

## ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕТАЛЛОНОСНОСТИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ГОРЮЧИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

**Предложена методика геолого-экономической оценки нетрадиционных редкометалльно-угольных и редкометалльно-сланцевых месторождений, примененная для буроугольных месторождений нераспределенного фонда недр Дальневосточного федерального округа и сланцев Прибалтийского бассейна.**

*Ключевые слова: геолого-экономическая оценка, редкометалльно-буроугольные месторождения, редкометалльноносные сланцы, Дальний Восток, Прибалтийский бассейн.*

**Method for evaluation of unconventional rare metal-coal and rare metal-slate deposits applied to lignite deposits in unallocated subsoil fund of the Far Eastern Federal District and slates of the Baltic Basin has been proposed.**

*Keywords: geological and economic evaluation, rare metal-coal deposits, rare metal-bearing slates, the Far East, the Baltic Basin.*

Кроме традиционных источников редкометалльного сырья, работами российских геологов (в том числе сотрудников ВСЕГЕИ в 2008–2014 гг.) и зарубежных исследователей установлены нетрадиционные типы редкометалльного сырья, заключенного в редкометалльно-угольных месторождениях и черных сланцах. В 1927–1934 гг. В. Гольдшмидтом, Х. Рамейджом, Дж. Перси, Е. Берту и др. было обнаружено, что в углях, наряду с главными элементами органического вещества (С, Н, О, N) и основными элементами их минеральной части (Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K), может присутствовать еще около 60 элементов, в том числе промышленно важных. Образно говоря, ископаемый уголь является «сказочной кладовой» для многих металлов [15 и др.]. В первую очередь это Re, Ge, Ga, РЗМ, Sc, Sr, Rb, Cs, U, МПГ, Au и др.

В настоящее время из золы углей в промышленных масштабах извлекается германий, доказана технологическая возможность извлечения РЗМ, галлия, благородных металлов. Обогащение углей германием, скандием, иттрием и др. элементами отмечено в угольных бассейнах России, Казахстана, Англии, Германии, Канады, Японии, Польши, Чили и других стран.

Инновационное развитие российской экономики, да еще с учетом импортозамещения, предопределяет высокотехнологичные пути решения возникающих в минерально-сырьевой базе (МСБ) проблем, в числе которых и освоение новых нетрадиционных видов минерального сырья.

В отделе геологии горючих полезных ископаемых ВСЕГЕИ к концу 2014 г. с целью повышения их инвестиционной привлекательности выполнена оценка металлоносности редкометалльно-угольных месторождений некоторых субъектов Дальневосточного федерального округа (ДФО) и металлоносных черных сланцев – диктионемовых сланцев (ДС) и обобалтых песчаников Ленинградской области (Прибалтийский бассейн). Объектом исследования являлись редкометалльно-буроугольные месторождения нераспределенного фонда (НФ) недр. Это месторождения Амурской области (Ерковецкое,

участки Западный и Восточный); Хабаровского края (Лианское; Хурмулинское, уч. Хурмулинский; Хабаровское; Базовское); Сахалинской области (Новиковское, участки Восточный и Резервный); Магаданской области (Эльгенское; Ланковское, участки 1 и остальные; Вилигинское); Камчатского края (Корфское; Эчваямское); Приморского края (Павловское, уч. Спецугли; Шкотовское, уч. Южный; Бикинское, участки Правобережный и Черемшовый; Раковское, уч. Юго-Восточный), а в Прибалтийском бассейне Кайболово-Гостилицкая площадь [1–8, 11–13].

Задача автора – последующая геолого-экономическая оценка (ГЭО) металлоносности указанных объектов. Она постепенно уточнялась, совершенствовалась в соавторстве с другими исполнителями и описана в ряде статей [1, 8, 11–13]. По-видимому, теперь будет полезно привести ее в методически заверченный вид, причем уже как широко внедренную авторскую разработку.

