

ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕДКОМЕТАЛЛЬНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ
БУРОУГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Дана геолого-экономическая оценка участков с промышленным содержанием редких металлов буроугольных месторождений Приморского края Спецугли Павловского, Южный Шкотовского, Правобережный и Черемшовый Бикинского, Юго-Восточный Раковского. Показано, что наличие редких металлов в углях рассмотренных участков месторождений является определяющим для их эффективной разработки. Почти все участки достигают уровня крупных месторождений по запасам германия. Извлечение остальных металлов рентабельно как сопутных.

Ключевые слова: *редкометалльно-угольные месторождения, геолого-экономическая оценка, редкие металлы, уголь, Приморский край.*

The geological commercial block the brown coal deposits of Primorsky Krai with the industrial content of rare metals is given: Pavlovsky's Specialcoals, Youzhny of Shkotovsky, Right-bank and Cheremshovy of Bikinsky, South-East Rakovsky. It is shown that availability of rare metals in coals of the considered blocks of deposits is defining for their effective development. Almost all blocks reach level of large-scale deposits on reserves germanium. Extraction of other metals is profitable as associated.

Keywords: *rare metal-coal deposits, geological commercial evaluation, rare metals, coal, Primorsky Krai.*

Редкометалльно-угольный геолого-промышленный тип месторождений, в частности редкометалльно-буроугольный, практически общепризнан [1–27 и др.]. Имеется много публикаций по редкометалльно-угольным месторождениям Дальнего Востока, в том числе Приморского края [4–6, 10, 13, 15, 16 и др.]. В работах [4–6] описывается геология редкометалльно-угольных месторождений Приморского края, рассматриваются вопросы генезиса их промышленной металлоносности, приводится оценка прогнозных ресурсов сопутствующих металлов, дается их стоимостная оценка. В предлагаемой статье на основе предшествующих исследований дается геолого-экономическая оценка участков буроугольных месторождений Приморского края Спецугли Павловского, Южный Шкотовского, Правобережный и Черемшовый Бикинского, Юго-Восточный Раковского с промышленным содержанием редких металлов.

Из месторождений этого типа Государственным балансом запасов (ГБЗ) полезных ископаемых Российской Федерации в выпуске 28 «Рассеянные элементы» учитываются пока только запасы германия и только по участку Спецугли Павловского месторождения [8]. По сравнению с другими учитываемыми ГБЗ типами месторождений германия (медноколчеданным, магнетитовым), характеризующихся убогим качеством руд и мелкими, в лучшем случае средними масштабами, месторождения редкометалльно-буроугольного типа обычно имеют богатые руды и запасы германия, отвечающие крупным и весьма крупным месторождениям [8]. Сейчас участок Спецугли принадлежит компании РОСНАНО, созданному в ее рамках в марте 2011 г. ООО «Германий и приложения» (100% акций в собственности государства). Непосредственно на месторождении (пос. Новошахтинский) полу-

чают концентрат – золу с содержанием германия 0,3–2,5%. Производство различных компонентов германия организовано в Новомосковске (Тульская область), 90% продукции идет на экспорт – в США, Великобританию, Францию, Германию, Японию, Юж. Корею. Существующая мощность предприятия 30 тыс. т угля в год, планируемая ООО «Германий и приложения» 100 тыс. т. Сейчас в год погашается около 5 т запасов германия, из них в зольные уносы извлекается меньше половины (47,6%).

Редкометалльный потенциал углей на остальные компоненты не востребован вовсе. Пока вспоминается поговорка «не было бы счастья, да несчастье помогло». А несчастье – это развал российской высокотехнологичной промышленности и в связи с этим (уже счастье!) низкая потребность в редких металлах.

Однако при провозглашенном в официальных государственных программах будущем инновационном развитии России роль редких металлов, «витаминов промышленности», по выражению А. Е. Ферсмана, резко возрастет. И тогда может быть востребован и редкометалльный потенциал угольных месторождений. В Приморском крае на ряде угольных месторождений (рис. 1) выделены, в том числе и при участии ВСЕГЕИ, специальные участки углей, обогащенных редкими металлами.

