

ПРИРОДНОЕ И ТЕХНОГЕННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ НЫНЕ НЕУЧИТЫВАЕМОЙ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ МЕТАЛЛОВ, СОЗДАЮЩЕЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НОВОГО ТИПА

Битимбаев М.Ж.¹, Кунаев М.С.², Юсупов Х.А.¹, Алишева Ж.Н.³

¹Satbayev University, г. Алматы, Республика Казахстан

²CaspianServicesInc., г. Алматы, Республика Казахстан

³КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан

Аннотация. Руда – природное отложение химических элементов в самородном или минералообразующем виде, вызванное действием геологических процессов и сопровождающих их геохимических закономерностей, в котором концентрация некоторых химических элементов достигает величины, достаточной для рентабельного в данный период извлечения.

Сам производственный процесс, обеспечивающий рентабельное извлечение, начинается после геологоразведочных работ со стадии проектирования и последующей добычи, обогащения и металлургического переделов.

Наукой доказано и статистикой подтверждено ожидаемое полное исчерпание запасов в континентальной земной коре до глубины 5 км в течение 30-150 лет в зависимости от вида металла.

Предложены научно обоснованные и практически возможные технологические решения, не имеющие аналогов в мире, по созданию неисчерпаемых в историческом масштабе времени месторождений нового типа природного и техногенного происхождения на базе применения совмещенных процессов геотехнологий и минералургии, полного текущего цикла освоения недр и циркулярной экономики.

Ключевые слова: рудообразование, геохимические закономерности, геотехнологии, минералургия, освоение недр, циркулярная экономика.

Введение. Как бы не менялись место и роль природы в системе исторически меняющихся отношений к ней человека и общества, сущность толкования понятия «природы» как совокупности естественных условий существования человеческого общества сохраняет и усиливает свою значимость. В этом аспекте природные ресурсы как важнейшие компоненты окружающей человечество естественной среды, используемые в процессе общественного производства для удовлетворения материальных и культурных потребностей общества, нуждаются в постоянном изучении его состояния. Особенно место, определяющее улучшение условий жизни цивилизации, занимает освоение недр с изъятием из них полезных ископаемых. Исходя из анализа комплекса воздействий человека на континентальную земную кору, следует обеспечить их рациональность, предвосхищающих надвигающиеся объективные негативные последствия

современных условий взаимоотношений человека с ней.

Полезные ископаемые, в первую очередь металлы, являются принципиально невозобновимым природным ресурсом. Длительность накопления минералов, которые в традиционном толковании можно назвать месторождением, составляет от 15-17 тыс. лет до 1200 млн. лет в зависимости от вида полезного ископаемого [1]. Но человечество всегда будет нуждаться в металлах.

Возникающее противоречие становится фактом, определяющим основные требования к одному из главных направлений развития горно-металлургического комплекса в мировом масштабе – необходимости поисков новых, неизвестных науке источников добычи металлов из недр. Так как образование металлических минералов и их концентрация происходит благодаря геохимическим процессам, мы обратились к изучению существующих ге-

охимических закономерностей.

Производство металлов в первую очередь зависит от эксплуатации первичных природных ресурсов, поэтому нами в работе исследованы наряду с влиянием геохимических закономерностей комплексные меры по привлечению других реальных возможностей создания запасов металлов в недрах.

Для реализации идеи проекта необходимо решить три взаимосвязанные проблемы:

- обеспечение цивилизации месторождениями нового типа, образуемыми объективно действующими, но неиспользуемыми ныне природными геохимическими закономерностями;

- определение неиспользуемых и неопределяемых ресурсов на микро- и наноуровне и создание технологий их извлечения;

- создание безопасных и экономически эффективных геотехнологий и минералургии с практическим исключением потерь, сохранением природного равновесия массива недр и полным использованием добываемой горной массы.

Реализация проекта с учетом решения указанных проблем позволит гарантированно обеспечить человечество неисчерпаемыми запасами металлических химических элементов на необозримое историческое будущее. Эти запасы должны добываться и перерабатываться технологиями экономически эффективно и безопасно для людей и окружающей среды.

Геотехнологии и минералургия кроме решения указанных конечных целей должны быть исследованы на достижение сквозного эффекта до получения концентрата металлов и стремиться к требуемым показателям углеродного баланса.

Методы исследований. Исходя из сущности проблемы, поставлена начальная задача по определению нового типа месторождений металлических полезных ископаемых. Образование рудных месторождений - это продукт универсальных общегеологических явлений и событий, протекавших в недрах Земли на протяжении геологических периодов продолжительностью от десятков тысяч до 1-1,5 млрд. лет. Но, так как исчерпание запасов ожидается в течение 30-150 лет, необходимо, исходя из факторов рудообразования, системного подхода и «временно-пространственно-статисти-

ческого анализа», определить возможности применения существующих в природе геохимических закономерностей к созданию нового понятия о минерально-сырьевой базе.

Геохимические процессы, определяющие миграцию химических элементов и включающие явления их концентрации и рассеяния, являются важной составляющей, на которой основано формирование минерально-сырьевой базы полезных ископаемых нового типа с целью обеспечения ею цивилизованного мира в XXI веке.

