

*В. Л. Гаврилов<sup>1</sup>, Н. А. Немова<sup>1,2\*</sup>, К. Е. Медведева<sup>1,2</sup>*

## **О структуре запасов и добычи угля в Сибири и на Дальнем Востоке России**

<sup>1</sup> Институт горного дела им. Н. А. Чинакала СО РАН, г. Новосибирск,  
Российская Федерация

<sup>2</sup> СГУГиТ, г. Новосибирск, Российская Федерация

\* e-mail: nemova-nataly@mail.ru

**Аннотация:** Анализ балансовых и забалансовых запасов угольных месторождений России показал, что в их структуре (бурые, каменные, антрациты) более половины приходится на слабо востребованные бурые. Основными регионами по объемам добычи являются Сибирский и Дальневосточный округа, суммарные балансовые запасы которых составляют более 90% от общих запасов по стране, а уровень добычи превышает 95%. В структуре марочного состава каменных углей более 20% приходится на коксующиеся марки, а объем их добычи превышает 25% от общей добычи. На долю особо ценных марок (ГЖ, Ж, КЖ, К, ОС) приходится более 11% от общего запаса углей. Отмечено, что в условиях высокой конкуренции на внешнем рынке между поставщиками из различных стран и на внутреннем с углеводородами возрастает роль максимально полной и всесторонней оценки потенциала обрабатываемых или планируемых к освоению месторождений различного марочного состава и качества. Для целей ресурсосберегающего управления запасами с учетом тенденций устойчивого развития угольной отрасли необходимо ранжирование месторождений по уровням привлекательности. Сформулированные основные признаки и параметры дифференциации с учётом введения новой нормативной базы позволяют сгруппировать угольные месторождения по их значимости для основных заинтересованных сторон.

**Ключевые слова:** балансовые, забалансовые, запасы, объемы добычи, уголь

*V. L. Gavrilov<sup>1</sup>, N. A. Nemova<sup>1,2\*</sup>, K. E. Medvedeva<sup>1,2</sup>*

## **On the structure of reserves and production of coal in Siberia and the Far East of Russia**

<sup>1</sup> N. A. Chinakal Institute of Mining SB RAS, Novosibirsk, Russian Federation,

<sup>2</sup> SSUGT, Novosibirsk, Russian Federation,

\* E-mail: nemova-nataly@mail.ru

**Abstract:** An analysis of the balance and off-balance reserves of coal deposits in Russia showed that in their structure (brown, stone, anthracite) more than half falls on weakly demanded brown. The main regions in terms of production are the Siberian and Far Eastern districts, the total balance reserves of which make up more than 90% of the total reserves in the country, and the production level exceeds 95%. In the structure of the grade composition of bituminous coals, more than 20% are coking grades, and their production exceeds 25% of the total production. The share of especially valuable grades (GZh, Zh, KZh, K, OS) accounts for more than 11% of the total coal reserves. It is noted that in the conditions of high competition in the foreign market between suppliers from different countries and in the domestic market with hydrocarbons, the role of the most complete and comprehensive assessment of the potential of developed or planned for development deposits of various grades and quality increases. For the purposes of resource-saving management of reserves, taking into account

the trends in the sustainable development of the coal industry, it is necessary to rank deposits by attractiveness levels. The formulated main features and parameters of differentiation, taking into account the introduction of a new regulatory framework, make it possible to group coal deposits according to their significance for the main stakeholders.

**Keywords:** balance sheet, off-balance sheet, reserves, production volumes, coal

### *Введение*

На территории России, согласно данным Минприроды, расположено 22 угольных бассейна и 146 отдельных угольных месторождений, балансовые и забалансовые запасы, которых составляют по сведениям Росгеолфонда 196 млрд т и 88,8 млрд т, соответственно. Более половины балансовых запасов приходится на бурые угли (~51%), а оставшиеся 49% на каменные (45%) и антрациты (4%). В добыче основное внимание уделяется каменному углю (75%), на долю антрацита приходится 6%, бурого угля – 19% [1-4].