Для геолого-экономической и стоимостной оценки участков редкометаллоносных углей месторождений Приморского края применена методика ГЭО, разработанная во ВСЕГЕИ [15]. Учитывались все сопутствующие металлы, имеющие кондиционные (по отношению к известным геолого-промышленным типам) содержания в углях и создающие тем самым металлоносность, отвечающую уровню промышленных месторождений (германий, редкоземельные металлы, скандий, рубидий, стронций,

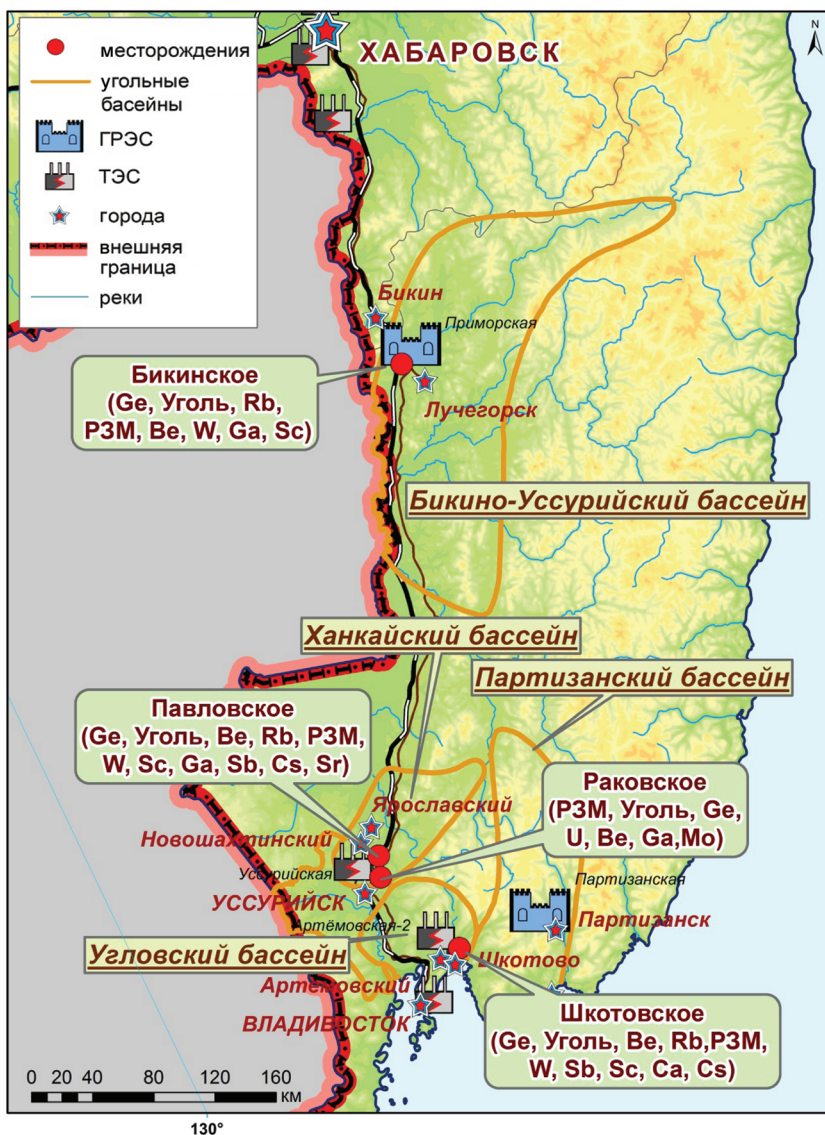


Рис. 1. Схема размещения буроугольных месторождений Приморского края, включающих в себя участки с углями, обогащенными редкими металлами

цезий, бериллий, галлий, цветные и легирующие металлы (сурьма, ванадий, молибден, вольфрам, рений) [4].

В табл. 1 приводятся средние содержания в угле/золе редких металлов в рассматриваемых буроугольных месторождениях и их извлекаемые запасы, рассчитанные с учетом запасов редкометаллоносных углей. При отвечающих богатым рудам содержаниях запасы редких металлов буроугольных месторождений Приморского края достигают уровня крупных (Павловское, уч. Спецугли; Шкотовское, уч. Южный; Бикинское, уч. Правобережный) и средних (Бикинское, уч. Черемшовый) только по германию. Кроме того, в углях участка Спецугли Павловского месторождения содержатся запасы стронция, отвечающие среднему месторождению. На всех участках, кроме Раковского месторождения, подсчитанные запасы скандия отвечают мелким месторождениям. Запасы остальных компонентов (табл. 1) не достигают уровня промышленных месторождений, и их извлечение может быть лишь попутным. Запасы редких металлов на Раковском месторождении не

достигают промышленных масштабов ни по одному металлу, тем не менее повышают ценность 1 т угля более чем в 4 раза.

Сделанные выводы достаточно обоснованны, особенно если учесть, что они исходят из количества **извлекаемых** запасов, тогда как существующие классификации твердых полезных ископаемых основываются на запасах **геологических**.

Приведем результаты геолого-экономической оценки редкометалльно-буроугольных месторождений Приморского края, полученной по изложенной в [15] методике, более подробные для участка Спецугли Павловского месторождения (табл. 2) и обобщенные для всех месторождений, в двух вариантах (табл. 3):

1. Чисто буроугольные месторождения – Уг;
2. Редкометалльно-буроугольные месторождения – Уг+РМ.

