УДК 622.27

А.Ю. Михайлов, Е.Л. Варфоломеев

*РАЗВИТИЕ ОТКРЫТО-ПОДЗЕМНОГО СПОСОБА ДОБЫЧИ УГЛЯ В ТЕРСИНСКОМ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЙОНЕ**

Терсинский геолого-экономический район (ГЭР) являться полигоном для развития минерально-сырьевой базы Кузбасса и России. Площадь около 2600 км^2. Количество запасов составляет более 2 млрд т сосредоточенных на 14 участках. Добывающая промышленность и производственная инфраструктура развита слабо. Основной вид деятельности сельское хозяйство. Объединение открытых и подземных горных работ (комбинированный способ) есть научная новизна и современная концепция освоения угольных месторождений Кузбасса. Рассмотрен вопрос комплексного освоения Терсинский геолого-экономический района. Использована научная концепция освоения угольного месторождения по глубине тремя ярусами. Первый ярус осваивается открытыми горными работами. Второй ярус осваивается технологией Highwall mines. Третий осваивается подземными горными работами используя подземные добывающие модули. Комбинированный способ разработки позволит расширить сырьевую базу Кузбасса без ущерба экологии.

Ключевые слова: Терсинский геолого-экономический район, угольный пласт, вскрытие, подготовка, система разработки, запасы.

Минерально-сырьевая база добывающей отрасли Кузбасса развивается по экстенсивному пути – за счет разведки и вовлечения в промышленное освоение новых участков месторождений. Интенсивный путь развития – путь повышения полноты использования недр, за счет инновационных разработок и внедрения новых технологий добычи (обеспечивающих перевод ранее нерентабельных запасов в рентабельные) развития не получил, что нашло свое отражение в «Стратегии социально-экономического развития Кемеровской области на долгосрочную перспективу (до 2025 года)». Данная стратегия предусматривает ее осуществление преимущественно по интенсивному пути. Главным фактором интенсивного развития сырьевой базы должно стать создание инновационных технологий угледобычи и представление на рынке новых инновационных технологий угледобычи и представление на рынке комплексно обеспеченных горной техникой и нормативно-методической базой инновационных технологий извлечения запасов в нетрадиционных горно-геологических условиях извлечения запасов. Такой, «технологический» подход к развитию минерально-сырьевой базы ТЭК обладает огромным недросберегающим эффектом. При его применении вложение государственных средств в разработку новых технологий добычи, является в конечном итоге вложением средств в государственную собственность (недра) с целью повышения экономиче-

* Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ 13-05-98030 р_сибирь_а «Укрепление сырьевой базы угольной промышленности Кузбасса за счет освоения Терсинского геолого-экономического района».

