

УДК 550.8.056

**І. В. ВАСИЛЬЄВА**, аспірантка, Український державний геологорозвідувальний інститут, vasilieva1982@ukr.net, ORCID-0000-0002-5487-9896,  
**В. М. ІКОННИКОВ**, аспірант, Український державний геологорозвідувальний інститут, 104dgri@ukr.net, ORCID-0000-0003-1786-6807

# ПРОБЛЕМИ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ДАНИХ ВУГЛЕРОЗВІДУВАЛЬНИХ РОБІТ НА ДОНБАСІ

## ПРОБЛЕМЫ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ УГЛЕРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ НА ДОНБАССЕ

(Матеріал друкується мовою оригіналу)

Изучение проблемы интерпретации данных геологоразведочных работ на уголь проведено в два этапа. На первом этапе предусматривался сбор информации о мощности, строении и зольности угольных пластов, полученной в процессе проведения геологоразведочных работ. На втором этапе выполнено сопоставление данных геологоразведки и горных работ на шахтах и проанализированы случаи их несоответствия. Сравнение мощности, строения и качества угольных пластов проводилось по подработанным горными работами скважинам, с одной стороны, и данным горных работ, полученным вблизи скважин, с другой стороны. Это позволило получить представление о технической достоверности фиксации основных показателей пластов во время разведочных работ на уголь при бурении и каротаже.

**Ключевые слова:** геофизические исследования скважин, угольные месторождения, физико-механические свойства пород, качественные характеристики угля, мощность, зольность угля.

*I. V. Vasileva, graduate student, Ukrainian state geological research institute, Kyiv, Ukraine, vasilieva1982@ukr.net, ORCID-0000-0002-5487-9896,  
V. M. Ikonnikov, graduate student, Ukrainian state geological research institute, Kyiv, Ukraine, 104dgri@ukr.net, ORCID-0000-0003-1786-6807*  
PROBLEMS OF INTERPRETATION OF DATA GEOLOGICAL EXPLORATION FOR COAL ON THE DONBAS

Work on the study of the problems of interpretation of geological exploration data for coal was carried out in two stages. The first phase involves gathering information about the capacity, structure and ash content of coal seams, what was resulting in the process of exploration. In the second stage, the data mismatch analysis of exploration and mining operations at the mine. Comparing the volume and quality of the structure was carried out by coal-bed earn borehole mining operations with one hand, and data mining, a number obtained with wells, on the other hand. This gave an idea about the technical accuracy of fixing the basic indicators at the seams exploration for coal drilling and logging.

Inconsistency major coal seams quality indicators, obtained in the exploration, the actual results leads to the increase in the cost of mining works, their partial stop, sometimes for a full change of the program of work at the mine. This study concerns the interpretation of geological exploration data and the identification of possible causes of mining operations intelligence data inconsistencies will develop recommendations to prevent such discrepancies.

**Keywords:** geophysical research borehole, coal deposits, physical-mechanical properties of rocks, coal quality features, depth, coals ash.

Геофизические исследования буровых скважин при разведке угольных месторождений применяют для решения многих геологических задач. Среди них: литологическое расчленение разреза, выделение пластов угля, определение глубины их залегания и углов падения пород, определение мощности, строения, зольности, качественных характеристик угля, определение синонимии угольных пластов, подсчет запасов. Точность геофизических определений физико-механических свойств пород оценивают по сопоставлению результатов, получаемых по данным геофизических исследований скважин (ГИС), и образцов пород лабораторных исследований.

Для месторождений угля применяют типовые комплексы геофизических исследований угольных буровых скважин. Их разделяют на общие исследования по всему стволу с целью изучения разреза буровой скважины, выполняемые в масштабе глубин 1:500 или 1:200 (поисковый комплекс), и детальные исследования в интервалах залегания угольных пластов, выполняемые в масштабе глубин 1:50 и 1:20 (детализационный комплекс).

Неверное определение основных показателей качества угольных пластов при разведке и несоответствие их действительным приводит к удорожанию горных работ, их частичной остановке, иногда к полному пересмотру программы развития работ на шахте. Детальное изучение проблем ин-

терпретации данных геологоразведочных работ и выявление возможных причин несоответствия между данными разведки и горных работ позволит разработать рекомендации по усовершенствованию моделей интерпретации ГРП [2].

