Нижняя Терсь, остальные границы проводятся по геолого-структурным признакам и довольно условны – с востока предгорья Кузнецкого Алатау, с юга – горы Горной Шории. Коммуникационная сеть Терсинского геолого-экономического района представляет собой совокупность слабо развитых автомобильных и железнодорожных дорог и линий электропередачи.

Сложностью освоения Терсинского ГЭР является его отдаленность и недостаточно развитая инфраструктура, а также важной особенностью района является то, что на севере и востоке района нет промышленно развитых соседей. Требования охраны природы являются одним из важнейших факторов, влияющих на условия развития и размещения объектов на территории района. Здесь подразумеваются не только требования, связанные с защитой ее от загрязнения вредными выбросами, но и с охраной и рациональным использованием природных ресурсов.

Таким образом, исходные принципы освоения Терсинского района обусловлены экономическими, технологическими, экологическими и социальными требованиями. Генеральная схема развития района должна предусмотреть: опережающее развитие производственной и социальной инфраструктуры; комплексную оценку и использование всех ресурсов ГЭР; рациональное использование биоресурсов природотерриториального комплекса района; реализацию проектов горных предприятий только нового поколения, позволяющих с наименьшими затратами и нагрузкой на экологию развивать необходимые производственные мощности по добыче угля; обеспечение охраны окружающей среды за счет перехода к экологически чистым, безотходным и комплексным технологиям добычи, переработки и транспортирования горной массы [2].

Этот район почти не освоен, здесь имеются большие возможности расширения сырьевой базы. При комплексном освоении Терсинского ГЭР следует принять тактику, сочетающую развитие добычи угля и дальнейшее геологическое изучение месторождений полезных ископаемых в направлениях на север и восток. Интенсивное освоение