Комплексный характер рудоносности рассматриваемых месторождений потребовал ввести стоимостную составляющую в ГЭО месторождений с учетом доли каждого попутного ценного металла. Для этого при расчете основных экономических показателей освоения месторождений учитывались средние концентрации металлов в рудах, их запасы (ресурсы), запасы «основного» компонента в углях или объемы полезной толщи в ДС, цены на минеральное сырье и др. При геолого-экономической оценке четко различались фактические и расчетные данные (блоки данных), потенциальная и товарная стоимость минерального сырья по отдельным компонентам и в комплексе с выявлением структуры стоимости.

Угольные месторождения или отдельные пласты в них, а также ДС рассматриваются в качестве потенциального комплексного источника цветных, редких и благородных металлов. Приведены используемые в последующей ГЭО количественные характеристики отвечающей промышленным условиям металлоносности месторождений НФ недр ДФО и ДС Прибалтийского бассейна на поисковой

**Металлоносный потенциал буроугольных**

Показатели	Амурская область		Хабаровский край				Сахалинская область		
	Ерковецкое, уч. Западный	Ерковецкое, уч. Восточный	Лианское	Хурмулинское	Хабаровское	Базовское	Новиковское, уч. Восточный	Новиковское, уч. Резервный	
Сод. Ge в угле, г/т	2,5	0	3,4	5,6	17,5	18,5	40,0	40,0	
Извлекаемые запасы Ge, т	40	0	202	56	2717	152	6	45	
Сод. TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub> в золе, г/т	3459,4	1581,9	722,9	1559,6	0	0	444,3	0	
Извлекаемые запасы TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , т	12 155	47 488	13 623	7836	0	0	37	0	
Сод. Rb <sub>2</sub> O в золе, г/т	60,9	28,6	104,3	140,9	0	0	143,4	98,3	
Извлекаемые запасы Rb <sub>2</sub> O, т	468	1547	2258	911	0	0	36	202	
Сод. SrO в золе, г/т	1285,5	1845,8	2786,6	732,4	0	0	0	1676,9	
Извлекаемые запасы SrO, тыс. т	4953	40 089	41 339	4202	0	0	0	623	
Сод. Sc в угле, г/т	5,2	4,1	5,2	7,8	0	0	5,9	2,8	
Извлекаемые запасы Sc, т	101	628	374	95	0	0	1	4	
Сод. Ga в угле, г/т	9,6	3,7	5,3	18,6	0	0	6,5	0	
Извлекаемые запасы Ga, т	362	1096	726	45	0	0	3	0	
Сод. Cs <sub>2</sub> O в золе, г/т	4,7	3,8	14,5	15,3	0	0	22,1	13,5	
Извлекаемые запасы Cs <sub>2</sub> O, т	35	235	288	98	0	0	1	5	
Сод. Au в угле, г/т	0	0	0	0	0	0	0,004	0	
Извлекаемые запасы Au, т	0	0	0	0,7	0	0	0	0	
Сод. МППГ в угле, г/т	0	0	0,053	0,034	0	0	0	0	
Извлекаемые запасы МППГ, т	0	0	7	0,8	0	0	0	0	
Сод. ZrO <sub>2</sub> в золе, г/т	536,8	298,5	210,5	212,1	0	0	0	0	
Извлекаемые запасы ZrO <sub>2</sub> , т	1933	8711	3747	1293	0	0	0	0	
Сод. V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в золе	273,2	411,5	414,0	346,1	0	0	0	0	
Извлекаемые запасы V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , т	958	14966	5685	2031	0	0	0	0	
Сод. Ag в угле	0	0	0	0	0	0	0	0	
Извлекаемые запасы Ag, т	0	0	0	0	0	0	0	0	
Сод. WO <sub>3</sub> в угле	0	0	75,6	0	0	0	0	0	
Извлекаемые запасы WO <sub>3</sub> , т	0	0	0	0	0	0	0	0	
Сод. BeO в золе, г/т	102,9	92,0	—	0	0	0	0	0	
Извлекаемые запасы BeO, т	364	2825	400	203	0	0	0	0	
Сод. Mo в золе, г/т	0	0	0	0	0	0	0	0	
Извлекаемые запасы Mo, т	0	0	0	0	0	0	0	0	
Сод. Sb в угле, г/т	2,2	0	2,9	2,2	0	0	0	0	
Извлекаемые запасы Sb, т	65	0	304	41	0	0	0	0	
Сод. In в золе	0	0	0	0	0	0	0	0	
Извлекаемые запасы In, т	0	0	0	0	0	0	0	0	
Сод. U в угле	0	0	0	0	0	0	0	0	
Извлекаемые запасы U, т	0	0	0	0	0	0	0	0	
Сод. Cu в угле, г/т									
Извлекаемые запасы Cu, т									