С явлениями концентрации связано образование месторождений полезных ископаемых, запасы которых ожидаемо будут исчерпаны. С явлениями же рассеяния химических элементов связано образование вторичных ореолов, на изучении которых в настоящее время основаны геохимические методы поисков. Оба вида явлений в обосновании сущности решения начальной задачи проекта играют роль индикаторов в соответствии с содержанием в действующих традиционных и будущих нового типа месторождениях геохимических карт для формирования объектов недропользования.

Эти же явления и закономерности действуют и в скоплениях металлов, создаваемых человеком (объекты техногенеза) [2, 3].

Таким образом, опираясь на геохимические карты, подготовленные с индексацией первичных и вторичных ореолов, используя латеральные (горизонтальные) и субвертикальные зональности и трехмерные закономерности стереометаллогении, в районах эксплуатации традиционных и на территориях, где не определены месторождения традиционного типа, может быть создана реальная возможность использования месторождений нового типа. Они будут включать в себя запасы, индексированные в первичных и вторичных ореолах и геохимических барьерах природного и техногенного происхождения.

Следующая возможность создается использованием в качестве ресурса восполнения запасов микро- и наноразмерных частиц химических элементов в массиве недр. Она должна быть решена, во-первых, созданием технологий определения их наличия в месторождениях как традиционного, так и нового типов и их качественно-количественных показателей. Во-вторых, необходимо создать тех-

нологии извлечения этих ресурсов при переработке в товарные продукты. Само содержание микро- и наноразмерных частиц химических элементов (в первую очередь металлов) в промышленных объемах в недрах обнаружено отечественными геологами [3].

Факторами, сдерживающими практическое определение понятия «месторождения нового типа», являются в первую очередь качественные показатели, т.е. содержание металлов, в их скоплениях, находящихся вне традиционного месторождения.

Эти скопления располагаются рядом с традиционными месторождениями, их роль и место определены акад. Л.Н. Овчинниковым, когда он акцентировал наше внимание на закономерности зональности распределения в направлении движения растворов при обязательной дифференциации элементов в ореоле как индикатора при поиске и прогнозе типов рудных месторождений. Им было сказано: «Всякое рудное месторождение мы должны рассматривать не только как скопление минеральных форм какого-либо металла, достигшего промышленного содержания, а как включающее в себя и собственное рудное тело, и окружающий его первичный геохимический ореол, составляющие генетически и пространственно единое целое; различие между ними – лишь в уровнях концентрации главных металлов» [4].

Это высказывание и определение акад. РАН К.Н. Трубецкого: «...Рудные и топливные ресурсы являются ограниченными и невозобновляемыми. Их весьма медленное естественное воспроизводство в процессах продолжающейся геологической эволюции примерно в 5-10 тысяч раз отстает от современных темпов потребления, практически не может его компенсировать...» послужили отправным катализатором методов исследований.

Они основаны на методах исследований по созданию новых геотехнологий и способов минералургии с использованием законов физики твердого тела и химии, определяющих возможности окислительно-восстановительных реакций в этом твердом теле.

Задача по определению нового типа рудных месторождений, таким образом, решается на основе геохимии как начального определяющего метода исследований, так как «только на основе геохимических идей может идти

планомерное накопление материала..., где лишь законы геохимии и химии геопроцессов могут дать освещение распространения или изменения рудного комплекса с глубиной и т.д.» [5].

Далее, используя геохимические закономерности, принимая принципы комплексного освоения недр Земли, впервые высказанные акад. Агошковым М.И., предусматривающие, с одной стороны, полное использование всех осваиваемых георесурсов, с другой – сочетание существенно-различных способов добычи для достижения максимального эффекта от вовлечения ресурсов недр в промышленную эксплуатацию, проводится всесторонний полный анализ применяемых геотехнологий и минералургии [6].

Исходя из результатов предистории и общих предпосылок (закономерностей) рудообразования, руководствуясь основной закономерностью рудообразования, при котором образование всякого рудного месторождения – это результат перехода металлов от рассеяния к концентрации, мы определяем концепцию создания рудных месторождений нового типа. Метод исследований находится в прямой зависимости от распределения металлов в соответствии с «временно-пространственно-статистическим» анализом. Такая постановка содержания задачи и статистики полного исчерпания традиционных источников металлов приводит к необходимости создания месторождений нового типа из сочетания запасов в первичных и вторичных геохимических ореолах, в геохимических барьерах и объектах техногенеза.

Следующим шагом в определении взаимосвязанных методов исследований в связи с низким содержанием металлов в формируемых скоплениях как рудных месторождениях нового типа явился логически подсказанный метод анализа и создания физико-технических и физико-химических геотехнологий и минералургии, нивелирующих негативные ожидания от освоения недр в новых, ранее неиспользуемых уровнях.

Далее последовали решения по максимальному полному циклу текущего освоения каждого конкретного месторождения и всеобщей циркулярной экономике экономически эффективного кратного использования однажды произведенной металлопродукции.