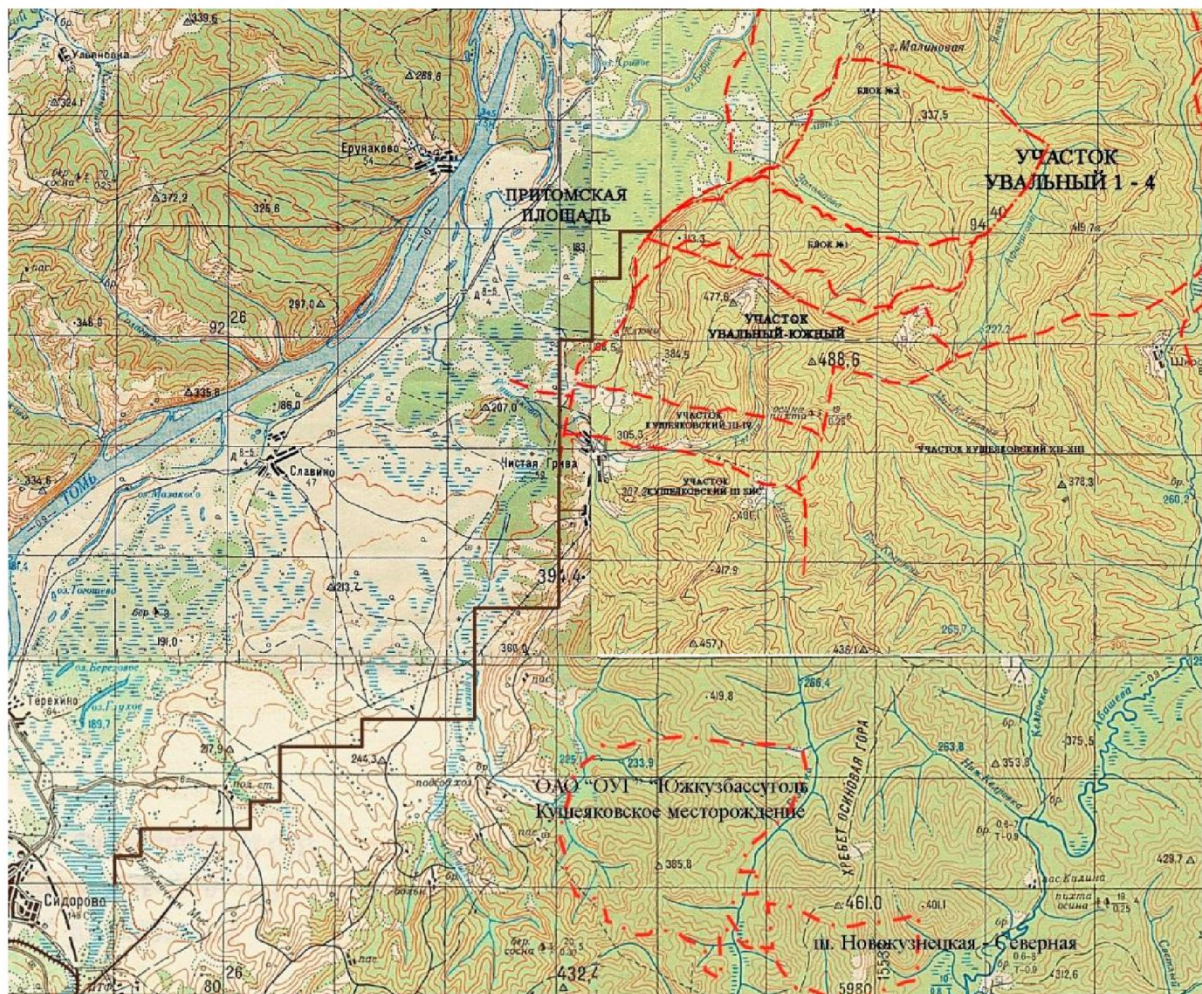


Рис. 2. Размещение коммуникационного коридора на поверхности Терсинского геолого-экономического района.

угольных месторождения невозможно без соответствующей транспортной инфраструктуры, оптимизации транспортных сетей, рациональным размещением технологических объектов, выделением первоочередных участков угольных месторождений [3].

В качестве алгоритма поиска оптимальных маршрутов можно использовать принцип оптимальности Беллмана [4], позволяющий достаточно точно найти несколько оптимальных вариантов в условиях сложного рельефа местности - рассчитать оптимальные трассы для различных видов транспорта между двумя или несколькими пунктами в условиях сложного рельефа местности, наличия «запретных 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 состоит в том, что коммуникационный коридор "конструируется" из отдельных отрезков. Этот подход использует принцип оптимальности динамического программирования. Исходя из

принципа оптимальности Беллмана, методом пошаговой оптимизации в результате будет получена оптимальная, в смысле выбранного критерия, трасса коммуникационного коридора.

Для решения задачи размещения трассы коммуникационного коридора на поверхности Терсинского Геолого-экономического района использован метод динамического программирования в модификации [5].

В результате использования метода была получена транспортно-технологическая характеристика на поверхности Терсинского ГЭР. Найдена оптимальная точка примыкания коммуникационного коридора к первоочередному участку Увальный Южный. Следовательно, промышленную площадку следует закладывать в этой точке. В этом случае все затраты по работе транспорта будут минимальными. Также при решении данной задачи можно оценить любую точку в пределах просчитанного участка.

Построение трассы коммуникационного коридора на всей территории месторождения повышает наглядность результата и способствует принятию оптимальных решений на этапе проектирова-

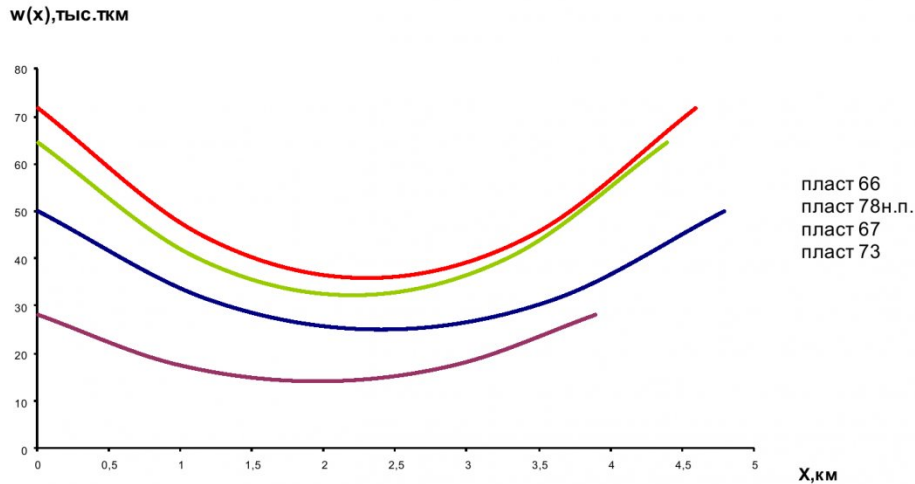


Рис. 3. Характеристика подземных грузоперевозок (тыс.т.км) в зависимости от местоположения наклонных стволов по пластам 66, 67, 73, 78 н.п. (участок Увальный 1-4, Увальный Южный).