## месторождений Дальнего Востока

	Магаданская область				Камчатский край		Приморский край				
	Эльенское	Ланковское, уч. 1	Ланковское, остальные участки	Вилигинское	Корфское	Эчваямское	Павловское, уч. Спецугли	Шкотовское, уч. Южный	Бикинское, уч. Правобережный	Бикинское, уч. Черемшорный	Раковское, уч. Юго-Восточный
	10	0	0	12,0	15	12,5	580,9	1483,6	587,0	257,3	19,0
	183,8	0	0	183	381,1	9	584,8	571,1	903,8	167,6	33,8
	422,9	691,0	691,0	498,5	337,2	573,0	555,6	460,1	534,2	563,8	1511,4
	6579	6233	62596	3342	3904	309	258,4	90,4	400,0	178,6	1958,8
	140,0	0	0	0	0	0	83,1	70,1	84,3	91,4	0
	1655	0	0	0	0	0	29,0	10,3	47,3	21,7	0
	0	0	0	1549,2	0	0	573,8	0	0	0	0
	0	0	0	8815	0	0	266,9	0	0	0	0
	0	5,4	5,4	11,9	8,1	0	6,8	7,3	5,2	5,2	0
	14,2	104	1048	221	28,1	0	8,3	3,4	9,7	4,1	0
	13,7	6,5	13,7	4,9	22,4	11,2	33,2	37,6	50	50	48,1
	639	2657	639	174	48	20	16,4	7,85	39,8	16,8	66,2
	14,2	0	0	0	6,5	0	29,0	28,3	28,6	28,6	0
	310	0	0	0	221	0	10,1	4,2	16,1	6,8	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0,05	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0,015	0,023	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	467,0	0	0	687,2	520,0	1347,9	0	0	0	0	0
	5464	0	0	3502	3642	519	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	1678,0	2045,1	940,4	940,4	0
	0	0	0	0	0	0	682,9	351,7	616,15	260,7	0
	0	0	0	0	0	0	429,5	512,9	260,9	230,4	132,4
	0	0	0	0	0	0	149,8	75,6	146,5	54,7	128,7
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64,5
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62,7
	0	0	0	0	0	0	996,3	2848,6	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	347,55	419,9	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,57
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,005
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	353,7
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	343,8
	467,0	24,1	24,1	25,5	22,8	111,1					
	5464	811	8144	828	1349	163					

площади 900 км<sup>2</sup> (район Кайболово – Копорье – Гостилицы).

Охарактеризованные по данным ВСЕГЕИ (табл. 1) металлоносный потенциал бурогоугольных месторождений Дальнего Востока (представляет собой запасы и прогнозные ресурсы, приведенные к извлекаемым запасам категорий А–С<sub>2</sub>), ДС Кайболово–Гостилицкой площади Прибалтийского бассейна (табл. 2) (относится по степени изученности к прогнозным ресурсам и при дальнейших геолого-экономических расчетах с помощью специальных коэффициентов переводится в условные запасы) позволяют сделать выводы, которые представляются тем более убедительными, что сделаны они на основе количества **извлекаемых**, а не геологических запасов и ресурсов, как принято в различных официальных и авторских классификациях месторождений [9]. До сих пор по извлекаемым запасам классифицируются только нефтяные месторождения.