Для рассматриваемых участков месторождений Приморского края, специально выделенных как редкометалльно обогащенные, составляющая РМ по потенциальной стоимости оказалась существенно больше составляющей Уг.

Металлоносный потенциал буроугольных месторождений Приморского края

Показатели	Павловское, уч. Спецугли	Шкотовское, уч. Южный	Бикинское, уч. Правобе- режный	Бикинское, уч. Черемшо- вый	Раковское, уч. Юго-Вос- точный
Содержание Ge в угле, г/т	580,9	1483,65	587,0	257,35	19,0
Извлекаемые запасы Ge, т	584,8	571,1	903,8	167,6	33,8
Содержание TR ₂ O ₃ в золе, г/т	555,6	460,1	534,2	563,8	1511,4
Извлекаемые запасы TR ₂ O ₃ , т	258,4	90,4	400,0	178,6	1958,8
Содержание Rb ₂ O в золе, г/т	83,1	70,1	84,3	91,4	—
Извлекаемые запасы Rb ₂ O, т	29,0	10,3	47,3	21,7	—
Содержание SrO в золе, г/т	573,8	—	—	—	—
Извлекаемые запасы SrO, тыс. т	266,9	—	—	—	—
Содержание Sc в угле, г/т	6,8	7,3	5,2	5,2	—
Извлекаемые запасы Sc, т	8,3	3,4	9,7	4,1	—
Содержание Ga в угле, г/т	33,2	37,6	50	50	48,1
Извлекаемые запасы Ga, т	16,4	7,85	39,8	16,8	66,2
Содержание Cs ₂ O в золе, г/т	29,0	28,3	28,6	28,6	—
Извлекаемые запасы Cs ₂ O, т	10,1	4,2	16,1	6,8	—
Содержание Sb в золе, г/т	996,3	2848,6	—	—	—
Извлекаемые запасы Sb, т	347,55	419,9	—	—	—
Содержание WO ₃ в угле, г/т	1678,0	2045,1	940,4	940,4	—
Извлекаемые запасы WO ₃ , т	682,9	351,7	616,15	260,7	—
Содержание BeO в золе, г/т	429,5	512,9	260,9	230,4	132,4
Извлекаемые запасы BeO, т	149,8	75,6	146,5	54,7	128,7
Содержание In в золе	—	—	—	—	0,57
Извлекаемые запасы In, т	—	—	—	—	0,005
Содержание U в угле	—	—	—	—	353,7
Извлекаемые запасы U, т	—	—	—	—	343,8

Таблица 2

Продолжение табл. 2

**Геолого-экономическая оценка
Павловского буроугольного месторождения,
участок Спецугли с учетом запасов угля
и сопутствующих металлов**

Показатели	Ед. изм.	Значения показателей
Геол. запасы Ge-носного угля для открытой разработки, приведенные к А—С ₁	млн т	3,400
Потери при добыче угля	%	10,000
Извлекаемые запасы угля	млн т	3,060
Годовая производительность	млн т	0,200
Зольность	%	19,000
Цена УБ	руб./т	500,000
Стоим. годовой добычи угля	млн руб.	100,000
Пот. стоим. извл. запасов угля	млн руб.	1 530,000
Сод. Ge в угле	г/т	580,900
Запасы Ge в угле	т	1 777,554
Годовое погашение запасов Ge	т	116,180
Извлечение Ge: 0,35 в летучую золу; 0,12 в золу; 0,7 из золы. Ки = (0,35 + 0,12) · 0,7 = 0,329	доли ед.	0,329

Показатели	Ед. изм.	Значения показателей
Годовой выпуск Ge	т	38,223
Извлекаемые запасы Ge	т	584,815
Цена Ge	руб./г	50,000
Доп. стоим. 1 т угля с Ge	руб.	9 555,805
Пот. стоим. извл. запасов Ge	млн руб.	29 240,763
Сод. TR ₂ O ₃ в золе	г/т	555,600
Запасы TR ₂ O ₃ в золе	т	323,026
Годовое погашение запасов TR ₂ O ₃	т	21,113
Извлечение TR ₂ O ₃ из золы	%	80,000
Годовой выпуск TR ₂ O ₃	т	16,890
Извлекаемые запасы TR ₂ O ₃	т	258,421
Цена TR ₂ O ₃	руб./г	3,000
Доп. стоим. 1 т угля с TR ₂ O ₃	руб.	253,354
Пот. стоим. извл. запасов TR ₂ O ₃	млн руб.	775,262
Сод. Rb ₂ O в золе	г/т	83,100
Запасы Rb ₂ O в золе	т	48,314
Годовое погашение запасов Rb ₂ O	т	3,158
Извлечение Rb ₂ O из золы	%	60,000