Изучение проблемы интерпретации данных геологоразведочных работ на уголь проводили в два этапа. На первом этапе предусматривался сбор информации о мощности, строении и зольности угольных пластов, полученной в процессе проведения геологоразведочных работ. Для этого использовали данные геологоразведочных скважин, вынесенные на схемы горных работ, а также данные горно-геологических прогнозов, основанных на данных предварительной разведки.

На втором этапе выполняли сопоставление данных геологоразведки и горных работ на шахтах и анализировали случаи несоответствия. Сравнение мощности, строения и качества угольных пластов проводили по подработанным горными работами скважинам, с одной стороны, и данным горных работ, полученным вблизи скважин, с другой стороны. Для анализа использовали фактические зарисовки забоев очистных горных выработок, а также фактическую информацию, вынесенную на схемы горных работ шахт.

Это позволило получить представление о технической достоверности фиксации основных показателей пластов во время разведочных работ на уголь при бурении и каротаже.

Подобные работы по изучению причин несоответствия данных разведки данным горных работ впервые проведено Донбасской научно-исследовательской лабораторией в 1966 году [4]. Тогда было выявлено 5 % угольных пластов с серьезными расхождениями от общего количества всех разрабатываемых на то время пластов на Донбассе. Некоторые случаи расхождения выявили уже при сборе материала по теме.

При проведении анализа также учитывали достоверность тектонических построений по результатам разведки. Особое внимание уделяли тем участкам, где были обнаружены значительные осложнения тектонического строения на участках работ.

Прежде всего анализировали данные разведки и отработки угольного пласта С<sub>6</sub> шахты “Степная”. При детальном исследовании кровли и почвы угольных пластов применяли следующие методы ГИС:

- каротаж сопротивлений (КС);
- боковой каротаж (БК, БТК);
- гамма-каротаж (ГК);
- гамма-гамма-каротаж (ГГК);
- акустический каротаж (АК);
- диаметр скважины (ДС).

Кроме того, из отдельных угольных пластов производился отбор керн боковыми стреляющими грунтоносами для уточнения или подтверждения мощности и строения пересечений угольных пластов, выделенных по комплексу ГИС, а также для отбора образцов угля и пород на химико-технологический анализ.

При исследовании буровых скважин в осложненных условиях, кроме основных геофизических методов, применяли дополнительные методы ГИС.

Были проанализированы данные по 42 скважинам и данные по подготовительным и очистным выработкам, в результате получили прогнозный и фактический материал. Максимальный процент расхождения по мощности достиг значения 48 %, в среднем несоответствие данных разведки данным отработки составляет 7,7 % (рис. 1, 2). Кроме того, углеразведочными скважинами не были зафиксированы такие особенности строения угольного пласта, как наличие тонкого прослоя аргиллита 0,02–0,06 м.

Разведочными скважинами на шахте “Степная” не выявлен довольно крупный размыв угольного пласта. Ширина размыва достигает 200–250 м, протяженность – более 1 км, пласт в зоне размыва уменьшает свою мощность до полного выклинивания. Согласно протоколу утверждения запасов ПО “Укруглеология”: “...обнаружены размывы, протяженность которых достигает нескольких километров при ширине 200–400 м. При существующей ранее плотности разведочной сети (400–600 и даже 1 000 м между скважинами) эти размывы не всегда выявлялись, а тем более уверенно трассировались”.

Для получения более полной информации по размыву и строению пласта в проблемной зоне позднее были пробурены еще несколько скважин, однако интерпретация данных по этим скважинам также была недостоверной: присутствовали ошибки в определении мощности, строения и зольности исследуемого угольного пласта [1]. Недостатки интерпретации новых полученных геологоразведочных данных в этом случае были обусловлены применением неполного комплекса ГИС для угольных месторождений.

Был проведен анализ соответствия зольности угольного пласта по данным разведки и фактическим данным – пла-