По отвечающим кондиционным содержаниям на ряде бурогоугольных месторождений запасы достигают уровня крупных и очень крупных месторождений по стронцию и скандию, средних по редкоземельным металлам и галлию (Ерковецкое, Лианское, Хурмулинское, Ланковское), крупных (Хабаровское, Павловское, уч. Спецугли; Шкотовское, уч. Южный; Бикинское, уч. Правобережный), средних (Ерковецкое, уч. Восточный; Лианское, Корфское, Бикинское, уч. Черемшовый), мелких (Ерковецкое, уч. Западный; Хурмулинское, Эльгенское) по германию, средних (Ланковское) и мелких (Лианское, Хурмулинское) по платинидам, средних по бериллию (Ерковецкое, уч. Восточный) и др. С учетом комплексного характера руд попутно могут быть извлечены и другие компоненты.

При кондиционных содержаниях запасы (ресурсы) многих полезных компонентов в ДС Прибалтики позволяют ожидать открытия и оконтуривания в них очень крупных месторождений рения, ванадия, галлия, урана, скандия, крупных – цезия, молибдена, рубидия, титана, средних – платиноидов, редкоземельных металлов (до крупных), вольфрама. При этом в рудах содержание богатое только по рению, по остальным компонентам руды рядовые и убогие, а по некоторым металлам (медь, цинк, вольфрам) может быть приемлемо только комплексное извлечение.

Специализированной методики оценки редкометалльно-угольных и редкометалльно-сланцевых месторождений не существует. Составленный на основе предложенной нами методики алгоритм геолого-экономической и стоимостной оценки состоит из следующих блоков: фактического (исходные и основанные на них расчетные данные), доходного (расчетные данные), расходного (исходные и расчетные данные), результирующего (расчетные данные, определяемые разностью между данными доходного и расходного блоков).

Количество запасов и прогнозных ресурсов углей и всех полезных компонентов (те или иные металлы с высокой концентрацией) при помощи специально разработанных коэффициентов приводится к условным запасам категорий А–С<sub>1</sub>.

Методика включает в себя учет металлоносности углей по степени ее изученности (запасы и прогнозные ресурсы различных категорий), разделение металлов по степени технологичности их извлече-

ния, рентабельности и эффективности освоения месторождений, обоснование промышленных кондиций и позволяет сделать отбор первоочередных для текущего и перспективного освоения групп металлов, определяет сроки окупаемости капитальных вложений с учетом налоговой составляющей, дает оценку потенциальной стоимости месторождений и выявляет ее структуру. Все характеристики рассчитываются применительно к извлекаемым запасам, количество которых определяется с помощью коэффициентов извлечения.

Расчеты по предлагаемому алгоритму можно проводить в различных вариантах: 1) с учетом существующих кондиций и технологий; 2) в различной степени перспективных возможностей извлечения РМ, т. е. вовлекать в расчеты, помимо угля и сопутствующих компонентов с существующими технологиями их извлечения, также другие сопутствующие полезные ископаемые с промышленными концентрациями, технологии извлечения которых в принципе могут быть созданы.