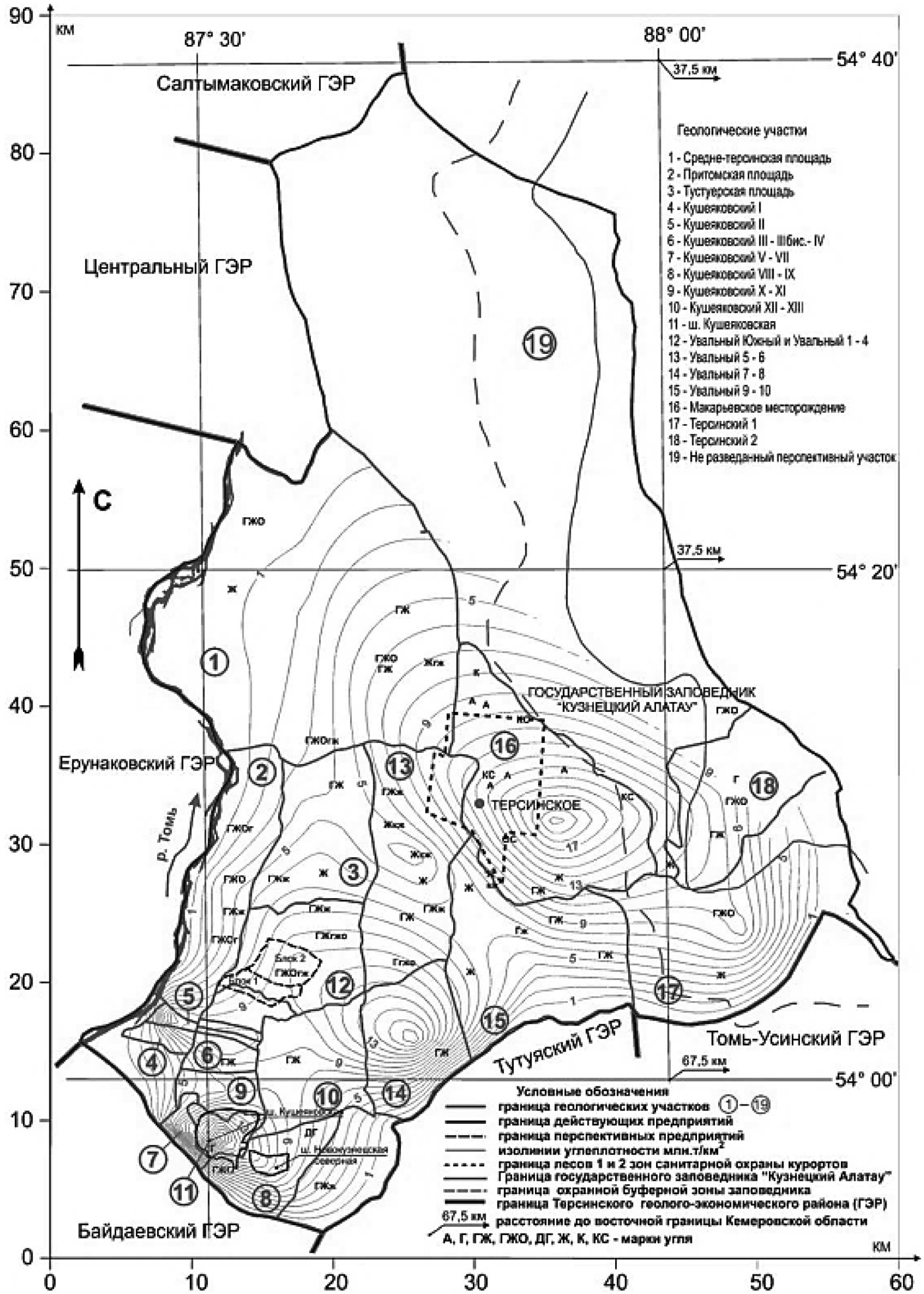

Рис. 1. Расположение геологических участков и углеплотности (млн т/км²) Терсинского геолого-экономического района Кузбасса

ской эффективности ее использования [1].

Полигоном для развития минерально-сырьевой база Кузбасса и России в целом может являться Терсинский геолого-экономический район (ГЭР).

Терсинский ГЭР площадью около 2600 км^2, один из наиболее крупных по площади, расположен в юго-восточной части Кузнецкой впадины и примыкает к Кузнецкому Алатау граничит с Ерунаковским, Центральным, Салтымаковским, Томь-Усинским, Тутуясским и Байдаевским районами и административно входит в Новокузнецкий район Кемеровской области. Западная граница района проходит по реке Томь, северная – по Салтымаковскому хребту и реке Нижняя Терсь, восточная и южная границы условно проводятся по геолого-структурным признакам, соответственно, – по предгорьям Кузнецкого Алатау и горам Горной Шории (рис. 1) [2].

В Государственном балансе в Терсинском районе по состоянию на 01.01.12 г., числится запасов категории А+В+С$_1$ – 2115 805 тыс. т, из них коксующиеся составляют 1 394 215 тыс. т, из них особо ценные – 629 191 тыс. т. Запасы энергетических углей составляют 671 750 тыс. т, из них 19 976 тыс. т для открытых работ [3]. В нижних пластах Кушеяковского, Увального и Восточно-Терсинского месторождений преобладают газово-жирные и жирные угли. Юго-западная часть района (Кушеяковское месторождение) хорошо разведена и осваивается (шахты «Кушеяковская» и «Новокузнецкая-Северная») [4].