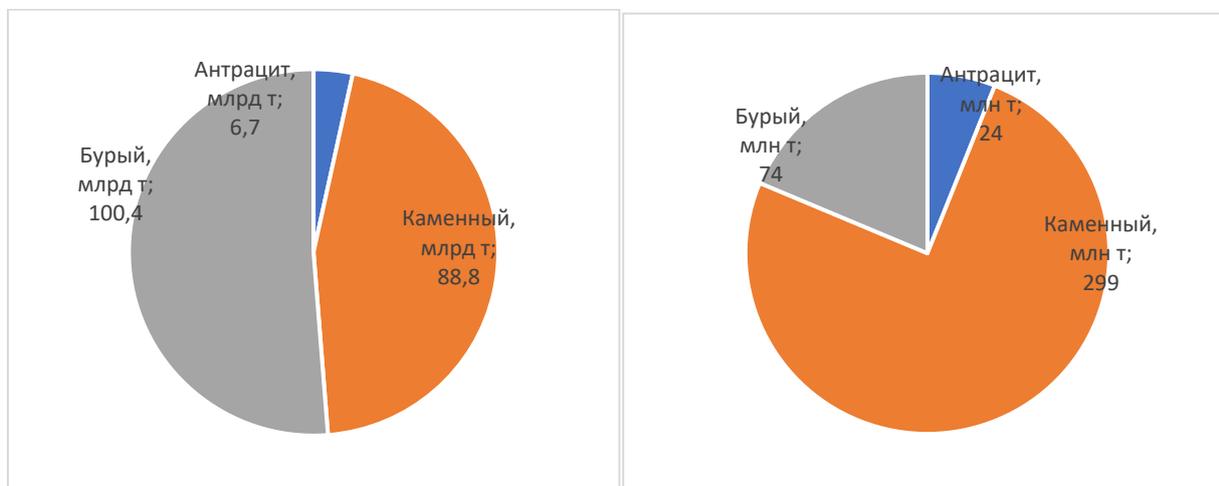


Рисунок 1 Распределение балансовых запасов угля (а) и добыча угля (б) в РФ на 01.01.2022 [составлено по 1,2]

Происхождение исходного растительного вещества, генетические особенности угленакопления, горно-геологические и климатические условия сформировали многообразие месторождений разного марочного состава. Из-за высокой внешней и внутренней конкуренции и ужесточения экологической повестки постоянно возрастают требования к качеству и безопасности угольной продукции. В 2022 г. введены в действие ряд национальных стандартов на уголь и продукты его переработки с целью обеспечения задаваемых потребителями свойств добываемого и отгружаемого угля.

Корректировка ГОСТов, включая марочный состав угля, привела к целесообразности определенных изменений имеющихся представлений о структуре запасов, извлекаемых из недр, и необходимости дополнительной переоценки месторождений с учётом альтернативных направлений использования твёрдого топлива, требований современного динамично меняющегося рынка и активного развития различных концепций цифрового производства [5-7].

Рассмотрим подробнее структуру балансовых запасов угля с акцентом на Сибирский и Дальневосточный федеральные округа (СФО и ДВФО) как наиболее значимые в стране по объемам добычи и перспективам отработки, и вытекающие из этого следствия для предприятий углепромышленного комплекса.

### *Методы и материалы*

Использованные методы исследования: анализ и сравнение данных, характеризующих количественные и качественные показатели угольных месторождений России; формирование набора данных, описывающих залежи с точки зрения их значимости для участников инвестиционных процессов.

Информационной основой при выполнении работы послужили полученные из различных источников материалы об угольных месторождениях, режимах их освоения, включая сформированные и пополняемые авторские базы данных.

### *Результаты*

В стране работает более 100 разрезов и 52 шахты. Основные поставщики углей для экономики страны и на экспорт: СФО (76%), в первую очередь Кузбасс (57%) и Канско-Ачинский бассейн (9%), и ДВФО (13%). Примерно 40% каменных углей из-за своих природных свойств пригодны для коксования. Основные потребители угля на внутреннем рынке – тепловые электростанции и коксохимические заводы [2–4]. Остальные регионы имеют меньшее промышленное значение и дают лишь 8% от всего количества добываемого угля (рис. 2). Потенциал воспроизводства сырьевой базы углей велик и составляет только по категории Р<sub>1</sub> 467,7 млрд. т.