#### Пример заполнения параметров блока фактических и расчетных исходных данных

Запасы угля АВС <sub>1</sub>
Запасы угля С <sub>2</sub>
Запасы угля забалансовые
Прогнозные ресурсы угля Р <sub>1</sub>
Прогнозные ресурсы угля Р <sub>2</sub>
Прогнозные ресурсы угля Р <sub>3</sub>
Геол. запасы угля, приведенные к А+В+С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub>
Ки угля
Извлекаемые приведенные запасы угля
Годовая производительность по углю
Зольность
Цена УБ
Условное содержание TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub> с учетом влажности угля
Запасы TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub> по кат. С <sub>2</sub>
Прогнозные ресурсы TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub> по кат. Р <sub>1</sub>
Прогнозные ресурсы TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub> по кат. Р <sub>2</sub>
Прогнозные ресурсы TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub> по кат. Р <sub>3</sub>
Всего запасы и ресурсы TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , приведенные к А+В+С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub>
Годовое погашение запасов и ресурсов TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Извлечение TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub> из золы
Годовой выпуск TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Извлекаемые приведенные к А+В+С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub> запасы и ресурсы TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Цена TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Условное содержание Sc с учетом влажности угля
Запасы Sc по кат. С <sub>2</sub> , ресурсы по кат. Р <sub>1</sub> –Р <sub>3</sub>
Всего запасы и ресурсы Sc, приведенные к А+В+С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub>
Годовое погашение запасов и ресурсов Sc
Извлечение Sc: 0,5 в золу, 0,8 из золы
Годовой выпуск Sc
Извлекаемые приведенные к А+В+С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub> запасы и ресурсы Sc
Цена Sc
Условное содержание Ga с учетом влажности угля
Запасы Ga по кат. С <sub>2</sub> , ресурсы по кат. Р <sub>1</sub> –Р <sub>3</sub>
Всего запасы и ресурсы Ga, приведенные к А+В+С <sub>1</sub> +С <sub>2</sub>
Годовое погашение запасов и ресурсов Ga
Извлечение Ga из золы
Годовой выпуск Ga
Извлекаемые приведенные к А–С <sub>2</sub> запасы и ресурсы Ga
Цена Ga
.....

### Пример заполнения параметров доходного блока

Стоимость годовой добычи угля  
Потенциальная стоимость извлекаемых приведенных запасов угля  
Дополнительная стоимость 1 т угля с  $TR_2O_3$   
Дополнительная стоимость 1 т угля со Sc  
Дополнительная стоимость 1 т угля с Ga  
.....  
Потенциальная стоимость извлекаемых запасов  $TR_2O_3$   
Потенциальная стоимость извлекаемых запасов Sc  
Потенциальная стоимость извлекаемых запасов Ga  
.....  
Общая потенциальная стоимость всех РМ в углях  
Общий годовой доход

### Пример заполнения параметров расходного блока

Общие кап. вложения (КВ)  
Удельные произв. затраты (ПЗ) на 1 т угля (себестоимость добычи)  
Годовые произв. затраты  
Амортизационные отчисления  
Годовые производственные затраты на добычу угля за вычетом амортизации  
Усредненная доля в цене РМ, приходящаяся на КВ+ПЗ  
Дополнительные затраты на извлечение  $TR_2O_3$  из 1 т угля  
Дополнительные затраты на извлечение Sc из 1 т угля  
Дополнительные затраты на извлечение Ga из 1 т угля  
.....  
Общие затраты на добычу 1 т угля и извлечение из нее РМ  
Общие затраты на годовую добычу угля и извлечение РМ  
Общие затраты на годовую добычу угля и извлечение РМ за вычетом амортизации  
НДС с учетом налогового вычета (18–5% от общего годового дохода)  
Налог на добычу (11 руб./т – УБ, 8% от дохода РМ)  
Общие затраты на годовую добычу угля и извлечение РМ с учетом НДС и налога на добычу

### Пример заполнения параметров результирующего блока

Годовая прибыль  
Налог на НП (20%)  
Чистая годовая прибыль (ЧП)  
Чистая прибыль за 20 лет  
Чистая дисконтированная прибыль за время разработки м-ния при ставке 10%  
Внутренняя норма прибыли с учетом всех затрат (рентабельность производства)  
Срок окупаемости КВ (уголь + РМ)  
Срок окупаемости КВ при добыче только угля без извлечения РМ  
Потенциальная стоимость (ПС), извлекаемая, месторождения  
Доля угля в ПС  
Доля РЗМ в ПС  
Доля скандия в ПС  
Доля галлия в ПС  
.....  
Стоимость 1 т угля с извлекаемыми РМ

Предложенная методика геолого-экономической и стоимостной оценки угольных месторождений ДФО России с учетом их редкометалльного потенциала позволяет оценить уголь как комплексное полезное ископаемое, целесообразность и рентабельность его возможного освоения и повышения инвестиционной привлекательности для лицензирования.