На большей части района находятся ресурсы верхнепалеозойских углей, приуроченные к кольчугинской серии. В кольчугинской серии находятся пласты угля марок Д, Г, ГЖО, ГЖ и Ж. В самых нижних пластах этой серии возможны угли марки КЖ. Угли большинства пластов низко- и среднезольные, обогатимость углей – средняя, редко – легкая и трудная. Большая часть потенциальных запасов представлена энергетическими марками. В нижних пластах Кушеяковского, Увального и Терсинского (восточная часть) преобладают газово-жирные и жирные угли.

Основная доля подземного стока вод Терсинского ГЭР приурочивается к верхней зоне активного водообмена, прослеживающийся до глубины 100–150 м. Грунтовые воды, приуроченные к элювию и делювию коренных пород, чаще встречаются в виде отдельных линз. Удельные дебиты скважин изменяются от 0,0009 до 0,03–0,95 л/с. Водообильность увеличивается от водоразделов к долинам рек.

Состав газов в районе типичен для угольных месторождений Кузбасса и представляет собой чаще всего смесь метана (80–90%) с углекислым газом и азотом.

Углеплотность кольчугинской серии крайне неравномерна, уменьшается в восточном и северо-восточном направлениях.

Хозяйственная деятельность в Терсинском ГЭР осуществляется в крайне ограниченных масштабах, преимущественно в южной части, где действуют предприятия угольной промышленности (шахты Полосухинская и Кушеяковская). Леса составляют 75,8%, сельхозугодья – 13,5% (из них пашни – 5,7%), воды – 1,1%, прочие земли – 9,6%.

Транспортные коммуникации Терсинского ГЭР представляют собой автомобильные и железные дороги. Существующие автомобильные дороги с покрытием протяженностью около 100 км имеют неразветвленную сеть, вытянутую преимущественно в меридианном направлении, связывающую населенные пункты с г. Новокузнецком автобусным сообщением.