Показатели	Ед. изм.	Значения показателей
Годовой выпуск Rb ₂ O	т	1,895
Извлекаемые запасы Rb ₂ O	т	28,989
Цена Rb ₂ O	руб./г	40,000
Доп. стоим. 1 т угля с Rb ₂ O	руб.	378,936
Пот. стоим. извл. запасов Rb ₂ O	млн руб.	1 159,544
Сод. SrO в золе	г/т	573,800
Запасы SrO в золе	т	333,607
Годовое погашение запасов SrO	т	21,804
Извлечение SrO из золы	%	80,000
Годовой выпуск SrO	т	17,444
Извлекаемые запасы SrO	т	266,886
Цена SrO	руб./г	0,036
Доп. стоим. 1 т угля с SrO	руб.	3,140
Пот. стоим. извл. запасов SrO	млн руб.	9,608
Сод. Sc в угле	г/т	6,800
Запасы Sc в угле	т	20,808
Годовое погашение запасов Sc	т	1,360
Извлечение Sc: 0,5 в золу; 0,8 из золы	доли ед.	0,400
Годовой выпуск Sc	т	0,544
Извлекаемые запасы Sc	т	8,323
Цена Sc	руб./г	25,000
Доп. стоим. 1 т угля с Sc	руб.	68,000
Пот. стоим. извл. запасов Sc	млн руб.	208,080
Сод. Ga в золе	г/т	33,200
Запасы Ga в золе	т	19,302
Годовое погашение запасов Ga	т	1,262
Извлечение Ga из золы	%	85,000
Годовой выпуск Ga	т	1,072
Извлекаемые запасы Ga	т	16,407
Цена Ga	руб./г	10,000
Доп. стоим. 1 т угля с Ga	руб.	53,618
Пот. стоим. извл. запасов Ga	млн руб.	164,071
Сод. Cs ₂ O в золе	г/т	29,000
Запасы Cs ₂ O в золе	т	16,861
Годовое погашение запасов Cs ₂ O	т	1,102
Извлечение Cs ₂ O из золы	%	60,000
Годовой выпуск Cs ₂ O	т	0,661
Извлекаемые запасы Cs ₂ O	т	10,116
Цена Cs ₂ O	руб./г	7,000
Доп. стоим. 1 т угля с Cs ₂ O	руб.	23,142
Пот. стоим. извл. запасов Cs ₂ O	млн руб.	70,815
Сод. Sb в золе	г/т	996,300
Запасы Sb в золе	т	579,249
Годовое погашение запасов Sb	т	37,859
Извлечение Sb из золы	%	60,000
Годовой выпуск Sb	т	22,716
Извлекаемые запасы Sb	т	347,549

Показатели	Ед. изм.	Значения показателей
Цена Sb	руб./г	0,285
Доп. стоим. 1 т угля с Sb	руб.	32,370
Пот. стоим. извл. запасов Sb	млн руб.	99,052
Сод. WO ₃ в золе	г/т	1 678,000
Запасы WO ₃ в золе	т	975,589
Годовое погашение запасов WO ₃	т	63,764
Извлечение WO ₃ из золы	%	70,000
Годовой выпуск WO ₃	т	44,635
Извлекаемые запасы WO ₃	т	682,912
Цена WO ₃	руб./г	0,700
Доп. стоим. 1 т угля с WO ₃	руб.	156,222
Пот. стоим. извл. запасов WO ₃	млн руб.	478,039
Сод. BeO в золе	г/т	429,500
Запасы BeO в золе	т	249,711
Годовое погашение запасов BeO	т	16,321
Извлечение BeO из золы	%	60,000
Годовой выпуск BeO	т	9,793
Извлекаемые запасы BeO	т	149,827
Цена BeO	руб./г	8,000
Доп. стоим. 1 т угля с BeO	руб.	391,704
Пот. стоим. извл. запасов BeO	млн руб.	1 198,614
Общие кап. вложения (КВ)	млн руб.	1 000,000
Удельные произв. затраты (ПЗ) на 1 т угля (себестоимость добычи)	руб./т	250,000
Годовые произв. затраты	млн руб.	50,000
Амортизационные отчисления	млн руб.	8,000
Годовые производственные затраты на добычу угля за вычетом амортизации	млн руб.	42,000
Усредненная доля в цене РМ, приходящаяся на КВ + ПЗ	доля ед.	0,400
Доп. затраты на извлечение Ge из 1 т угля	руб.	3 822,322
Доп. затраты на извлечение TR ₂ O ₃ из 1 т угля	руб.	101,341
Доп. затраты на извлечение Rb ₂ O из 1 т угля	руб.	151,574
Доп. затраты на извлечение SrO из 1 т угля	руб.	1,256
Доп. затраты на извлечение Sc из 1 т угля	руб.	27,200
Доп. затраты на извлечение Ga из 1 т угля	руб.	21,447
Доп. затраты на извлечение Cs ₂ O из 1 т угля	руб.	9,257
Доп. затраты на извлечение ZrO ₂ из 1 т угля	руб.	12,948
Доп. затраты на извлечение WO ₃ из 1 т угля	руб.	62,489
Доп. затраты на извлечение BeO из 1 т угля	руб.	156,682
Доп. затраты на извлечение РМ из 1 т угля	руб.	4 366,516