ния 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.

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.

Одним из важнейших вопросов при вскрытии угольных месторождений является выбор места заложения стволов шахт – как главного, так и вспомогательных. От расположения стволов зависит величина эксплуатационных расходов по транспорту полезных ископаемых, пустых пород, материалов и пр. Для получения наиболее экономичных решений влияние всех факторов должно учитываться совместно.

Подземные грузоперевозки рассматриваются в качестве основного фактора формирующего в модульном шахтоучастке транспортную характеристику угледобывающего комплекса. Для описания подземных грузоперевозок используем интеграла Стилтеса. Таким образом, аналитическое уравнение грузоперевозок для неравномерной углена-

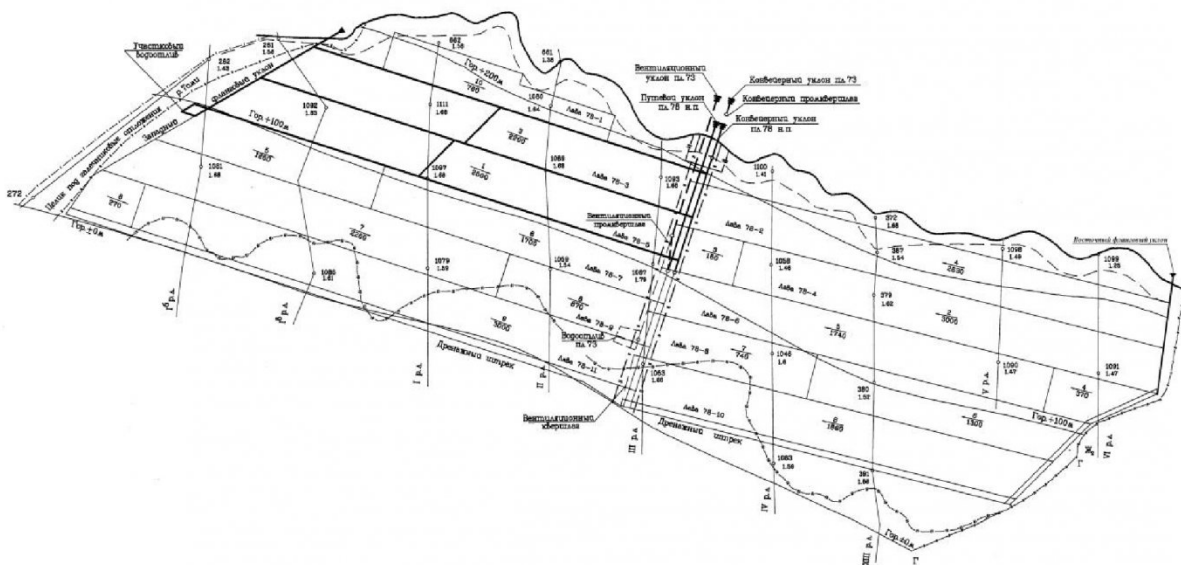


Рис. 4. Схема размещения вскрывающих выработок пласта 78 н.п. участка Увальный Южный (предложение Кузбассгипрошахт).

сыщенности вдоль магистрали (на отрезке $[a, b]$) в точку своза x выглядит следующим образом [5]:

$$W(x) = Q_0(b-x) + \int_a^x Q(x)dx - \int_x^b Q(x)dx,$$

где Q_0 - полный вес грузов на отрезке $[a, b]$;

$Q(x)$ - интегральная неубывающая («погонная» - по Л.Д. Шевякову) функция грузов:

$$Q(x) = \int_a^x f(x)dx; \quad Q(a) = 0; \quad Q(b) = Q_0.$$

где $f(x)$ - функция распределения груза, тыс.т/км;

Q_0 - общее количество груза, тыс.т;

Наиболее общее представление о транспортной характеристике дает поверхность грузоперевозок $W(x)$ в точку своза (x) на плоскости угольного пласта по простиранию для равномерной угленасыщенности.

$$W(x) = \frac{Q}{2S}(2x^2 - 2Sx + S^2)$$

где Q - промышленные запасы полезного ископаемого, тыс.т;

S - размер пласта по простиранию, км.

Нами была получена транспортно-технологическая характеристика на пластах 66, 67, 73, 78н.п. первоочередного участка Увальный 1-4 и участка Увальный Южный Терсинского геолого-экономического района.