Рекреационные зоны использования лесов района носят локальный харак-

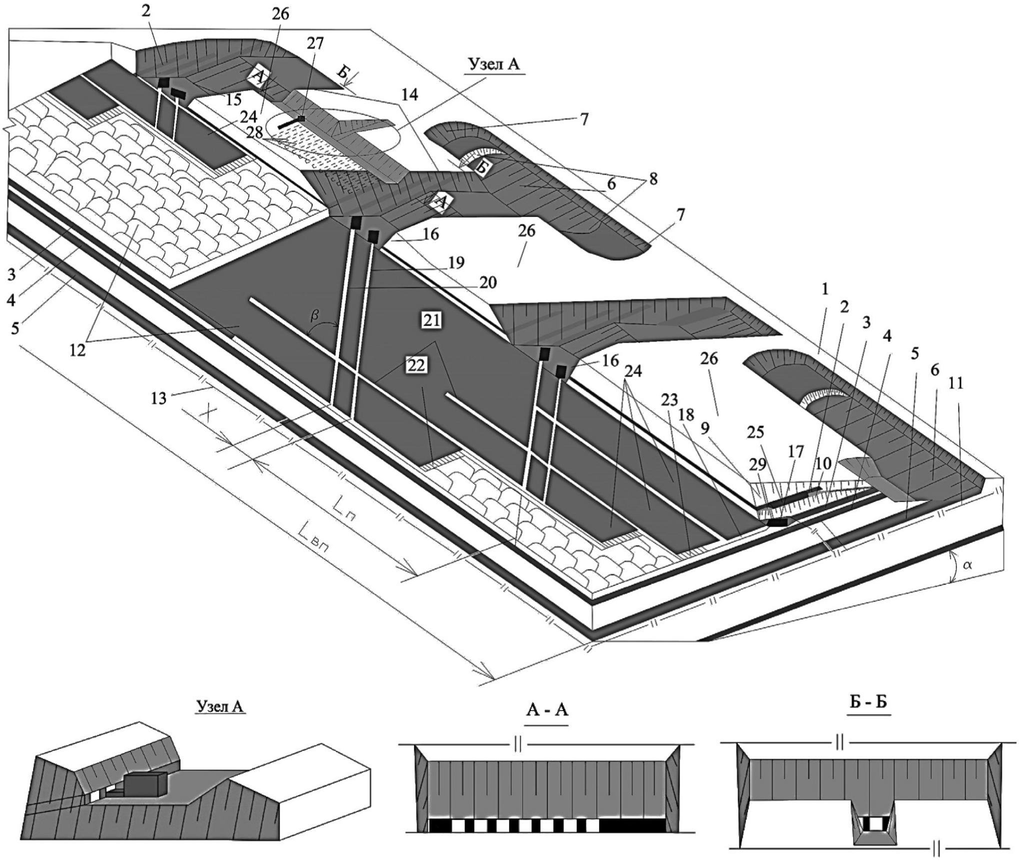

Рис. 2. Способ комбинированной разработки свиты пологих и наклонных пластов полезных ископаемых с отработкой буферного целика комплексом глубокой разработки пластов (КГРП – «Highwall miners»): 1 – наносы; 2, 3, 4, 5 – разрабатываемые пласты; 6 – дно угольного разреза; 7 – откос борта угольного разреза; 8 – угольный забой разреза; 9 – борт угольного разреза; 10 – уступ угольного разреза; 11 – граница угольного разреза; 12 – панели выемочного поля; 13 – граница выемочного поля; 14 – первоначально участки на границах панелей; 15 – панельная промплощадка, оборудована на уступе борта угольного разреза сближенных пластов 2 и 3; 16 – панельная промплощадка; 17 – промплощадка, оборудована на уступе борта торцовой части границы угольного разреза в месте примыкания монтажной камеры 18; 18 – монтажная камера; 19, 20 – наклонные выработки, вспомогательные и конвейерные уклоны, пройдены по разрабатываемому пласту; 21 – выемочные штреки; 22 – очистной забой, оборудован механизированным комплексом; 23 – место монтажа комплекса в монтажной камере 18; 24 – выемочные столбы; 25 – очистной механизированный комплекс; 26 – буферный целик; 27 – комплекс глубокой разработки пластов (КГРП); 28 – выемочные камеры отработанные (КГРП); 29 – сформированная монтажная площадка из открытой выработки; $L_{вп}$ = 1500–5000 м – длина выемочного поля по простиранию; $L_{п}$ = 600–1200 м – длина панели по простиранию; X = 60–120 м – расстояние между конвейерным 20 и вспомогательным 19 уклонами; $L_{оч}$ = 100–250 м – длина очистного забоя 22; β = 40–60° – угол примыкания наклонных выработок 19, 20 к выемочным штрекам 21; α = 0–35°– угол падения пласта

тер. Содержание тяжелых металлов в почвах – в пределах фона. Однако наблюдается высокая степень техногенного воздействия газообразных и твердых выбросов промышленных предприятий г. Новокузнецка [5].

Численность населения в Новокузнецком районе (без г. Новокузнецка) составляет 51,4 тыс. чел. (на 01.01.2013), из них 85% занято сельским хозяйством. Средняя плотность населения – 3,9 чел./км^2. Средняя плотность Терсинского ГЭР – 0,74 чел./км^2. В последние десять лет увеличилась рождаемость, наблюдается незначительное увеличение численности населения за счет естественного и миграционного прироста [6].

Интенсивный путь развития данного месторождения осуществляется за счет объединения открытых и подземных горных работ (комбинированный способ) с использованием общей производственной инфраструктуры на строящихся и действующих угольных разрезах, что определяет научную