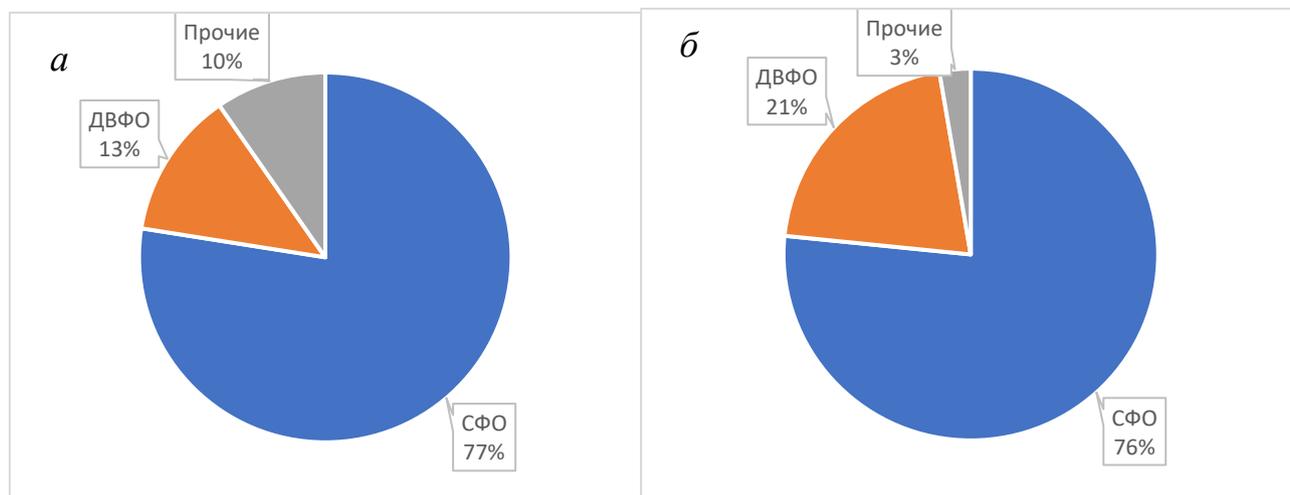


Рисунок 2 Распределение балансовых запасов (а) и добычи угля по округам РФ (б) по состоянию на 01.01.2022

Разведанные запасы угля (балансовые по категориям А+В+С<sub>1</sub>) на территории России размещены неравномерно, большая их часть сосредоточена в Сибир-

ском (77,5%) и Дальневосточном (12,8%) федеральных округах. Балансовые запасы угля по категории С<sub>2</sub> расположены преимущественно в СФО, как и забалансовые. В таблицах 1–2 и рисунках 3–4 представлены данные балансовых, забалансовых запасов и объемов добычи угля по округам.

Таблица 1

Балансовые и забалансовые запасы и объемы в добычи угля по округам  
(по состоянию на 01.01.2022 г. [составлена по 1-2]).

Федеральный округ	Балансовые запасы, млрд т	Забалансовые запасы, млрд т	Добыча, млн т
Сибирский	152,0	37,3	304,0
Дальневосточный	25,2	6,5	82,10
Прочие	18,9	12	10,7

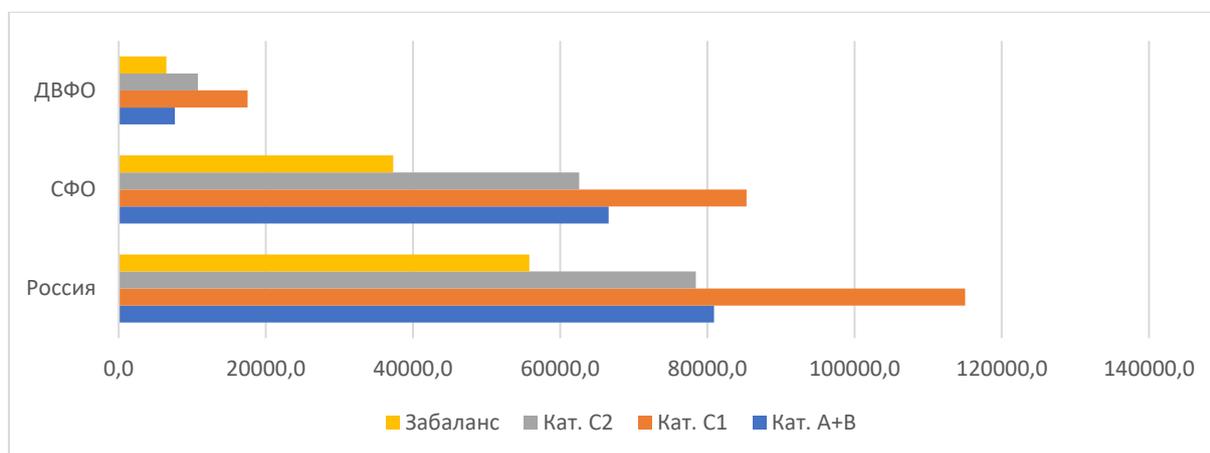


Рисунок 3. Распределение балансовых (категории А+В, С<sub>1</sub>, С<sub>2</sub>) и забалансовых запасов по РФ, СФО и ДВФО