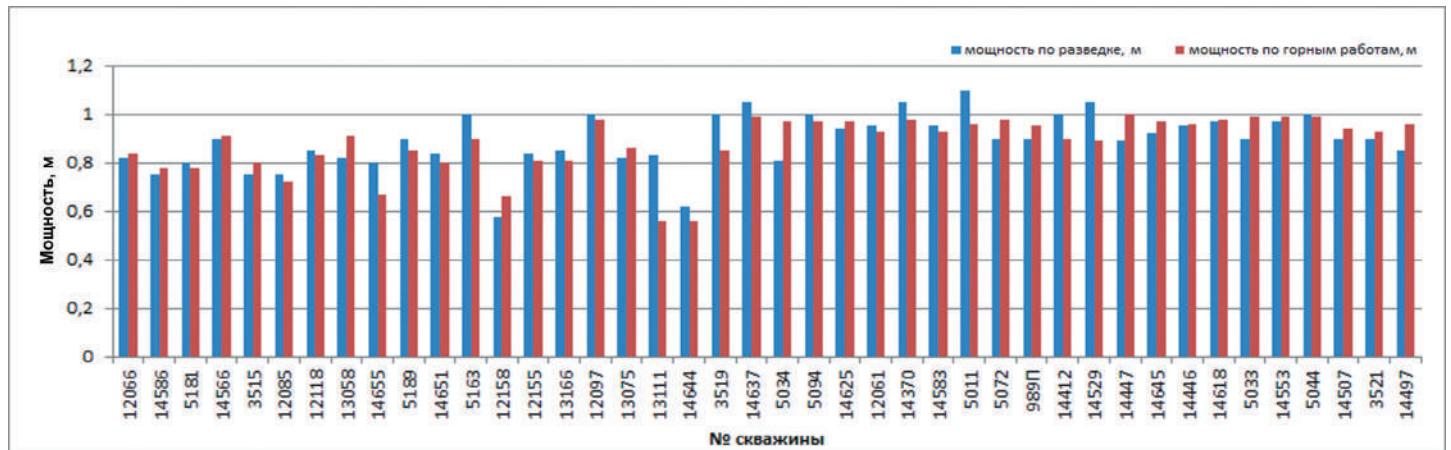


Рис. 1. Несоответствие мощностей по данным разведки и горных работ. Шахта “Степная”

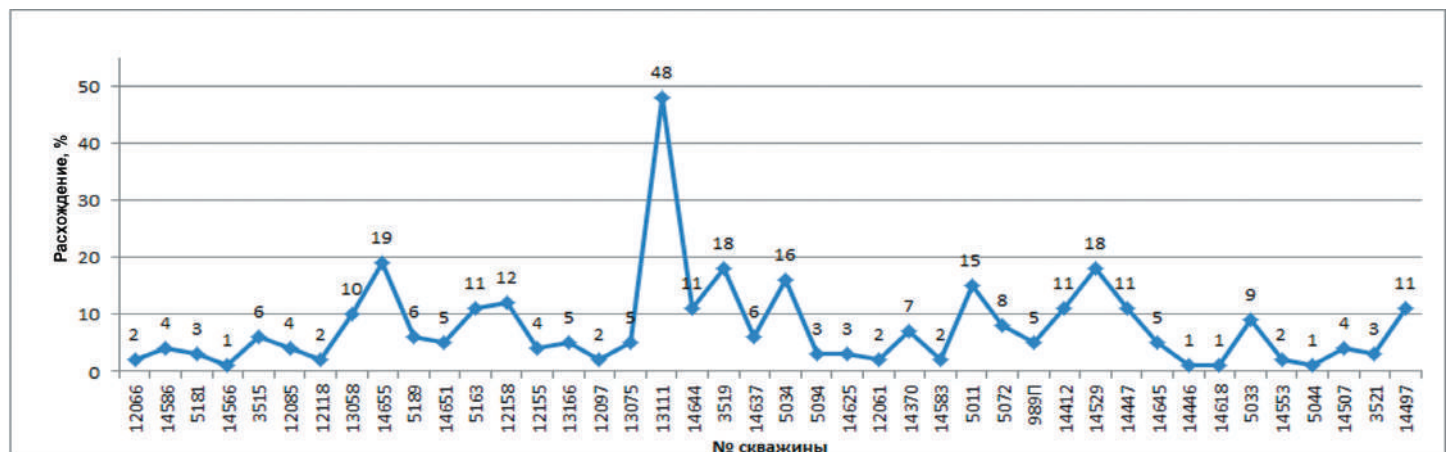


Рис. 2. Расхождение мощностей по данным разведки и горных работ в %. Шахта “Степная”

стовому опробованию, которое проводится в процессе отработки угля.

Максимальное расхождение по зольности составило 23 %, минимальное – 1 %, в среднем несоответствие достигает 11 % (рис. 3). Следует также учитывать, что в зоне размыва пласта зольность угля повышается, и она трудно прогнозируема.