Результаты исследований. Чтобы получить металл из руды, в которой он находится в самородном или минерализованном виде, необходимо его оттуда извлечь в концентрированном на порядок продукте, поэтому существуют в горных науках понятия «бортовое содержание» и «минимальное промышленное содержание». Первое означает «наименьшее содержание полезного компонента в краевой пробе, при котором она может быть включена в контур подсчитываемых запасов полезных ископаемых. В качестве оптимальных выбирают такие значения, при которых обеспечиваются максимальная полнота использования недр и приемлемая экономическая эффективность горных работ». Минимальное промышленное содержание – «это уровень содержания полезного компонента, при котором извлекаемая ценность минерального сырья обеспечивает возмещение всех затрат на получение товарной продукции» [7]. Практическое применение этих понятий является единственной возможностью логически объединить и экономически эффективно реализовать проведение техногенной деятельности человека с получением из недр полезного товарного продукта, созданного природой в результате геологических процессов.

Разделение запасов, полученных по итогам геологоразведочных работ, на балансовые и забалансовые, основываясь на разработанных человеком понятиях о бортовом и минимально промышленном содержании, послужило определяющую роль в обеспечении запросов человечества металлами. Но, теряя навсегда безвозвратно забалансовые запасы, общество ухудшает обеспеченность своих непрерывно растущих потребностей для добычи металлов, которые невозможно восполнить новыми запасами из традиционных скоплений металлов, называемых месторождениями.

В период текущей деятельности по добыче полезных ископаемых производителей металлов подстерегает еще одно негативное последствие их деятельности, являющиеся по сути объективным и учитываемым. Речь идет о потерях и разубоживании, которые при применяемых технологических схемах добычи возникают вследствие применения буровзрывных работ. Безопасность горных работ, зависящая в первую очередь от геологических и горнотехнических факторов, обеспечивается

оставлением части запасов (уже балансовых) в виде опорных и барьерных целиков, руда в которых практически теряется безвозвратно, оставаясь в недрах навсегда. Разубоживание в свою очередь также является последствием невозможности добывать руду чистую без примешивания пустой породы, которая не входит в объем ранее подсчитанных балансовых запасов.

Металл в руде теряется также из-за невозможности извлечь весь его объем из выданной для обогащения рудной массы на обогатительной фабрике. При этом улучшение показателей извлечения требует значительных дополнительных, зачастую некупаемых, затрат на улучшение показателей обогатимости.

И, наконец, экономические показатели эффективности получения конечного товарного продукта в виде концентрата металлов, зависят от трудоемкости и себестоимости технологических процессов, начиная от подготовки месторождения и добычи руды из него и кончая складированием на поверхности отвалов пустых пород, отсортированных забалансовых руд, уложенных в хвостохранилища хвостов.

Опираясь на практические показатели производственной деятельности, можно констатировать следующие пределы окончательных и временных потерь запасов металлов, определенных после окончания геологоразведочных работ:

1) создание принципиально новых физико-технических геотехнологий и минералургии позволит добыть дополнительно из месторождений нового типа природного и техногенного происхождения запасы, приведенные в табл. 1 и 2 и рис. 1;

2) эти же технологические решения создают практическую возможность за счет снижения потерь при добыче увеличить «полезную сырьевую базу» на 5-40%, равную фактическим потерям, зависящим от ныне применяемых технологий [8, 9, 10];

3) снижение разубоживания или полное исключение его составляет 5-100% и выше, что снизит себестоимость добычи и переработки за счет уменьшения на те же 5-100% и выше затраты и повысит извлечение при переработке на 3-50%, т.е. увеличит количество извлекаемого металла [8, 9, 10];

4) последующая возможность и логиче-

ская необходимость объединения некоторых вариантов новых геотехнологий с минералургией в единый производственный процесс со снижением капитальных и эксплуатационных затрат [11, 12];

5) создание для каждого конкретного

месторождения традиционного типа преемственного обоснования по полному текущему циклу освоения недр (в первую очередь при применении физико-технических геотехнологий) с переработкой на поверхности отвалов и хвостов обогащения [11, 12];