Запасы угля по государственному и отраслевому балансам

№ п/п	Наименование участка	Запасы и ресурсы, тыс. т						
		A	B	C_1	$A+B+C_1$	C_2	Забалансовые	P_1
Государственный баланс по состоянию на 01.01.2012 г.								
Действующие предприятия								
1	ООО «Шахта Кушеяковская»	71 173	92 475	100 421	264 069	–	–	–
2	Новокузнецкая-Северная	14 829	8551	11 170	34 550			
Строящиеся предприятия								
1	ОАО «УК Сибирская» Поле шахты Увальная	–	136 634	90 603	227 237	–	16 108	–
2	Увальный Глубокий		2827	8162	10 989			
Нераспределенный фонд								
1	Кушеяковский XIII	–	185 835	301 050	486 885	–	–	–
2	Поле шахты Кушеяковская	19 051	38 965	67 215	125 231	–	–	–
3	Кушеяковский VIII – IX	19 228	86 901	163 677	269 806	–	–	–
4	Кушеяковские VIII – IX	6011	8382	5583	19 976	–	–	–
5	Кушеяковский X – XI	–	77	39 814	39 891	6034	6267	–
6	Кушеяковский № 3–3бис – 4	44 616	51 608	64 952	161 176	–	19 230	–
7	Кушеяковский V – VII	8673	4860	23 403	36 936	–	6287	–
8	Увальный 1–4 и Увальный Южный	–	127 396	256 110	383 506	59 491	50 872	–
9	Кушеяковский VIII – IX	2739	1231	51 583	55 553	–	6938	–
10	Макарьевское	–	–	–	–	–	3 183 287	–
	Всего:	100 318	505 255	973 387	1 578 960	65 525	3 272 881	

новизну и современную концепцию освоения угольных месторождений Кузбасса [7].

Основой исследований являются научно-методические разработки специалистов ИПКОН РАН [8] и НТЦ НИИОГР применительно к комбинированной (открыто-подземной) геотехнологии комплексного освоения угольных месторождений. Для визуализации модели объектов в трехмерном пространстве используется компьютерная технология на основе системы MINEFRAME (ГоИ КНЦ РАН).

На основе этих исследований разработана научная концепция открыто-подземного способа освоения угольных месторождений по глубине тремя ярусами, позволяющая повысить полноту использования недр. Разрабатываемый Институтом угля СО РАН открыто-подземный (комбинированный) способ освоения пластовых угольных месторождений является экологически сбалансированным, эффективным на рынке высоких технологий, рис. 2.

Первый ярус осваивается открытыми работами до проектной глубины по экономическому критерию с использованием на заключительном этапе подземной транспортной инфраструктуры [9].

Второй (открыто-подземный ярус) – высоким уступом (Highwall) без разноса бортов угольного разреза с использованием безвзрывной технологии Комплекса глубокой разработки пластов (КГРП) и выдачей угля по существующим коммуникациям разреза. Технология КГРП является эффективным переходным звеном в комбинированном способе разработки, расширяя возможности безопасной работы [10].

Третий – подземными работами по модульной геотехнологической структуре шахтоучастков с использованием производственной инфраструктуры угольного разреза [11].

Перспектива освоения Терсинского ГЭР заключается в едином стратегическом подходе на весь период разработки, в использовании комбинированного способа (шахтами и угольными разрезами).

Так примером для использования открыто-подземного способа добычи угля в Терсинском ГЭР могут служить следующие участки нераспределенного фонда [12] см. таблицу.

Каждый участок является перспективным для комбинированного способа разработки.

В результате анализа существующих ресурсов Терсинского ГЭР можно сделать следующие вывод – при освоении данного района необходим комплексный подход, учитывающий не только необходимость расширения сырьевой базы угледобычи, но и общие направления развития экономики Кемеровской области без ущерба для экологии, что и позволяет выполнить комбинированный способ разработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Варфоломеев Е.Л.* Инновационное решение короткозабойной технологии добычи угля, направленное на повышение полноты извлечения и эффективности отработки угольных пластов подземным способом // Рациональное освоение недр. – 2011. – № 4. – С. 16–20.

2. *Писаренко М.В.* Оценка перспектив освоения угольных месторождений Терсинского геолого-экономического района / Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности: Труды международной научно-практической конференции. – Кемерово: СО РАН, КНЦ СО РАН, Институт угля СО РАН, Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, КузГТУ, Новационная фирма «КУЗБАСС-НИИОГР», ООО «Кузбасская выставочная компания «Экспо-Сибирь», 2013. – С. 20–24.