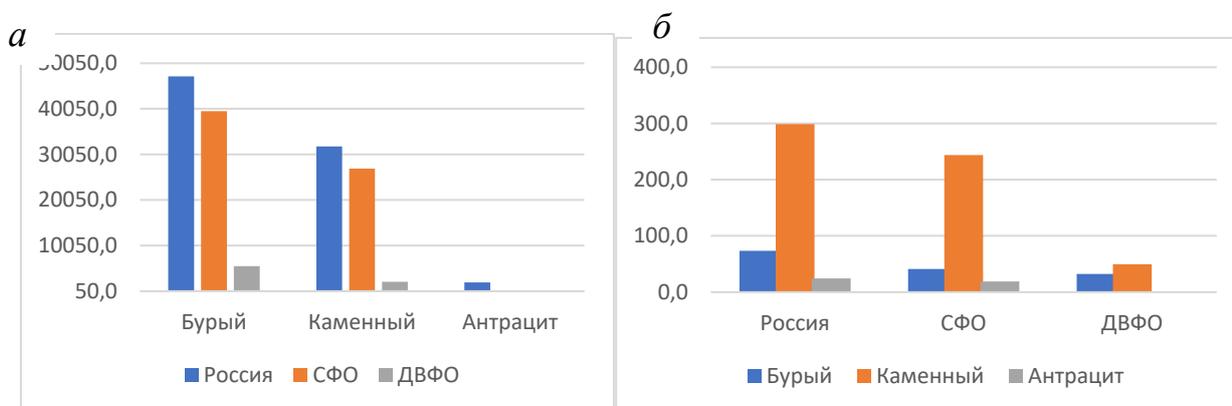


Рисунок 4. Распределение запасов по категориям (А+В) по видам угля (а) и их добыча (данные на 2022г.) по округам (б)

Таблица 2

## Балансовые, забалансовые запасы и объем добычи по СФО и ДВФО

Вид угля	Балансовые запасы *, млрд т	Забалансовые запасы *, млрд т	Добыча*, млн т
<b>СФО</b>			
Бурый	80,0/78,8	11,4/11,1	41,2/41,2
Каменный, в том числе:	70,8/23,0	24,1/6,4	243,6/181,0
коксующиеся, в том числе	32,6/3,5	5,7/0,3	71,9/39,4
особо ценные марки	16,2/0,5	3,1/0,044	31,1/7,5
Антрацит	1,1/0,6	1,8/0,05	19,1/19,1
<b>ДВФО</b>			
Бурый	15,05/12,8	4,3/2,75	32,4/32,4
Каменный, в том числе:	10,1/3,92	2,2/1,1	49,7/41,0
коксующиеся, в том числе	4,4/1,67	0,12/0,001	24,65/19,7
особо ценные марки	4,25/1,6	0,11/0,001	24,61/19,7
Антрацит	0,028/0,012	0,023/0,015	-/-

\* в числителе данные по округу, в знаменателе – данные по ОГР

Анализ показывает, что более 85% балансовых запасов бурого угля в СФО и ДВФО добывается открытым способом, каменного 74% и 82%, соответственно. При этом добыча коксующихся, особо ценных марок (ГЖ, Ж, КЖ, К, ОС) и антрацита в СФО ведётся в режиме их опережающей отработки – 55%, 24% 100%, а в ДВФО – 80%, 80%, 0% соответственно.

Марочный состав каменных углей свидетельствует о том, что балансовые запасы коксующихся углей А+В+С<sub>1</sub> в РФ (на 01.01.2022) и их добыча составляют 40,1 млрд т и 100 млн т соответственно. При этом балансовые запасы особо ценных марок угля (ГЖ, Ж, КЖ, К, ОС) и их добыча – 22,78 млрд т и 60 млн т соответственно.