Продолжение табл. 2

Показатели	Ед. изм.	Значения показателей
Общие затраты на добычу 1 т угля и извлечение из нее РМ	руб.	4 616,516
Общие затраты на годовую добычу угля и извлечение РМ	млн руб.	923,303
Общие затраты на годовую добычу угля и извлечение РМ за вычетом амортизации	млн руб.	915,303
Общий годовой доход (с учетом НДС в ценах)	млн руб.	2 203,258
Годовая прибыль	млн руб.	1 287,955
Налог на имущество (2%)	млн руб.	44,065
Налог на добычу (4% – УБ, 8% – РМ)	млн руб.	172,261
Налогооблагаемая прибыль (НП)	млн руб.	1 071,629
Налог на НП (24%)	млн руб.	257,191
Чистая годовая прибыль (ЧП)	млн руб.	814,438
Чистая прибыль за 20 лет	млн руб.	16 288,761
Ставка дисконтирования	%	10,000
Чистая дисконтированная прибыль за время разработки м-ния при ставке 10%	млн руб.	2 784,687
Внутренняя норма прибыли с учетом всех затрат (рентабельность производства)	%	88,980
Срок окупаемости КВ (уголь + РМ)	лет	1,228
Срок окупаемости КВ при добыче только угля без извлечения РМ – без учета налогов	лет	17,728
Срок окупаемости КВ при добыче только угля без извлечения РМ – с учетом налогов	лет	28,035
Потенциальная стоимость (ПС) месторождения	млн руб.	34 933,847
Доля угля в ПС	%	4,380
Доля германия в ПС	%	83,703
Доля РЗМ в ПС	%	2,219
Доля рублидия в ПС	%	3,319
Доля стронция в ПС	%	0,028
Доля скандия в ПС	%	0,596
Доля галлия в ПС	%	0,470
Доля цезия в ПС	%	0,203
Доля сурьмы в ПС	%	0,284
Доля вольфрама в ПС	%	1,368
Доля бериллия в ПС	%	3,431
Стоим. 1 т угля с РМ	руб.	11 416,290

В каждом варианте неизбежны затраты на добычу и сжигание угля (поскольку большинство РМ концентрируется в золе). Во втором варианте необходимы также затраты на извлечение РМ. Доходы в первом варианте будут от реализации угля, во втором – угля и РМ. С учетом затрат значимую прибыль от разработки всех приведенных участков месторождений Приморского края можно гарантировать только при извлечении РМ.

Для месторождений Приморского края перспективная производственная мощность, в том числе и для участка Спецугли Павловского месторождения, и капитальные вложения (КВ) приняты одинаковыми, равными 0,2 млн т угля и 1000 млн руб. Естественно, что затратные и доходные показатели второго варианта (Уг + РМ) будут максимальными.

В стоимостном выражении доля редкометалльной минерализации в углях рассмотренных участков месторождений Приморского края (главным образом германия, а для Раковского месторождения редких земель и германия) 77–91% (рис. 2). Чистая (т. е. за вычетом налогов) годовая прибыль (ЧГП) при разработке по второму варианту (Уг + РМ) на много порядков выше, чем при разработке по первому варианту (только на уголь). В последнем случае ЧГП ничтожна, она составляет от ЧГП второго варианта лишь 2–6% (для Раковского месторождения 15%). Так что разработка выделенных участков месторождений Приморского края только на уголь нерентабельна.

Срок окупаемости КВ в месторождениях Приморского края при разработке по второму варианту не превышает трех лет (за исключением Раковского месторождения, где он составляет 7,5 лет), а при разработке только на уголь составляет от 21 года до 33 лет. Таким образом, наличие РМ в углях рассмотренных участков месторождений является определяющим.

Эффективность добычи углей с последующим извлечением из них РМ для рассмотренных участков от 64% (Раковское) до 89% (Павловское), что означает доход на каждый вложенный рубль от 64 до 89 коп.

Стоимость 1 т угля при учете РМ повышается во много раз (от 4 на Раковском месторождении до 30 и более на Шкотовском).

Структура потенциальной стоимости редкометалльно-угольных месторождений Приморского края с учетом всех компонентов Уг+РМ (рис. 2) свидетельствует об определяющей роли германия при оценке их редкометалльной составляющей. По нашим данным, как уже отмечалось, руды на всех рассмотренных месторождениях, кроме Раковского, являются богатыми, а запасы отвечают крупным месторождениям (средним на участке Черемшовый Бикинского месторождения). Годовое производство германия при планируемой ООО «Германий и приложения» на участке Спецугли Павловского месторождения годовой добыче германиеносного угля в 100 тыс. т достигнет 20 т, а при полной достижимой годовой мощности в 200 тыс. т угля, принятой при наших расчетах, 40 т. На Шкотовском месторождении эта цифра может быть доведена до 100 т, на обоих участках Бикинского месторождения еще до 50 т.