В ходе работы также проанализированы данные разведки и отработки угольного пласта С<sub>6</sub> соседней шахты “Юбилейная”:

По шахте “Юбилейная” проанализированы данные по 32 скважинам, а также данные, полученные в процессе отработки угольного пласта. Максимальный процент расхождения по мощности достиг значения 15 %, в среднем несоответствие данных разведки данным отработки составляет 6,3 % (рис. 4, 5). В целом строение и мощность угольного пласта в данном случае интерпретированы более точно, иногда присутствовала 100 %-я достоверность результатов геологоразведки. Например, по скважинам № НЗ-480, 3476, 13315, 14653 мощность и строение угольного пласта определены с нулевым расхождением.

Для шахты “Юбилейная” также был проведен анализ соответствия зольности угольного пласта по данным разведки и пластовому опробованию, проводимому в процессе отработки угля.

Максимальное расхождение по зольности составило 77 %, минимальное – 4 %, в среднем несоответствие достигает 29,6 % (рис. 3). Такое существенное несоответствие прогнозных данных фактическим может быть связано с наличием незафиксированных разведкой мелких размывов и породных линз или прослоев в структуре пласта, тектонических нарушений и вклинивания почвы или кровли в угольный пласт.

Сопоставление мощности угольных пластов по данным бурения углеразведочных скважин с данными горных работ показало, что технические ошибки фиксирования мощности угольных пластов являются существенными (до 27 см

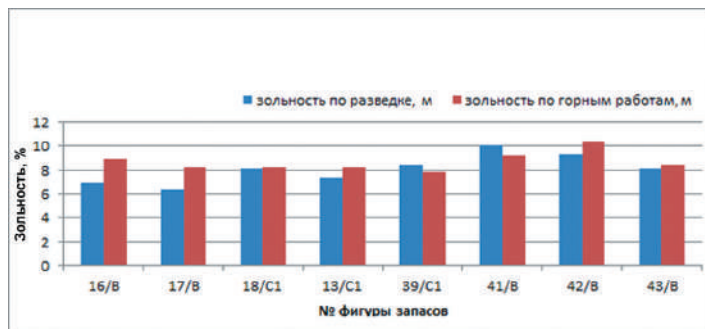


Рис. 3. Расхождение значений зольности по данным геологоразведки и пластового опробования. Шахта “Степная”

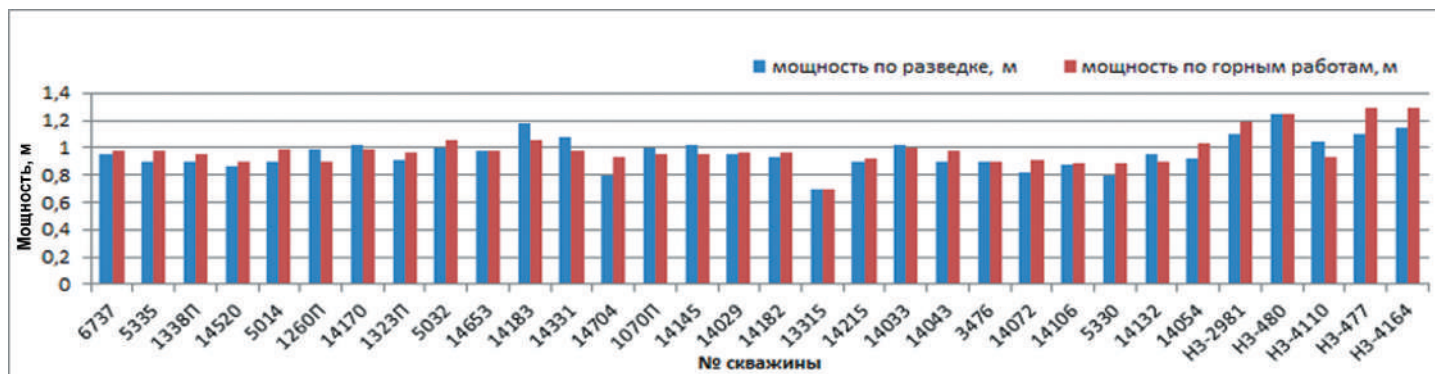


Рис. 4. Несоответствие мощностей по данным разведки и горных работ. Шахта “Юбилейная”

на шахте “Степная” и до 13 см на шахте “Юбилейная”), что составляет от 14 до 31 %. Однако, такое несоответствие получено в единичных случаях, а для основной массы скважин точность фиксации мощности удовлетворительна. В большинстве случаев применение методов каротажа позволяет сократить количество грубых ошибок, а также полных и частичных пропусков угольных пластов при бурении.