### *Обсуждение*

Для обеспечения устойчивого развития угледобывающей отрасли с учётом существующей и прогнозируемой конъюнктуры рынка, снижения реального или потенциального негативного экологического влияния на компоненты окружающей среды, необходимо ранжировать обрабатываемые и планируемые к освоению месторождения для определения их экономико-промышленной значимости (ценности). Цель – последующая классификация, как систематизированное разделение множества объектов на подмножества в зависимости от их общих признаков с соблюдением установленных правил, учитывающая природный, предельный, достижимый и инвестиционный потенциалы [8], дополняемые экологическим. А также всестороннее рассмотрение целесообразности извлечения отдельных марок угля, добываемых из сложных по строению и условиям залегания месторождений [9-11].

Решение данных вопросов требует привлечения значительных инвестиций с предоставлением достоверных знаний о доходности проекта. Важным индикатором их вложения является оцененная с учётом различных рисков минерально-сырьевая база угольных месторождений, которая в условиях СФО и ДВФО имеет свои особенности: природно-климатические (жесткий климат, продолжительная зима, короткое жаркое лето, высокая сейсмичность, многолетняя мерзлота, значительные сезонные промерзания, расчлененный рельеф); горно-геологические (тектоническая нарушенность, высокая трещиноватость вмещающих пород, вторичная смерзаемость, наличие свит сближенных пластов разных технологических марок, изменчивость свойств угля в пространстве, сложные границы расщеплений отдельных пластов, зон окисления, высокая зольность угля в недрах при сильной изменчивости в пространстве, трудная или очень трудная обогатимость большей части углей, нескольких технологических сортов в смежных участках, трудности применения стандартных методик изучения месторождений) и социально-экономические (пионерный характер освоения, значительная удаленность от инфраструктуры, отсутствие или недостаток кадров, необходимость поддержания высокого уровня оплаты труда, действие ряда других удорожающих факторов) [3, 4, 11 и др.].

По мнению авторов, параметрами, входящими в классификацию угольных месторождений по значимости, могут являться: степень освоения районов; требования рынка по объемам добычи угля для энергетических и технологических целей, получения кокса; количество и качество минерального сырья в недрах (комплекс квалитетических требований к добываемому углю, включающий содержания углерода, водорода, азота, серы, фосфора, хлора, мышьяка, значения зольности, спекаемости, обогатимости, влажности); специфические требования к качеству угля отдельных сегментов рынка, в первую очередь энергетического и коксохимического; петрографическая характеристика исходного сырья; наличие и расположение заповедников; ценность земли.

Основными признаками классификации угольных месторождений по значимости могут быть следующие (табл. 3):

- природные и геологические, описывающие многообразие условий расположения и свойств разведываемых и добываемых видов угля;
- геотехнологические, способные оценить сложность и промышленную безопасность разработки месторождения;
- экономические, позволяющие установить востребованность тех или иных марок добываемого угля с учётом его качества;
- экологические, дающие возможность определить фактор негативного воздействия на все компоненты окружающей среды

**Классификационные признаки угольных месторождений  
для оценки их значимости**

Группа признаков	Признаки
Природные и геологические	<p>Географо-экономическое положение.  Горно-геологические условия эксплуатации.  Петрографические свойства угля.  Количество и качество минерального сырья в недрах (квалиметрические требования к полезному ископаемому).</p>
Экономические	<p>Уровень межтопливной конкуренции.  Требования рынка к объемам добычи угля для энергетических и технологических целей, получения кокса.  Степень освоения добывающих районов.</p>
Геотехнологические	<p>Способ отработки (открытый, подземный, комбинированный).  Сложность освоения месторождения, горно-технологические параметры отработки.  Объемы ведения горных работ, прямо либо косвенно влияющие на нарушение земель;  Технология складирования вскрышных пород, их доля для внутреннего и внешнего отвалообразования.  Применяемые системы разработки.  Возможности комплексной и выборочной отработки месторождения.  Применяемое горнотранспортное оборудование.  Ранжирование месторождений по ряду критериев качества, отражающих сложность запасов и неоднородность их свойств.</p>
Экологические	<p>Данные о первоначальном состоянии и категориях нарушаемых земель с физико-географическими и природно-климатическими условиями, динамикой их изменения.  Устойчивость формируемого техногенного состояния территории, связанной с освоением месторождений и использованием добываемых полезных ископаемых.  Требования к качеству угля: зольность, спекаемость, теплота сгорания, выход летучих веществ, влажность, обогатимость; содержание углерода, водорода, серы, фосфора, хлора, мышьяка.  Экологические требования к элементному составу угля.  Ценность земли различного назначения.  Расположение охраняемых территорий, включая заповедники.</p>