Эффективность добычи из редкометалльно-угольных месторождений углей с последующим извлечением из золы углей металлов определяется для каждого месторождения индивидуально по совокупности параметров. Параметры, по которым проводилась ГЭО каждого месторождения, оценены в баллах. Для оценки месторождений прежде всего выбираем параметры, включаемые в совокупную оценку месторождений. В табл. 3 приведены следующие параметры: подготовленные запасы; годовая производительность по углю; стоимость 1 т угля с редкими металлами; чистая годовая прибыль от добычи угля и извлечения из него РМ; внутренняя норма прибыли с учетом всех затрат от добычи угля и извлечения из него РМ (рентабельность производства); срок окупаемости капитальных вложений (КВ); потенциальная стоимость месторождения с учетом угля и редких металлов; инфраструктурная позиция (с учетом степени подготовки месторождения к разработке) и экологическая безопасность. По каждому признаку формировались упорядоченные по убыванию его значения ранговые ряды месторождений и их участков. Первому члену ряда присваивался номер (значение) 1, второму – 2 и т. д. В случае равенства значений и номера давались одинаковые. Таким образом, чем лучше положение месторождения в ранговом ряду (меньше его ранговый номер), тем меньше значение признака, которое является как бы штрафным баллом за несовершенство. Затем значения «штрафных» баллов для каждого месторождения суммируются по всем принятым для оценки месторождения признакам. По сумме баллов образуется ряд месторождений по предпочтительности освоения. Чем меньше сумма баллов по всем признакам, тем привлекательнее месторождение. Например, итоговый ряд месторождений НФ недр по предпочтительности освоения для Дальнего Востока (кроме безусловно рентабельных месторождений Приморского края) следующий: Ерковецкое, уч. Восточный; Лианское; Ерковецкое, уч. Западный; Ланковское, остальная площадь; Хурмулинское, уч. Хурмулинский; Эльгенское, Ланковское, уч. 1; Корфское; Хабаровское; Вилигинское; Новиковское, уч. Восточный; Эчвамяское и Базовское; Новиковское, уч. Резервный.

Таким образом, предложен и обоснован метод балльной оценки привлекательности редкометалльно-угольных месторождений для освоения, учитывающий совокупность признаков, который позволяет произвести эффективный отбор наиболее перспективных металлоносных угольных объектов НФ недр и определить рациональную последовательность их будущего освоения.

В коллективных публикациях геолого-экономической и стоимостной оценкой охвачены все изученные редкометалльно-угольные и редкометалльно-сланцевые объекты [1, 8, 11–13]. В настоящей статье изложен лежащий в основе такой оценки алгоритм. Это стало необходимым для выделения вклада автора в обоснование повышения инвестиционной привлекательности рассмотрен-