Из рис. 3 видно, что в данных условиях оптимальным является равнокрылое поле, при котором достигается минимальная «работа» транспорта, и в случае однокрылого поля эта «работа» будет вдвое больше. При отступлении от точки минимума те или иные потери в работе транспорта будут обязательно. Изменение величины «работы» по всей длине поля характеризуется кривой на рис.3:

Просуммировав наземные и подземные грузоперевозки получаем графики, представленные на рис. 5. В этом случае целевая функция (с дополнениями) будет иметь вид:

$$F(x) = \frac{Q}{2S}(2x^2 - 2Sx + S^2) + Qx$$

В результате была получена транспортно-технологическая характеристика подземных грузоперевозок по пластам 66, 78н.п., 67, 73 и транспорта на поверхности. Наиболее приемлемым местом заложения промышленной площадки является область, где показатели являются наименьшими. По нашим данным с учетом подземных и наземных грузоперевозок, как видно из рисунка 6 этой областью является левый фланг шахтного поля, следовательно, промышленную площадку следует закладывать в этой точке. В этом случае все затраты по работе транспорта будут минимальными. Очевидно, что и коммуникационный коридор на поверхности угледобывающего комплекса «Увальный» целесообразно закладывать на флангах модульных шахтоучастков. Минимизация F по простиранию пласта (с транспортом на поверхности) двукрылое шахтное поле превращается в модульный шахтоучасток с односторонней схемой вскрытия.

Данная схема (рис. 6) позволяет вдвое увеличить длину выемочного столба без перемонтажа угледобывающего комплекса (по сравнению с центральным расположением грузового ствола) и снизить грузоперевозки подземным и поверхностным транспортом на 25%.

Для полного обоснования оптимальных решений по размещению технологических объектов, как на поверхности, так и в недрах в работе использованы программа Microsoft Excel (для динамического программирования (рис. 2)) и система Auto CAD (для проектирования раскройки угольного пласта (рис. 4 и 6)).

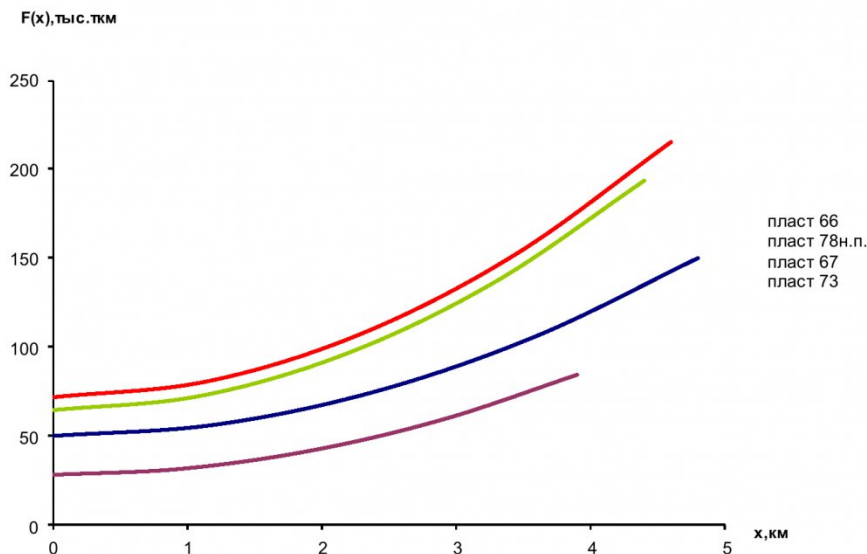


Рис. 5. Суммарная характеристика (подземные и поверхностные грузоперевозки) размещения наклонного ствола шахты (Участок Увальный 1-4, Увальный Южный).