### ***Заключение***

В структуре балансовых и забалансовых запасов угольных месторождений России более половины приходится на бурые угли, а в структуре добычи преобладает более ценный каменный уголь. Доля Сибири и Дальнего Востока составляет более 90% суммарных запасов по стране. Здесь же добывается и основная часть угля с акцентом на опережающую отработку наиболее востребованных рынком марок угля.

Повышение устойчивости функционирования угольного комплекса и эколого-промышленной безопасности угледобывающих регионов страны в условиях ужесточения требований внешнего и внутреннего рынка к качеству продукции и внесения изменений в национальные стандарты предполагает целесообразность корректировки имеющихся представлений о значимости угольных месторождений, расположенных в различных условиях, имеющих различный марочный состав и качество угля.

Переоценку угольных месторождений с учётом альтернативных направлений использования твёрдого топлива, требований современного динамично меняющегося рынка и активного развития цифровых технологий можно осуществлять с применением комплекса представленных классификационных признаков (природно-геологических, экономических, геотехнологических, экологических), позволяющих после корректировки, дополнения и ранжирования перейти к оценке значимости обрабатываемых или планируемых к освоению объектов и дифференциации с учетом действия различных реальных или потенциальных рисков.

*Исследование выполнено в рамках проекта № 121051900145-1 «Развитие научных основ, разработка и реализация новых безопасных и ресурсосберегающих физико-технической и физико-химической геотехнологий освоения месторождений полезных ископаемых, склонных и опасных по газодинамическим явлениям и ударам»*

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сушенцов А.А., Латыпов З.Г., Кандалова Е.Б., Крылов В.В., Гусарева Т.В. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1 января 2022 г. Уголь. Сводные данные // ФГБУ «Росгеолфонд». М.: — 2022. — выпуск 91. — Т. 1. — 300 с.
2. Петренко И.Е. Итоги работы угольной промышленности России за 2022 год // Уголь. — 2023. — № 3. — С. 21-33. DOI: 10.18796/0041-5790-2023-3-21-33.
3. Справка о состоянии и перспективах использования минерально-сырьевой базы Сибирского федерального округа / Санкт-Петербург. — ФГБУ «ВСЕГЕИ». — 2022. — 14 с.
4. Справка о состоянии и перспективах использования минерально-сырьевой базы Дальневосточного федерального округа / Санкт-Петербург. — ФГБУ «ВСЕГЕИ». — 2022. — 18 с.
5. Эпштейн С.А., Шинкин В.К. Показатели качества углей для разных направлений использования // ГИАБ. — 2022. — №4. — С.5 – 16.
6. Плакиткин Ю. А., Плакиткина Л. С. Цифровизация экономики угольной промышленности России – от “Индустрия-4.0” до “Общества 5.0” // Горная промышленность. – 2018. – № 4. – С. 22-30.
7. Шаклеин С. В., Писаренко М. В. Разработка рекомендаций по комплексной оценке подготовленности угольных месторождений к рациональному промышленному освоению // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. – 2018. – Т. 5. – № 1. – С. 160–163.
8. Gavrilov V.L., Freidina E.V. An Approach to Differentiation and Evaluation of Mineral Resource Potential in Coal Mining // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 991 (2022) 012007.
9. Филатов Д.М., Никифоров С.Э., Баранов Ю.Б., Киселевский Об одном методе классификации месторождений нефти и газа по условиям промышленной и экологической безопасности // Нефтяной хозяйство. – 2010. – №3. – С.118—120.

10. Шаклеин С.В., Писаренко М.В. Состояние сырьевой базы угольной промышленности Кузбасса // Известия ТулГУ. Науки о земле. – 2019. – Вып.4. – С.177–184.

11. Рогова Т.Б., Шаклеин С.В. Классификация запасов геологического комитета СССР и использование её положений при совершенствовании современной классификационной системы – часть 3 – Содержание и его анализ // Недропользование XXI век. – 2022. – №4. – С.98–107.

© В. Л. Гаврилов, Н. А. Немова, К. Е. Медведева, 2023