## Металлоносный потенциал ДС Прибалтийского бассейна

Показатели продуктивного пласта диктионемовых сланцев Кайболово-Гостилицкой площади	Ед. изм.	Значения показателей уч. 1	Значения показателей уч. 2	Значения показателей по всей площади
Средние содержания рения	г/т	0,15	0,12	0,14
Прогнозные ресурсы рения	т	288	276	630
Средние содержания V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в пересчете с содержания V	г/т	1272	1327	1441
Прогнозные ресурсы V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	т	2 442 240	3 057 408	6 484 500
Средние содержания галлия	г/т	15	11	12
Прогнозные ресурсы галлия	т	28 800	25 344	54 000
Средние содержания Cs <sub>2</sub> O в пересчете с содержания Cs	г/т	4,20	3,30	3,50
Прогнозные ресурсы Cs <sub>2</sub> O	т	8 064	7 603	15 750
Средние содержания урана	г/т	158	170	227,30
Прогнозные ресурсы урана	т	303 360	391 680	1 022 850
Средние содержания скандия	г/т	9,80	7,85	8,14
Прогнозные ресурсы скандия	т	18 816	18 086	36 630
Средние содержания МПГ	г/т	0,034	0,022	0,025
Прогнозные ресурсы МПГ	т	65,30	50,70	112,50
Средние содержания молибдена	г/т	156,20	170,80	183,10
Прогнозные ресурсы молибдена	т	299 904	393 523	823 950
Средние содержания TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	г/т	265,70	279,80	288,60
Прогнозные ресурсы TR <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	т	510 144	644 659	1 298 700
Средние содержания Rb <sub>2</sub> O	г/т	102,20	84,70	90,40
Прогнозные ресурсы Rb <sub>2</sub> O	т	196 224	195 149	406 800
Средние содержания меди	г/т	115,80	113,50	115,30
Прогнозные ресурсы меди	т	222 336	261 504	518 850
Средние содержания цинка	г/т	430,70	762	762,60
Прогнозные ресурсы цинка	т	826 944	1 755 648	3 431 700
Средние содержания WO <sub>3</sub>	г/т	18,30	49,90	45,60
Прогнозные ресурсы WO <sub>3</sub>	т	35 136	114 970	205 200
Средние содержания TiO <sub>2</sub>	г/т	5 900	5 400	5678
Прогнозные ресурсы TiO <sub>2</sub>	т	11 328 000	12 441 600	25 551 000

ных месторождений и наличия большого и в общем достаточно доступного в обозримом будущем резерва редких металлов как основы будущего инновационного развития России. Попутно обсуждены и некоторые общие вопросы взаимосвязи природных и экономических параметров минерального сырья и развития МСБ [10, 14].

Потенциальная стоимость угольных месторождений с учетом РМ возрастает на всех месторождениях в 2–3 раза, за исключением тех, где содержание РМ незначительно (Хабаровское, Базовское, Вилигинское, Эчваямское месторождения). На выделенных редкометаллоносных участках месторождений Приморского края на редкие металлы (в основном германий, на Раковском месторождении редкие земли и германий) приходится основная доля потенциальной стоимости запасов (от 77% на Раковском до 89–97% на остальных).

Россия может обеспечить свои внутренние потребности в редких металлах и составить конкуренцию на мировом рынке признанным зарубежным лидерам. В этой связи не последнюю роль будет играть обосновываемый автором проект освоения нетрадиционной базы редких, в том числе редко-

земельных металлов, извлечения их из бурых углей и ДС. Российский рынок может стать настолько емким, даже без учета возможного экспорта, что будут востребованы нетрадиционные геолого-промышленные типы месторождений редких металлов.

1. Балахонова А.С., Вялов В.И., Неженский И.А. и др. Геолого-экономическая оценка металлоносности диктионемовых сланцев и оболовых песчаников Прибалтийского бассейна // Регион. геология и металлогения. 2013. № 56. — С. 88–93.

2. Вялов В.И., Кузеванова Е.В., Нелюбов П.А. и др. Редкометаллоно-угольные месторождения Приморья // Разведка и охрана недр. 2010. № 12. — С. 53–57.

3. Вялов В.И., Миронов Ю.Б., Неженский И.А. О металлоносности диктионемовых сланцев Прибалтийского бассейна // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2010. № 5. — С. 19–23.

4. Вялов В.И., Ларичев А.И., Кузеванова Е.В. и др. Редкие металлы в буроугольных месторождениях Приморья и их ресурсный потенциал // Регион. геология и металлогения. 2012. № 51. — С. 96–105.