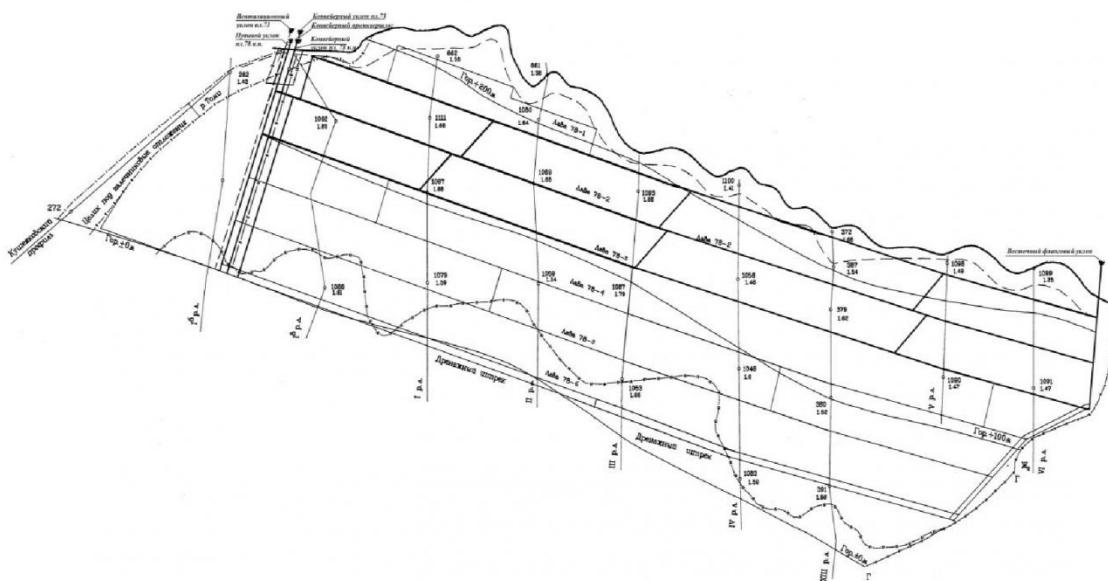


Рис. 6. Схема размещения вскрывающих выработок пласта 78 н.п. участка Увальный Южный (предложение ИУ СО РАН).

Идея динамического освоения шахтного поля получила развитие в концепции угледобывающего комплекса [6], состоящего из добычных модулей - участков, осуществляющих независимые друг от друга вскрытие, добычу и транспорт полезного ископаемого на поверхность, а также весь комплекс обслуживающих операций. Связь добычных модулей в единый комплекс осуществляется транспортным коридором на поверхности месторождения. Необходимость разработки методов оптимального размещения технологических объектов на поле УДК продиктована отсутствием таковых в приложении к специфике новой структуры.

Предварительное освоение Терсинского ГЭР рекомендовано начать с участка Увальный Южный, учитывая все факторы (поверхностные и

подземные грузоперевозки), выбирая схему вскрытия с минимальными затратами по работе транспорта. Данные горно-геологические условия позволяют применить структуру модульного шахтоучастка для отработки пласта 78 н.п. участка Увальный Южный, с использованием высокопроизводительной техники угледобычи.

На основе анализа построенной транспортно-технологической характеристики всего Терсинского ГЭР были определены участки для первоочередного освоения и оптимальная трасса коммуникационного коридора на территории ГЭР, обеспечивающая доступ к месторождениям полезных ископаемых, пригодным для промышленного освоения и выбрана оптимальная схема вскрытия для данных горно-геологических условий месторождения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Транспортная логистика: Учебник / Под общ. Ред. Л.Б.Миротина – 2-е изд., стереотип. – М.: Издательство «Экзамен», 2005. – 512с.
2. Станкус, В.М. Состояние и перспективы освоения Терсинского геолого-экономического района Кузбасса./ Анферов, Б.А., Кузнецова, Л.В.// М.: Уголь №11, 2006. С.37-40.
3. Татаринова, О.А. Принципы транспортной логистики в эффективном освоении угольных месторождений. Отдельный выпуск Горный информационно-аналитический бюллетень. М.: Издательство «ГОРНАЯ КНИГА» №ОВ6. 2013. – С 122 127.
4. Беллман Р., Дрейфус С. Прикладные задачи динамического программирования. М., Наука, 1965.
5. Стрекачинский Г.А. Теория и численные модели вскрытия месторождений. – Новосибирск: Наука СО, 1983. 237 с.
6. Ялевский В.Д., Федорин В.А. Модульные горнотехнологические структуры вскрытия и подготовки шахтных полей Кузбасса (Теория. Опыт. Проекты). – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2000. – 224 с. Ил.

Авторы статьи

Федорин
Валерий Александрович
докт.техн.наук, зав.лаб.эффективных
технологий разработки угольных ме-
сторождений Института угля СО РАН
E-mail: fva@icc.kemsc.ru

Татаринова
Оксана Андреевна
мл. науч. сотр. Института угля СО
РАН
E-mail: TatarinovaOA@yandex.ru