Сейчас мировое производство рафинированного германия составляет порядка 120 т (примерно 35% из вторичного сырья). Из них на Китай приходится

Экономические показатели разработки редкометалльно-угольных месторождений Приморского края

Показатели	Павловское, уч. Спецугли	Шкотовское, уч. Южный	Бикинское, уч. Правобереж- ный	Бикинское, уч. Черемшовой	Раковское, уч. Юго-Вос- точный
Стоим. 1 т угля, руб.	500	780	700	700	600
Стоим. РМ в 1 т угля, руб.	10916	25986	10821	5417	1981
Стоим. 1 т угля с РМ, руб.	11416	26766	11521	6117	2581
ПЗ на 1 т угля (себестоимость добычи), руб.	250	900	400	400	300
Общ. затраты на извл. РМ из 1 т угля, руб.	4367	10394	4328	2167	793
Общ. затраты на добычу 1 т угля и извл. из нее РМ	4617	11294	4728	2567	1093
Годовая производительность, млн т	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Стоим. годовой добычи угля, млн руб.	100	156	140	140	120
Общие кап. вложения (КВ), млн руб.	1000	1000	1000	1000	1000
Годовые ПЗ на добычу (за вычетом амортизации) угля/угля + извл. РМ, млн руб.	42/915	150/2229	67/933	67/500	50/208
Чистая годовая прибыль (ЧГП) от добычи угля/угля + извл. РМ, млрд руб.	0,016/0,814	0,04/1,9	0,03/0,8	0,024/0,384	0,02/0,133
Внутренняя норма прибыли с учетом всех затрат от добычи угля/угля + извл. РМ (рентабельность производства), %	20/89	-25/85	-10/85	-41/77	-36/64
Срок окупаемости КВ (уголь/уголь + РМ), лет	28/1	28/0,5	21/1,26	23/2,6	33/7,5
ПС м-ния (уголь/уголь + РМ), млрд руб.	1,5/34,9	0,9/31,3	1,45/53,9	1,4/12,1	3,24/13,9
Структура ПС –Уг + РМ, %	Ge (83,4), Yr (4,4), Be (3,4), Rb (3,3), PЗМ (2,2), W (1,4), Sc (0,60), Ga (0,47), Sb (0,28), Cs (0,20), Sr (0,029)	Ge (91,2), Yr (2,9), Be (1,9), Rb (1,3), PЗМ (0,87), W (0,79), Sb (0,38), Sc (0,27), Ga (0,25), Cs (0,093)	Ge (83,8), Yr (6,1), Rb (3,5), PЗМ (2,2), Be (2,2), W (0,80), Ga (0,74), Sc (0,45), Cs (0,21)	Ge (69,2), Yr (11,4), Rb (7,2), PЗМ (4,4), Be (3,6), W (1,5), Ga (1,4), Sc (0,85), Cs (0,39)	PЗМ (42,2), Yr (23,3), Ge (12,1), U (9,6), Be (7,4), Ga (4,75), Mo (0,675), In (0,001)

80 т, Россию 5, США 3, остальные страны 30. Причем в Китае разрабатываются именно буроугольные шахты [26 и др.] (провинции Юньань, Внутренняя Монголия).

Цены на германий за последние несколько лет возросли с 1200 до 1920 долл./кг. В 2012 г. в мире произведено 128 т германия, потреблено 124. Из них 40 т приходится на США. А Россия из добытых 5 т 90% продала. Ну, не нужен он сейчас нашей стране, если посмотреть на области его применения: 30% – инфракрасная оптика, 20% – оптико-волоконные системы, 20% – катализаторы полимеризации, 15% – электроника и электрические солнечные элементы, 15% – другие области применения.

Поэтому сейчас напрашивается «китайский» подход, хотя бы на ближайшее время, – производить германий на экспорт, постепенно завоевывая

и этот рынок (наряду с редкими землями и др.). Заняла же Россия прочное и вполне определенное место на рынке многих полезных ископаемых, продавая половину произведенной нефти и третью часть газа, все добытые платиноиды, прихватывая иногда и их складские запасы, почти весь добытый никель, алмазы, большую часть меди, две трети золота, три четверти серебра и т. д. Так что выдвинутый подход вполне обоснован, во всяком случае работать в этом направлении и необходимо, и возможно. Это уже показывает создание ООО «Германий и приложения» с вложенными в проект 2,2 млрд руб. При наших приблизительных расчетах и при двукратной по сравнению с ООО планируемой производительностью для каждого месторождения потребуется 1 млрд руб. капитальных вложений, что окупится через 1–3 года.