Согласно исследованиям Донбасской научно-исследовательской лаборатории (ДНИЛ) и проведенным сопоставлениям данных считается, что в условиях крутого падения угольных пластов результаты каротажа по мощности, строению и элементам залегания пластов являются более достоверными, чем данные бурения.

По результатам исследований ДНИЛ с повышением степени метаморфизма угля величина ошибки в определении мощности пластов уменьшается как по данным бурения, так и по результатам каротажа.

Неудовлетворительные результаты определения зольности угольных пластов при бурении связаны с пропуском количества и мощности прослоев породы в пласте, а также с наличием ложной кровли. В среднем по керну в скважинах не отображается до 47–48 % породных прослоев от их количества, фиксируемого в процессе горных работ. Методы каротажа при этом не фиксируют до 49–50 % прослоев. Мощность выделяемых породных прослоев в скважинах составляет 0,05–0,07 м.

Технические ошибки бурения и каротажа в части фиксации мощности и строения угольных пластов, допускаемые в единичных скважинах, являются одной из причин неточности прогноза устойчивости угольных пластов при их разведке.

Другими причинами ошибок в оценке устойчивости могут быть экстраполяции и интерполяции данных о мощности и строении пластов по редким скважинам на слишком большую площадь и при неравномерном распределении их по площади. Это также объясняет неточности выявления мелкоамплитудных тектонических нарушений и наличия размывов угольного пласта.

По данным ДНИЛ для прогноза нарушенности массива не в полной мере использовались наблюдения в ближайших выработках за мелкими разрывами и их сопряженностью с крупными нарушениями и пликвативными элементами, а также региональные закономерности тектоники данной структурной зоны. Основные ошибки заключались в том, что вместо единичных нарушений, выявленных во время разведки, позднее, в начале эксплуатации и при доразведке, обнаруживались на поле шахты еще несколько дополнительных разрывных нарушений с различными амплитудами. Недостаточное изучение разрывной тектоники связано с тем, что при геологоразведке часто не уделяли внимание тому, что необходимо непрерывно



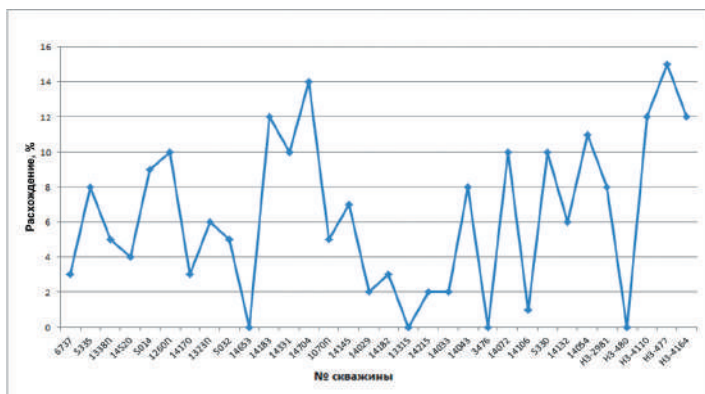


Рис. 5. Расхождение мощностей по данным разведки и горных работ в %. Шахта “Юбилейная”

и достоверно прослеживать разрывы с небольшими амплитудами. Также оставались без внимания косвенные признаки возможного проявления микротектоники: трещиноватость керна и изменение углов падения в керне.

Но даже при правильном общем прогнозе разведки тектонически сложных участков нерешенной остается проблема необходимой и достаточной плотности сети разведочных скважин, особенно на глубоких горизонтах. При определенной глубине разведки бурение значительного количества скважин на шахтном поле оказывается нерациональным. В этом случае перед составлением проектов разведки и доразведки необходимым становится детальный анализ данных горных работ на верхних горизонтах.

Таким образом, проведя анализ соответствия основных показателей качества угольных пластов, полученных при разведке, действительным данным, установлено следующее:

1. Средний процент расхождения данных каротажа с фактической информацией по мощности, полученной в процессе отработки запасов, составляет 6–8 %, что можно считать удовлетворительным. Улучшить качество интерпретации разведочных данных можно с помощью применения более современной и точной аппаратуры и специальных программ обработки данных с разрешающей способностью 3–5 см [3].

2. В отношении определения зольности по данным каротажа выявлено больше несоответствий и погрешностей. В среднем ошибка составляет от 11 до 30 %. Основным условием, которое повысит достоверность определения зольности угольных пластов, является детальное совершенствование методики и организации каротажа с минимизированием погрешности до 3–6 %. Кроме того, создание интерпретационных моделей обработки данных повысит эффективность и достоверность геологоразведочных работ. Следует также подчеркнуть, что необходимо создавать такие модели интерпретации данных, которые способны учитывать возможные ошибки и погрешности проведенных измерений.