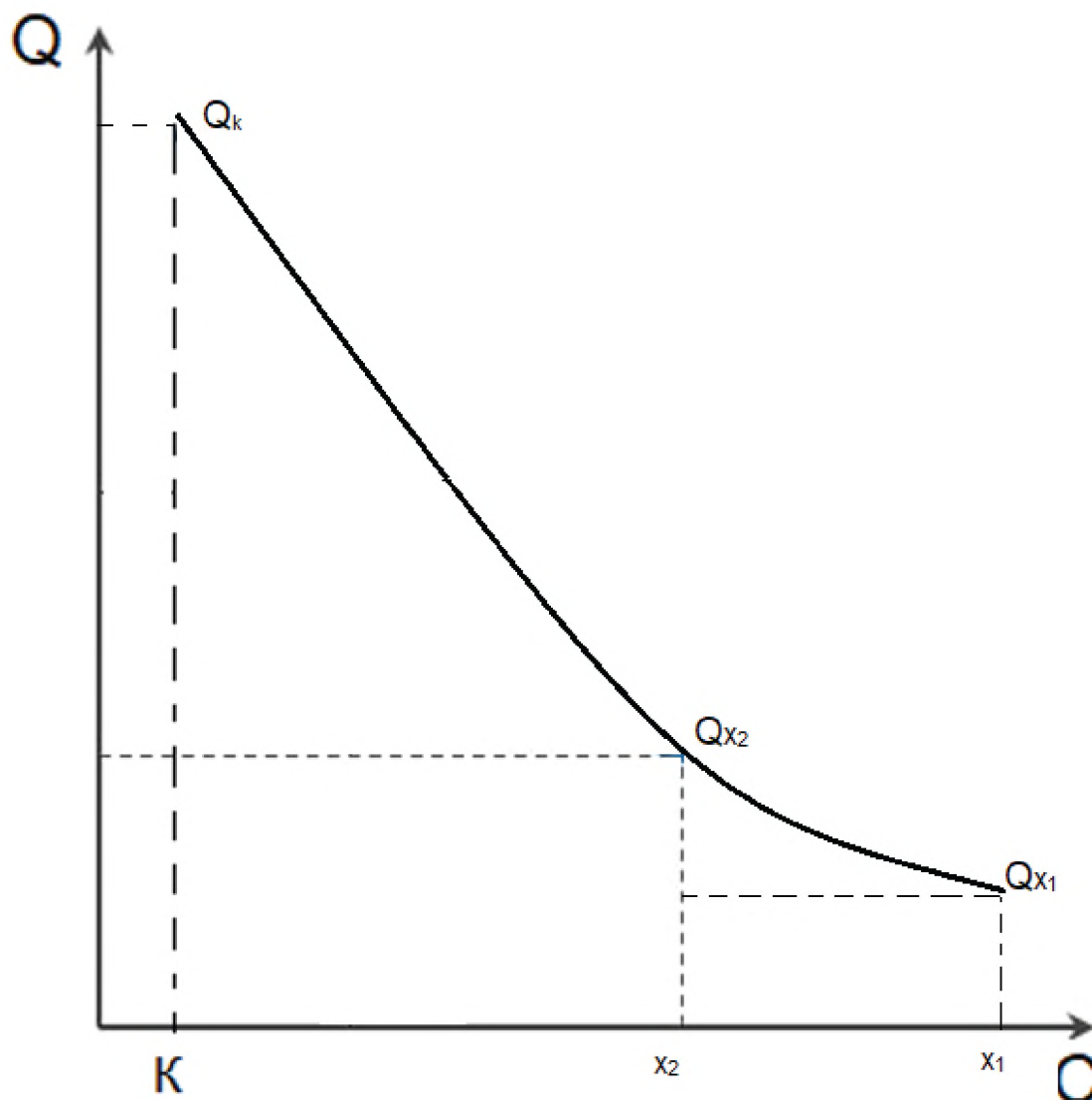


Рисунок 1 - Зависимость количества металлов в континентальной земной коре от кларка химического элемента и минимального промышленного содержания:

K – кларк химического элемента, %;

x_1 – минимальное промышленное содержание на момент подготовки нового технико-экономического обоснования (ТЭО), %;

x_2 – минимальное промышленное содержание, принимаемое по новому ТЭО, %;

Q_k – количество металла с содержанием, равным кларку, млн. тонн;

Q_{x1} – количество металла с минимальным промышленным содержанием по действующему ТЭО, млн. тонн;

Q_{x2} – количество металла с минимальным промышленным содержанием по новому ТЭО, млн. тонн;

$(Q_{x2} - Q_{x1})$ – прирост количества металла, экономически эффективного и технологически возможного для добычи из недр на основе нового ТЭО, млн. тонн.

Таблица 1 - Накопление химических элементов в зависимости от их кларков (автор А.П. Виноградов), сопоставление его с подтвержденными статистически запасами и с количеством по кларку в континентальной части земной коры

№№ п/п	Химический элемент	Кларк К, %		Суммарные мировые запасы химических эле- ментов, млн. тонн		Минималь- ное промыш- ленное со- держание С, % (принято Л.Н. Овчин- никовым)	Коэффици- ент концен- трации КК = С/К ₁	Суммарное количество хими- ческих элементов в континен- тальной части земной коры, рассчитанное авторами, млрд. тонн, на глубину Н _{а.тв} = 5 км	
		По А.П. Виноградо- ву, К ₁	По сред- ним зна- чениям других ав- торов, К ₂	Q ₁ по кларкам А.П. Ви- ноградова	Q ₂ подтверж- денные по статистике за 2018-2020 гг.			Полное ко- личество по кларку	30% от количе- ства по мини- мальному про- мышленному со- держанию Л.Н. Овчинникова
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сидерофильно-халькофильная группа									
1	Железо (Fe)	4,65	5,33	3,75?	0,84?	22:0	4,73	90,675?	5,75?
2	Титан (Ti)	0,45	0,53	4,86?	9,40?	7,0	16	8,775?	164,5?
3	Марганец (Mn)	0,10	0,09	7,52?	5,2?	5,0	50	1,950?	11,7?
4	Барий (Ba)	6,5?	4,7?	1,1?	3,00?	9,0	138	1,267?	2,755?
5	Сера (S)	3,7?	3,3?	2,1?	-	7,0	189	721,5?	1,145?
6	Ванадий (V)	9,1?	1,2?	22,0	-	0,7	77	177,45?	0,69?
7	Хром (Cr)	8,3?	9,3?	1,36910 ³	1,6?	7,0	843	161,85?	57,6
8	Цинк (Zn)	8,3?	6,8?	2,0110 ²	2,62?	0,7	84	161,85?	578
9	Никель (Ni)	5,8?	7,0?	54,4	75,9	0:1	17	114,1?	1,99610 ³
10	Медь (Cu)	4,7?	5,3?	3,4210 ²	8,3?	0,2	43	91,65?	0,639?
11	Кобальт (Co)	1,8?	2,3?	3,24	7,5	2,0?	11	35?	0,95?
12	Свинец (Pb)	1,6?	1,3?	1,0710 ²	1,17?	0,3	188	31,2?	0,05?
13	Олово (Sn)	2,5?	2,3?	17,0	5,5	0,1	400	4,875?	3,656
14	Молибден (Mo)	1,1?	1,2?	5,46	15,0	5,0?	46	2,145?	13,99
15	Сурьма (Sb)	5,0?	3,0?	2,1	1,5	0,2	4000	975	0,073
16	Висмут (Bi)	9,0?	1,9?	2,5?	-	1,0?	111	175,5	0,474