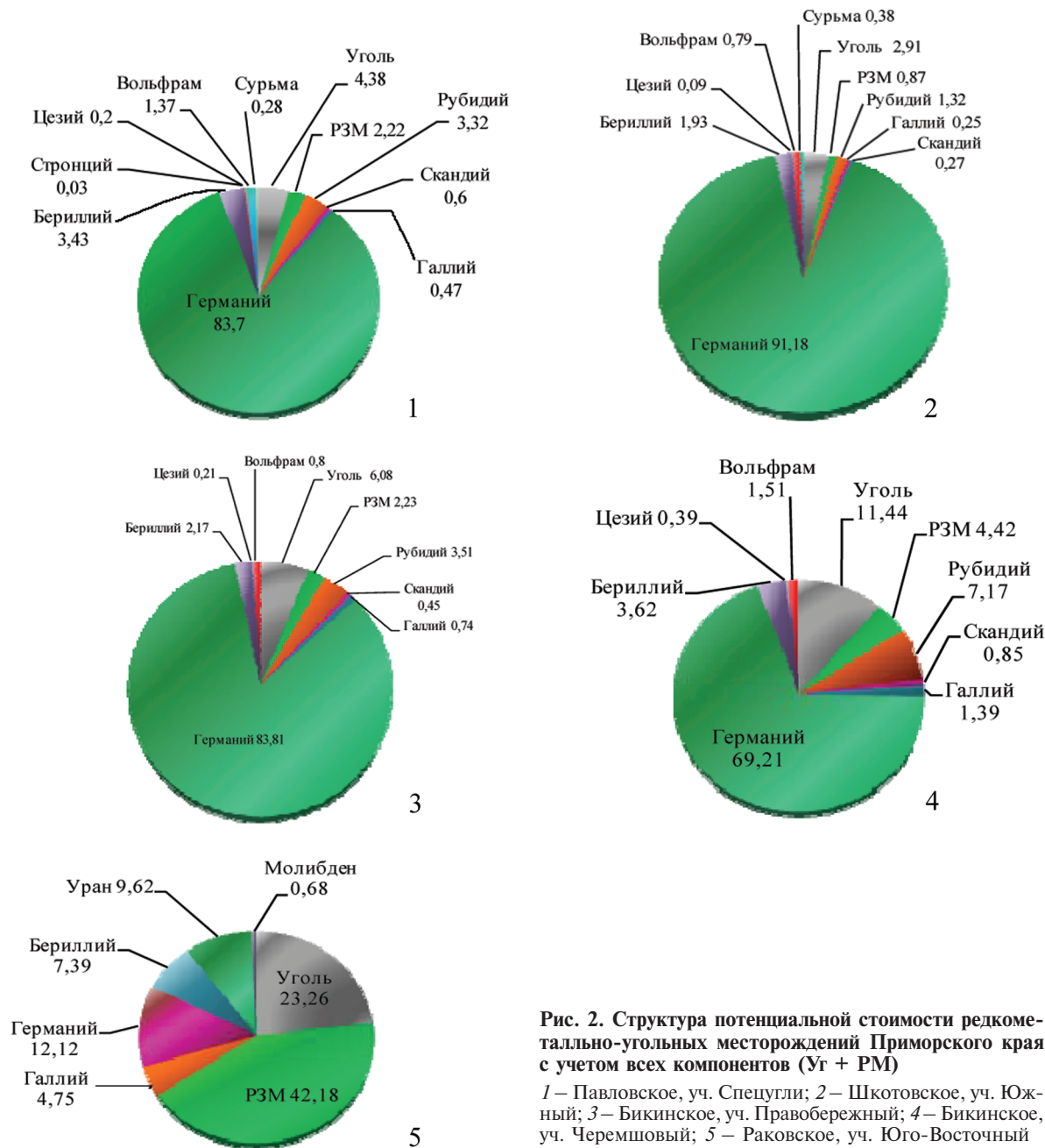


Рис. 2. Структура потенциальной стоимости редкометалльно-угольных месторождений Приморского края с учетом всех компонентов (Уг + РМ)

1 – Павловское, уч. Спецугли; 2 – Шкотовское, уч. Южный; 3 – Бикинское, уч. Правобережный; 4 – Бикинское, уч. Черемшовый; 5 – Раковское, уч. Юго-Восточный

1. Арбузов С.И., Еришов В.В., Поцелуев А.А., Рихванов Л.П. Редкие элементы в углях Кузнецкого бассейна. – Кемерово: Изд-во КПК, 2000. – 226 с.

2. Борисенко Л.Ф., Делицын Л.М., Власов А.С. Перспективы использования золы угольных тепловых электростанций. – М.: Геоинформмарк, 2001. – 68 с.