3. При работе с фактическим материалом были также выявлены недостатки и ошибки геологоразведочных работ в выявлении мелкоамплитудных тектонических нарушений. Представление об элементах тектонического строения в таких случаях может дать применение микросейсмических методов исследования. Методы микросейсмического зондирования (ММЗ) позволяют с высокой детальностью выявлять зоны тектонических нарушений. Технология способствует проведению региональной геологоразведки на ограниченно проходимых территориях и районах промышленной и гражданской застройки.

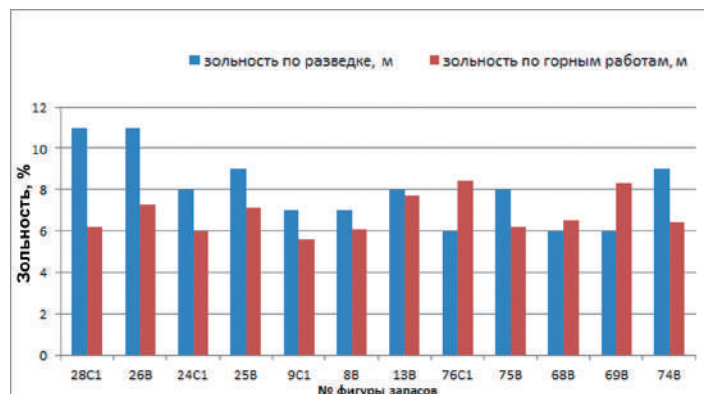


Рис. 6. Расхождение значений зольности по данным геологоразведки и пластового опробования. Шахта “Юбилейная”

4. Отдельные случаи существенных расхождений между горными и разведочными работами относятся к таким пластам, где выявлены небольшие, но частые размывы, расслоения и полные фациальные замещения пласта. Такая ситуация указывает на целесообразность сгущения сети скважин для оконтуривания отдельных аномальных площадей. В подобных случаях также будет целесообразно применение ММЗ.

Среди прочих мер повышения качества эффективности интерпретации данных геологоразведочных работ можно выделить также тщательную проработку маркшейдерской и геологической документации, касающейся тектонических разрывов в ближайших горных выработках и горизонтах, данных о качественных характеристиках угольных пластов и физико-механических свойствах вмещающих пород соседних участков и шахт.

ЛИТЕРАТУРА

1. Васильева И. В. Размывы угольных пластов. Новый взгляд на их особенности и перспективность изучения. УкрГГРИ//Збірник наукових праць УкрДГРІ. – № 4. – 2015. – С. 144–151.
2. Горбачев Ю. М. Геофизические исследования скважин. – М.: Недра, 1990. – 398 с.
3. Гриб Н. Н., Никитин В. М. Изучение показателей качества углей и горно-геологических условий разработки угольных месторождений по результатам геофизических исследований скважин. Технический институт (филиал) Северо-Восточного федерального университета, г. Нерюнгри. Академия наук Республики Саха (Якутия), г. Якутск//Наука и образование. – 2015. – № 4 – С. 34–40.
4. Трофимов С. Ф. Анализ достоверности геологоразведочных работ на уголь в Донбассе. Донбасская научно-исследовательская лаборатория. – Ростов-на-Дону, 1966 г. – 54 с.

REFERENCES

1. Vasilieva I. V. Blurring the coal seams. A new look at their distribution, features and promising to study//Zbirnyk naukovykh prats UkrDHRI. – № 4. – 2015. – P. 144–151. (In Russian).
2. Gorbachev J. M. Geophysical survey of boreholes. – Moskva: Nedra, 1990. – 398 p. (In Russian).
3. Grib N. N., Nikitin V. M. The study of coal quality indicators and mining and geological conditions for the development of coal deposits based on the results of well logging. Tehnicheskij institut (filial) Severo-Vostochnogo federal'nogo universiteta, Nerjungri. Akademija nauk Respubliki Saha (Jakutija), Jakutsk//Nauka i obrazovanie. – 2015. – № 4. – P. 34–40. (In Russian).
4. Trofimov S. F. Analysis of the reliability of geological exploration of coal in the Donbass. Donbass research laboratory. – Rostov-na-Donu, 1966. – 54 p. (In Russian).

Р у к о п и с о т р и м а н о 22.02.2017.