17	Ртуть (Hg)	8,3?	7,2?	0,8	-	5,0?	6024	161,85	0,008
18	Серебро (Ag)	7,0?	7,3?	0,46	0,84	1,6?	228	136,5	0,179
19	Палладий (Pd)	1,3?	9,0?	8,0?	0,076	2,0?	194	25,39	0,0495
20	Платина (Pt)	7,0?	5,7?	8,0?		2,0?	585	13,69	0,0144
21	Золото (Au)	4,3?	3,5?	0,14	0,058	1,0?	233	8,385	0,0108
22	Рений (Re)	7,0?	8,0?	4,0?	-	5,0?	714	1,365	0,00057
Литофильная группа									
23	Алюминий (Al)	8,05	8,07	8,14?	14,7?	17,0	2	15,697?	2,35?
24	Калий (K)	2,5	2,13	5,5?	6,56?	2,5	1	4,875?	1,46?
25	Фосфор (P)	9,3?	0,1	6,7?	11,13?	1,3	14,0	18,135?	38,86?
26	Фтор (F)	6,6?	6,4?	1,12610 ²	1,09?	6,9	105	259,65?	0,742?
27	Циркон (Zr)	1,7?	1,6?	32,0	-	2,0	118	33,15?	84,2
28	Литий (Li)	3,2?	2,5?	8,25	18,79	0,33	103	62,4?	0,18210 ³
29	Ниобий (Nb)	2,0?	2,1?	19,82	4,3	0,14	70	39,0?	0,16710 ³
30	Торий (Th)	1,3?	1,0?	1,12	-	0,09	69	25,3?	0,11010 ³
31	Бор (B)	1,2?	9,0?	54,0	-	0,16	133	23,4?	0,05310 ³
32	Бериллий (Be)	3,8?	2,0?	0,243	-	7,0?	18	7,41?	0,1235?
33	Цезий (Cs)	3,8?	4,3?	0,230	-	0,1	270	7,41?	8,23
34	Тантал (Ta)	2,5?	2,2?	0,52	1,5?	6,5?	32	4,875?	45,7
35	Уран (U)	2,5?	2,6?	2,65	7,33	2,0?	80	4,875?	18,28
36	Германий (Ge)	1,4?	1,4?	0,1	-	1,0?	7	2,73?	95,5
37	Вольфрам (W)	1,3?	1,4?	1,36	3,3	6,0?	444	2,535?	1,713
38	Гафний (Hf)	1,0?	2,4?	0,318	-	3,0?	300	1,95?	1,95
39	Индий (In)	2,5?	4,7?	1,4?	-	1,0?	40	487,5	3,656

Таблица 2 - Обеспеченность человечества важнейшими востребованными полезными ископаемыми (по оценке авторов представляемого)

№№ п/п	Химический элемент	Предполагаемое количество химических элементов в континентальной части земной коры на глубину $H_{\text{АТВ}} = 5$ км (30% от количества по минимальному промышленному содержанию, принятому акад. Л.Н. Овчинниковым), млрд. тонн	Прогнозируемая добыча на 2050 г. из недр с учетом всех видов потерь до получения готового товарного продукта, млн. тонн	Обеспеченность предполагаемым количеством химических элементов в континентальной части земной коры, лет
1	Железо (Fe)	5,75?	10?	575000
2	Титан (Ti)	164,5?	20	8,225?
3	Марганец (Mn)	11,7?	40	292500
4	Барий (Ba)	2,755?	-	-
5	Сера (S)	1,145?	-	-
6	Ванадий (V)	0,69?	-	-
7	Хром (Cr)	57,6	70	823
8	Цинк (Zn)	578	40	14450
9	Никель (Ni)	1,996?	10	499600
10	Медь (Cu)	0,639?	90	7100
11	Кобальт (Co)	0,95?	0,5	1,9?
12	Свинец (Pb)	0,05?	12	4167
13	Олово (Sn)	3,656	2	1828
14	Молибден (Mo)	13,99	0,6	23317
15	Сурьма (Sb)	0,073	0,4	182,5
16	Висмут (Bi)	0,474	-	-
17	Ртуть (Hg)	0,008	-	-
18	Серебро (Ag)	0,179	0,06	2983
19	Палладий (Pd)	0,0495	0,00045	110000
20	Платина (Pt)	0,0144	0,0006	24000
21	Золото (Au)	0,0108	0,006	1800
22	Рений (Re)	0,00057	0,01	57
23	Алюминий (Al)	2,35?	0,250	94?