3. *Федорин В.А., Варфоломеев Е.Л., Борисов И.Л.* Внедрение и развитие современной высокопроизводительной технологии извлечения угля без присутствия людей в подземных выработках для условий // Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов: сборник научных статей Сиб. гос. индустр. ун-та / Под общ. ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк, 2014. – С. 35–39.

4. *Потапов В.П., Федорин В.А.* Перспективы развития и оценка конкурентоспособности углей Терсинского геолого-экономического района Кузбасса / Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности: Труды VII международной научно-практической конференции – Кемерово: ННЦ ГП – ИГД им. А.А. Скочинского, ИУУ СО РАН, КузГТУ, ЗАО КВК «Экспо-Сибирь», 2005. – С. 24–34.

5. *Станкус В.М., Анферов Б.А., Кузнецова Л.В.* Состояние и перспективы освоения Терсинского геолого-экономического района Кузбасса // Уголь. – 2006. – № 11. – С. 37–41.

6. *Михайлов А.Ю., Варфоломеев Е.Л.* Социально-экономическое развитие и трудовые ресурсы Терсинского геолого-экономического района / Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов: сборник научных статей Сиб. гос. индустр. ун-та / Под общ. ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк, 2014. – С. 149–153.

7. *Михайлов А.Ю.* Развитие технологических решений комбинированной геотехнологии // Горный информационно-аналитический бюллетень. ОВ6. Институт угля Сибирского отделения РАН. – 2013. – С. 128–137.

8. *Каплунов Д.Р., Рыльникова М.В.* Комбинированная разработка рудных месторождений: Учебное пособие. – М.: Изд-во «Горная книга», 2012. – 344 с.: ил.

9. *Шахматов В.Я., Федорин В.А., Анферов Б.А., Кузнецова Л.В., Михайлов А.Ю.* Патент РФ № 2387836. Способ открытой добычи угля с использованием инфраструктуры смежной шахты. Опубл.: 27.04.2010. Бюл. № 12.

10. *Ялевский В.Д., Федорин В.А., Анферов Б.А., Варфоломеев Е.Л., Кассина О.В.* Патент РФ № 2285121. Способ открыто-подземной разработки свиты пологих угольных пластов. Опубл.: 10.10.2006. Бюл. № 28.

11. *Ялевский В.Д., Федорин В.А., Анферов Б.А., Варфоломеев Е.Л.* Патент РФ № 2284414. Способ разработки пологого угольного пласта. Опубл.: 27.09.2006. Бюл. № 27.

12. Укрепление сырьевой базы угольной промышленности Кузбасса за счет освоения Терсинского геолого-экономического района. Промежуточный отчет по проекту РФФИ № 13-05-98030 ИУ СО РАН. – Кемерово, 2013. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Варфоломеев Евгений Леонидович – научный сотрудник,
e-mail: kku@icc.kemsc.ru,
Михайлов Алексей Юрьевич – ведущий технолог,
e-mail: lexus@icc.kemsc.ru,
Институт угля Сибирского отделения РАН.

UDC 622.27

DEVELOPMENT OF OPEN-UNDERGROUND MINING IN TESSINSKY GEOLOGICAL-ECONOMIC REGION

Varfolomeev E.L.[1], Researcher, e-mail: kku@icc.kemsc.ru
Mikhaylov A.Yu.[1], Leading Technologist, e-mail: lexus@icc.kemsc.ru,
Institute of Coal of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, 650065, Kemerovo, Russia.

Tersinsky geological-economic region (GER) is testing ground for the development of mineral resource base of Kuzbass and Russian. The area of about 2,600 km^2*. The amount of reserves is more than 2 billion tons. Which are concentrated on 14 sites.*

Mining and industrial infrastructure is poorly developed. The main activity is agriculture. Combining open pit and underground mining operations (combined method) is the scientific novelty and the modern concept of development of coal deposits in Kuzbass.

The integrated development Tersinsky geological and economic region is reviewed. The scientific concept of development of the coal deposit at a depth of three tiers is used. The first tier is mastered open pit mining. The second tier is mastered by technology Highwall mines. The third tier is mastered underground mining and modules.

Combined method to expand the resource base of Kuzbass without damage to the environment.