5. Вялов В.И., Балахонова А.С., Ларичев А.И., Богомолов А.Х. Рений в диктионемовых сланцах Прибалтийского

**Балльная оценка целесообразности и очередности освоения редкометалльно-угольных месторождений  
нераспределенного фонда недр Дальнего Востока**

Показатели в штрафных баллах (место в ранговом ряду)	Амурская область		Хабаровский край				Сахалинская область		Магаданская область				Камчатский край	
	Ерковецкое, уч. Западный	Ерковецкое, уч. Восточный	Лианское	Хурмулинское, уч. Хурмулинский	Хабаровское	Базовское	Новиковское, уч. Восточный	Новиковское, уч. Резервный	Эльгенское	Ланковское, уч. 1	Ланковское, ост.	Вилигинское	Корфское	Эвьямское
Подготовленные запасы	5	1	4	7	3	11	14	12	8	6	2	9	10	13
Годовая производительность	3	1	2	7	8	8	10	9	6	4	4	5	11	11
Ст-ть 1 т угля с РМ	6	7	5	2	13	14	4	10	3	9	8	12	1	11
Чистая годовая прибыль (ЧГП) от добычи угля + извл. РМ	3	1	2	6	8	10	12	13	5	4	4	7	9	11
Внутренняя норма прибыли с учетом всех затрат от добычи угля + извл. РМ (рентабельность производства)	2	1	3	6	7	8	12	13	9	11	11	10	4	5
Срок окупаемости КВ, уголь+РМ	2	1	3	5	8	11	4	10	3	5	5	7	6	9
ПС месторождения уголь + РМ	4	2	3	7	5	12	14	11	8	6	1	10	9	13
Инфраструктурная позиция и экологическая безопасность	1	1	2	1	2	2	1	1	2	1	1	2	3	3
Сумма штрафных баллов	26	15	24	41	54	76	71	79	44	46	36	62	53	76
Очередность (выгодность) освоения	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>12</b>

бассейна // Вестник Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2013. № 2. – С. 63–68.

6. Вялов В.И., Балахонова А.С. Гамов М.И. и др. Минералого-геохимические особенности черных сланцев Прибалтики в связи с их комплексной металлоносностью // Руды и металлы. № 6. 2013. – С. 14–18.

7. Вялов В.И., Ларичев А.И., Балахонова А.С. Рудогенез дицитронемовых сланцев

и оболовых песчаников Прибалтийского бассейна // Регион. геология и металлогения. 2013. № 55. – С. 87–98.

8. Вялов В.И., Неженский И.А., Балахонова А.С., Шишов Е.П. Повышение инвестиционной привлекательности неликвидных месторождений топливно-энергетического сырья Российской Федерации за счет содержащихся в них редких металлов // Разведка и охрана недр. 2014. № 9. – С. 18–20.

9. Неженский И.А. Градация месторождений полезных ископаемых по размерам запасов и качеству руд // Регион. геология и металлогения. 2013. № 53. – С. 114–117.

10. Неженский И.А., Мирхалева Н.В. Причины нарушения взаимосвязей между природными и экономическими характеристиками минерального сырья // Регион. геология и металлогения. 2011. № 44. – С. 53–58.

11. Неженский И.А., Вялов В.И., Мирхалева Н.В., Чернышев А.А. Геолого-экономическая оценка редкометалльно-угольных месторождений – перспективного геолого-промышленного типа // Регион. геология и металлогения. 2013. № 54. – С. 99–108.

12. Неженский И.А., Вялов В.И., Мирхалева Н.В., Шишов Е.П. Экономические показатели возможных вариантов разработки редкометалльно-угольных месторождений нераспределенного фонда недр Дальнего Востока // Регион. геология и металлогения. 2014. № 57. – С. 95–101.

13. Неженский И.А., Вялов В.И., Мирхалева Н.В., Кузеванова Е.В. Геолого-экономическая оценка редкометалльной составляющей бурогоугольных месторождений Приморского края // Регион. геология и металлогения. 2014. № 59. – С. 113–120.

14. Неженский И.А., Кимельман С.А., Оганесян Л.В., Мирхалева Н.В. Вещественно-стоимостные закономерности развития и освоения минерально-сырьевой базы в условиях глобального рынка // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. 2014. № 6. – С. 34–41.

15. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Ценные элементы-примеси в углях. – Екатеринбург: УрО РАН, 2006. – 538 с.