24	Калий (K)	1,46?	1	14,6?
25	Фосфор (P)	38,86?	0,3	129000
26	Фтор (F)	0,742?	0,02	37100
27	Цирконий (Zr)	84,2	-	-
28	Литий (Li)	0,182?	0,1	1,82?
29	Ниобий (Nb)	0,167?	-	-
30	Торий (Th)	0,11?	-	-
31	Бор (B)	0,053?	-	-
32	Бериллий (Be)	0,1235?	-	-
33	Цезий (Cs)	8,23	-	-
34	Тантал (Ta)	45,7	-	-
35	Уран (U)	18,28	0,1	182800
36	Германий (Ge)	95,5	-	-
37	Вольфрам (W)	1,713	0,5	3426
38	Гафний (Hf)	1,95	-	-
39	Индий (In)	3,656	-	-

1. Из таблицы 2 видно, что, используя закономерность распределения металлов по прямой пропорциональности, которая определяется степенью распространенности (кларком) каждого из них в земной коре, можно определить новое направление развития горнометаллургической отрасли.

2. Из столбца 3 видно, что минимальное промышленное содержание и обеспеченность сырьевой базой металлов взаимосвязаны в прямой пропорциональности.

6) реализация в соответствии с предлагаемой объединенной технологической классификацией циркулярной экономики с максимально экономически и технологически возможным кратным возвратом металлического сырья, однажды уже произведенного, к начальному состоянию (рис. 2) технологического решения позволит увеличить сроки эксплуатации месторождений как традиционно, так и нового типа в несколько раз;

7) одним из самых серьезных достиже-

ний в области рационального использования металлического сырья при добыче руды из недр явится размывание границ «бортового содержания» и «забалансовых запасов» в сторону резкого уменьшения их пресектных экономически эффективных значений с внедрением новых физико-технических и физико-химических геотехнологий и минералургии. Они становятся реальностью вследствие снижения себестоимости и увеличения полноты извлечения как ожидаемого результата производственной деятельности на основе разработанных технологий.

Выполненная работа решает важнейшую задачу расширенного воспроизводства невозобновляемых в историческом масштабе времени ресурсов металлов и обеспечения мировой цивилизации неисчерпаемыми их запасами. Идея и сущность работы, не имея аналогов в мировой науке, является научным Открытием, создающим условия существования цивилизации ее материальными потребностями.