Key words: Tersinsky geological-economic region, coal seam, opening, development, mining, resources.

ACKNOWLEDGEMENTS

The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research. Project No.13-05-98030 r_sibir'_a «Strengthening the resource base of coal industry of Kuzbass through the development Teresinski geological and economic region».

REFERENCES

1. Varfolomeev E.L. *Ratsional'noe osvoenie nedr*. 2011, no 4, pp. 16–20.

2. Pisarenko M.V. *Energeticheskaya bezopasnost' Rossii. Novye podkhody k razvitiyu ugol'noy promyshlennosti: Trudy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* (Energy security of Russia. New approaches to the development of the coal industry: proceedings of the international scientific-practical conference), Kemerovo, SO RAN, KNTs SO RAN, Institut uglya SO RAN, Institut uglekhimii i khimicheskogo materialovedeniya SO RAN, KuzGTU, Novatsionnaya firma «KUZBASS-NIIOGR», OOO «Kuzbasskaya vystavochnaya kompaniya «Ekspo-Sibir'», 2013, pp. 20–24.

3. Fedorin V.A., Varfolomeev E.L., Borisov I.L. *Naukoemkie tekhnologii razrabotki i ispol'zovaniya mineral'nykh resursov*: sbornik nauchnykh statey Sib. gos. industr. un-ta. Pod red. V.N. Fryanova (High technologies development and utilization of mineral resources: collection of scientific articles of the Siberian state industrial University. Fryanov V.N. (Ed.)), Novokuznetsk, 2014, pp. 35–39.

4. Potapov V.P., Fedorin V.A. *Energeticheskaya bezopasnost' Rossii. Novye podkhody k razvitiyu ugol'noy promyshlennosti: Trudy VII mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* (Energy security of Russia. New approaches to the development of the coal industry: proceedings of the VII international scientific-practical conference), Kemerovo, NNTs GP IGD im. A.A. Skochinskogo, IUU SO RAN, KuzGTU, ZAO KVK «Ekspo-Sibir'», 2005, pp. 24–34.

5. Stankus V.M., Anferov B.A., Kuznetsova L.V. *Ugol'*. 2006, no 11, pp. 37–41.

6. Mikhaylov A.Yu., Varfolomeev E.L. *Naukoemkie tekhnologii razrabotki i ispol'zovaniya mineral'nykh resursov*: sbornik nauchnykh statey Sib. gos. industr. un-ta. Pod red. V.N. Fryanova (High technologies development and utilization of mineral resources: collection of scientific articles of the Siberian state industrial University. Fryanov V.N. (Ed.)), Novokuznetsk, 2014, pp. 149–153.

7. Mikhaylov A.Yu. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. Special issue 6. Institut uglya Sibirskogo otdeleniya RAN, 2013, pp. 128–137.

8. Kaplunov D.R., Ryl'nikova M.V. *Kombinirovannaya razrabotka rudnykh mestorozhdeniy*: Uchebnoe posobie (The combined development of ore deposits: a tutorial), Moscow, Izd-vo «Gornaya kniga», 2012, 344 p.

9. Shakhmatov V.Ya., Fedorin V.A., Anferov B.A., Kuznetsova L.V., Mikhaylov A.Yu. *Patent RU 2387836*, 27.04.2010.

10. Yalevskiy V.D., Fedorin V.A., Anferov B.A., Varfolomeev E.L., Kassina O.V. *Patent RU 2285121*, 10.10.2006.

11. Yalevskiy V.D., Fedorin V.A., Anferov B.A., Varfolomeev E.L. *Patent RU 2284414*, 27.09.2006.

12. *Ukreplenie syr'evoy bazy ugol'noy promyshlennosti Kuzbassa za schet osvoeniya Tersinskogo geologo-ekonomicheskogo rayona. Promezhutochnyy otchet po proektu RFFI № 13-05-98030 IU SO RAN* (Strengthening the resource base of coal industry of Kuzbass through the development Teresinski geological and economic region. Interim report on the project RFBR 1 13-05-98030 Institute of coal of SB RAS), Kemerovo, 2013.