3. Волков В.Н., Полюховский Ю.С., Сергеев А.С., Тарасова И.П. Введение в металлогению горючих ископаемых и углеродсодержащих пород: Учеб. пособие. – СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 1997. – 248 с.

4. Вялов В.И., Кузеванова Е.В., Олейникова Г.А., Ключарев Д.С. Оценка ресурсного потенциала редкометалльно-угольных месторождений Приморья // Литология и геология горючих ископаемых: Межвуз. науч. темат. сб. – Екатеринбург: Изд-во Уральского гос. горного ун-та, 2010. Вып. IV (20). – С. 169–181.

5. Вялов В.И., Кузеванова Е.В., Нелобов П.А. и др. Редкометалльно-угольные месторождения Приморья // Разведка и охрана недр. 2010. № 12. – С. 53–57.

6. Вялов В.И., Ларичев А.И., Кузеванова Е.В. и др. Редкие металлы в бурогольных месторождениях Приморья

и их ресурсный потенциал // Регион. геология и металлогения. 2012. № 51. – С. 96–105.

7. Гамов М.И., Грановская Н.В., Левченко С.В. Металлы в углях. – Ростов-на-Дону, 2013.

8. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации. Вып. 28 «Рассеянные элементы». – М., 2009 и др.

9. Кизильштейн Л.Я., Дубов И.В., Шницгауз А.П., Парада С.Г. Компоненты зол и шлаков ТЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 176 с.

10. Китаев И.В. Золообразующие и малые элементы углей Дальнего Востока. – Владивосток: ДВО РАН АН СССР, 1989. – 140 с.

11. Компоненты зол и шлаков ТЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 249 с.

12. Коробецкий И.А., Шпирт М.Я. Генезис и свойства минеральных компонентов углей / И.А. Коробецкий, М.Я. Шпирт. – Новосибирск: Наука, СО, 1988. – 227 с.

13. Левицкий В.В., Седых А.К., Ульмясбаев Ш.Г. Германий-угольные месторождения Приморья // Отечеств. геология. 1994. № 4. – С. 61–67.

14. Мейтов Е.С. Металлоносность углей // Угольная база России. Т. IV. – М.: Геоинформмарк, 2001. – С. 293–301.
15. Неженский И.А., Вялов В.И., Мирхалевская Н.В., Чернышев А.А. Геолого-экономическая оценка редкометалльно-угольных месторождений – перспективного геолого-промышленного типа // Регион. геология и металлогения. 2013. № 54. – С. 99–108.
16. Неженский И.А., Вялов В.И., Мирхалевская 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.
17. Нетрадиционные типы редкометалльного минерального сырья / Н.А. Солодов, Т.Ю. Усова, Е.Д. Осокин и др. – М.: Недра, 1991. – 247 с.
18. Портнов А. Нужны ли России редкие металлы для современных технологий? // Промышленные ведомости. 2008. 10–11 окт.
19. Середин В.В. Металлоносность углей: условия формирования и перспективы освоения // Угольная база России. Т. VI. – М.: Геоинформмарк, 2004. – С. 452–519.
20. Угольная база России. Т. V. Кн. 1: Угольные бассейны и месторождения Дальнего Востока. – М.: Геоинформмарк, 1997. – 371 с.
21. Цельковский Ю.К. Опыт промышленного использования золошлаковых отходов ТЭС // Новое в российской энергетике. 2000. № 2. – С. 22–31.
22. Ценные и токсичные элементы в товарных углях России: Справ. – М.: Недра, 1996. – 238 с.
23. Шпирт М.Я. Утилизация отходов добычи и переработки твердых горючих ископаемых. – М.: Недра, 1986. – 256 с.
24. Юдович Я.Э. Грамм дороже тонны: Редкие элементы в углях. – М.: Наука, 1989. – 160 с.
25. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Ценные элементы-примеси в углях. – Екатеринбург: УрО РАН, 2006. – 538 с.
26. Ren Deyi, Zhao Fenghua, Dai Shifeng et al. Geochemistry of trace elements in coal. 2006. 564 p. www.sciencep.com.
27. Swaine D.J. Trace elements in coal. London: Butterworths, 1990. 278 p.

Неженский Игорь Анатольевич – доктор геол.-минер. наук, гл. науч. сотрудник, ВСЕГЕИ. <Igor_Nezhensky@vsegei.ru>.

Вялов Владимир Ильич – доктор геол.-минер. наук, зав. отделом, ВСЕГЕИ. <Vladimir_Vyalov@vsegei.ru>.

Мирхалевская Наталья Валериевна – вед. инженер, ВСЕГЕИ. <Natalia_Mirkhalevska@vsegei.ru>.

Кузеванова Евгения Владимировна – инженер, МГУ. <yenic@mail.ru>.