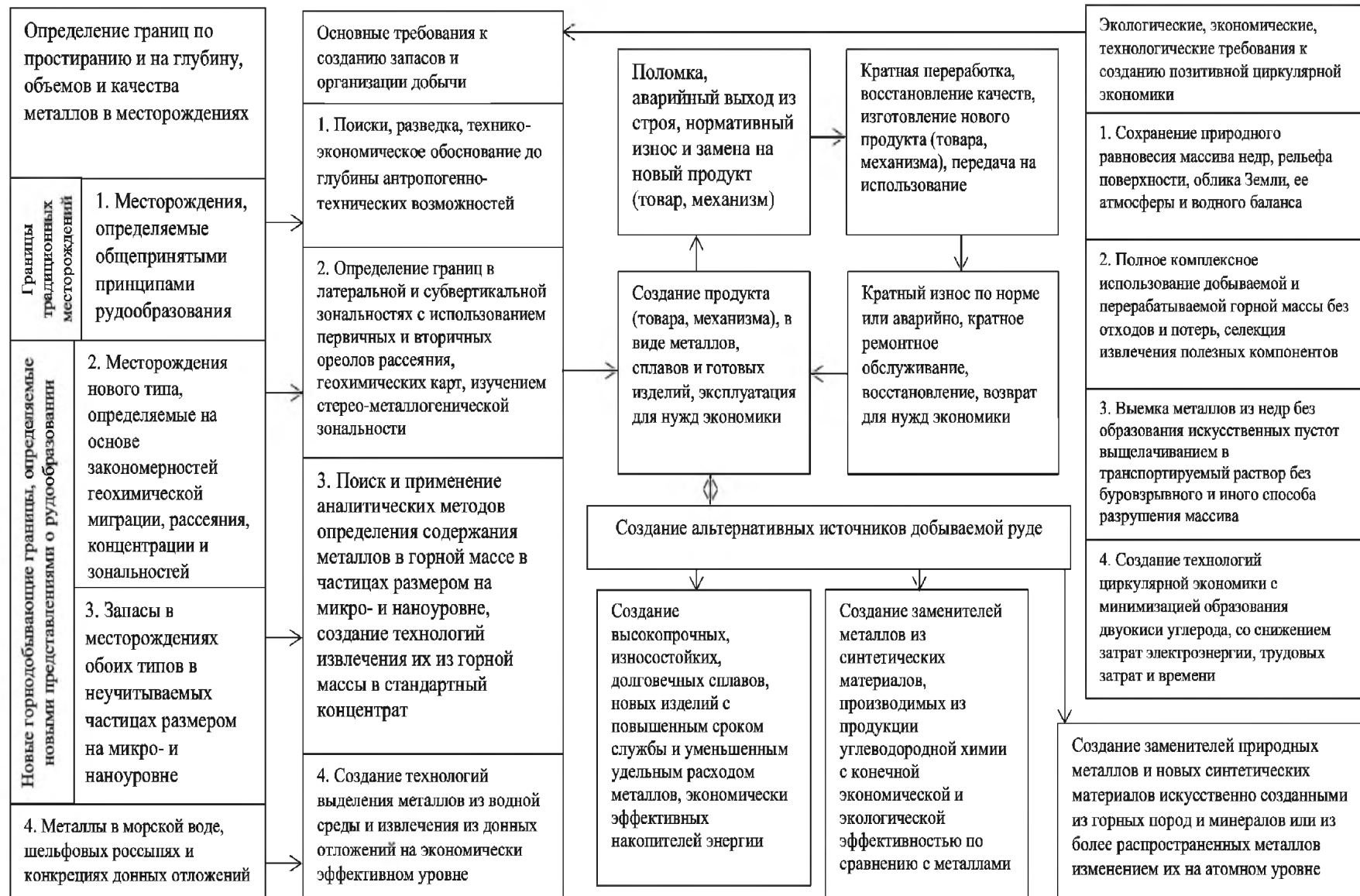


Рисунок 2 - Совмещенная технологическая классификация циркулярной экономики металлов

Обсуждение результатов. Прямого сопоставления сущности представляемой работы, объединяющей возможность и необходимость плодотворного использования природных геохимических закономерностей и входящих в состав массива недр микро- и наноразмерных частиц металлов, пространственно и конструктивно оформленных геотехнологических решений изъятия металлов из недр в виде руды или выщелоченного металла, технологии полного текущего освоения недр и использование возможностей циркулярной экономики невозможно провести в комплексном виде всех направлений освоения недр и получения металлического продукта, изъятых из них.

Как уже сказано выше, наличие микро- и наноразмерных частиц металлов, которые до сих пор никем не обнаруживались как неучитываемый резерв ресурса металлов в недрах, доказано казахстанскими учеными из Института геологических наук имени К.И. Сатпаева. В нашей работе это направление качественного освоения недр предложено включить в общую программу формирования новой сырьевой базы.

Создание технологий и проектного обоснования полного текущего освоения недр впервые было высказано акад. Агошковым М.И. и принято к практической научно подтвержденной реализации в ИПКОН РАН (К.Н. Трубецкой, Д.Р. Каплунов, Ю.П. Галченко, М.В. Рыльникова) [13].

Вытекающие из геологической информации и статистики состояния мировой сырьевой базы в сравнении с перспективами развития рынка металлов негативные ожидания учеными-аналитиками рассматривались, изучались и анализировались, но практические предложения отсутствуют до сих пор.

В частности, наиболее близко к практической стороне решения проблемы расширенного воссоздания сырьевой базы металлов подошла Специальная Комиссия Научного Совета Российской академии наук по проблемам горных наук. Ведущие ученые России во главе с выдающимся горным инженером современности акад. К.Н. Трубецким были вынуждены признать: «... Известно, что масштабы, а также интенсивность освоения недр возрастают, но расширяются ли в связи с этим наши знания о возможностях, которые могут представить недра для человека, и граничных для

этого условиях? Несомненно, расширяются, но далеко не в требуемой степени» [14]. Как видно, проблема обозначена четко, но конкретное решение не предложено. Необходимо отметить, что К.Н. Трубецкой в своем труде [14] развил данное представление, вводя понятия «ресурсовоспроизводящие функции горного производства» и «ресурсовоспроизводящие геотехнологии». На основе их в принципы комплексного освоения недр были разработаны и включены процессы создания новых ресурсов недр, в том числе путем перевода потенциальных, т.е. не полностью выявленных и оцененных, в реальные. Как при этом сказано: «Для этого необходимо изменение условий залегания минеральных образований, их качества, а также параметров, сроков формирования и состояния выработанного пространства». Мысль закончена формулировкой «есть основания предположить, что ... этап развития комплексного освоения недр будет отличаться от предыдущих включением в состав ресурсов недр нового по содержанию экологического ресурса».

Приведенное представление о дальнейшем развитии комплексного освоения недр в нашей работе получает свое научно-практическое обоснование в разработанных для реализации направлениях формирования сырьевой базы металлов нового типа.

Исследования, проведенные еще в далеком 1972 г. Массачусетским технологическим институтом во главе с проф. Джерри Фостером (газета «Время» за 26.8.2021 г. на стр. 48 и газета «Комсомольская правда» за 15.09.2021 г. на стр. 24), состоящие из 12 сценариев развития человеческого общества, показали остановку промышленного роста к середине XXI века из-за нехватки невозобновляемых ресурсов. Актуальность этих выводов была проверена группой во главе с руководителем отдела аудиторской компании KPMG Гайей Херрингтон в 2021 г. (журнал «Yale Journal of Industrial Ecology»), которая подтвердила, что «необходимы срочные изменения по созданию основ для мира, ресурсов минерального сырья которого будет достаточно для всех».

Как видно, проблема опять была обозначена верно, но конкретно опять ничего не предложено. Мы, в свою очередь, считаем, что создание научного направления по комплексному формированию месторождений ново-

го типа, предложенного в данной статье, по своей приоритетности, научно-практической значимости, доказуемой абсолютной новизной сущности, обоснованности на действующих в природе, но неиспользуемых до сих пор геохимических закономерностях и практической исполнимости с точки зрения экономичности, технологичности, безопасности и экологичности является Научным Открытием.

Геотехнологии, предлагаемые в работе, являются принципиально новыми, в то же время классифицируемые по своим основным признакам исполнения на подземных горных работах как составная часть технологических схем и систем разработки, применяемых в настоящее время.

Исходя из сказанного, сопоставление с отечественными и мировыми аналогами невозможно из-за их отсутствия.

Дискуссионные моменты у возможных оппонентов могут быть, и такая обстановка вполне объяснима, во-первых, в то же время мы готовы к таким дискуссиям и считаем их возможными и нужными, во-вторых.

Выводы.

1) Выяснено и предложено считать, что месторождения нового типа, которые человечество должно определять в континентальной земной коре в связи с полным исчерпанием их запасов в традиционных месторождениях полезных ископаемых в соответствии с общепринятой ныне трактовкой, будут слагаться определением объектов недропользования из практического использования закономерности зависимостей накоплений химических элементов природного и техногенного характера.

При этом предел содержаний химических элементов в горной массе минерального сырья, учитываемой как запасы нового типа, будет определяться технико-экономическими расчетами конечной совокупной эффективности затрат на поиски, определение количественно-качественных характеристик, добычи и переработки.

2) Расчёты новых запасов, выявляемых в континентальной земной коре, формирующихся под объективным воздействием известных и действующих в неживой природе геохимических закономерностей, показывают на наличие скоплений химических элементов, обеспечивающих их неисчерпаемость на протяжении

тысячелетий. Расчёты основаны на величинах кларков и минимальных промышленных содержаний. В свою очередь, минимальные промышленные содержания имеют тенденцию к постоянному снижению в соответствии с развитием науки и технологий.

3) Указанные величины запасов будут увеличены на пока не поддающиеся расчету количество металлов, содержащихся в микро – и наноразмерных частицах, неучитываемых в настоящее время. Необходимо разработать аналитические возможности их определения, обнаружить закономерности их образования и местонахождения и создать технологии их передачи в добываемый объём. Такой технологией в первую очередь является физико-химический способ. Следует разобраться с влиянием микро – и наноразмерных частиц на величину кларков химических элементов.

4) Важным направлением расширенного воспроизводства невозобновляемых ресурсов металлов в недрах является создание физико-технических геотехнологий комбинированной разработки открыто-подземным и подземно-подземным способами и их вариантов с развитием подземных горных работ восходящим способом с применением системы разработки горизонтальными слоями с твердеющей закладкой.

5) Таким же по экономической значимости и безопасности направлением является создание физико-химических геотехнологий с выемкой выщелачиванием металлов из рудного массива недр в раствор и сохранением природного равновесия рудного массива.

Предлагаемые физико-технические и физико-химические геотехнологии обеспечат увеличение - «полезную» сырьевую базу металлов - на величину возвращаемых из потерь количества металлов.

6. Единый совмещенный производственный процесс геотехнологий и минералургии создаёт следующие возможности кардинального улучшения технико-экономических результатов разработки месторождений традиционных и нового типа.

7. Необходимо повсеместное превентивное проектное решение применения горнотехнических систем с полным текущим циклом освоения рудных месторождений.

8. Реализация в соответствии с предлагаемой объединенной технологической клас-

сификацией циркулярной экономики горно-металлургической отрасли в традиционных и новых горнодобывающих границах увеличит запасы уже готовых к употреблению (без добычи и переработки) металлов при многократном возврате металлического сырья к начальному состоянию в цикле машиностроения в несколько раз. Циркулярная экономика позволит устранить из учёта все затраты на добычу и обогащительный передел, на объём возвращаемых в оборот металлов.

9. Заявка основанной на на признание научной работы, применении действующих в неживой природе геохимических закономерностей и объективных законов физико-химических и физико-технических явлений и свойств неживой материи, Научным Открытием создаёт реальные возможности и решает

важнейшую задачу постоянного расширенного воспроизводства невозобновляемых в историческом масштабе времени ресурсов металлов и обеспечения мировой цивилизации неисчерпаемыми их запасами.

10. Учитывая абсолютную новизну, актуальность исследований и необходимость конкретной практической детализации технологического и конструктивного оформления в соответствии с природным многообразием решений самой насущной базовой проблемы обеспечения материальных потребностей мировой цивилизации, работа должна быть продолжена.

Источник финансирования исследований. Данные исследования проведены благодаря гранту № AP14871011 Комитета науки Министерства наук и высшего образования Республики Казахстан.

Список литературы

1. В.И. Смирнов «Геология полезных ископаемых. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1982, - 669 с.
2. Овчинников Л.Н. Образование рудных месторождений. – М.: Недра, 1988. – С. 17-39.
3. Перельман А.И. Геохимия: Учеб. для геол. спец. вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1989 – С. 338-354.
4. Овчинников Л.Н. Прикладная геохимия. – М.: Недра, 1990. – С. 39-43.
5. Ферсман А.Е. Избранные труды. Т. 1-5. – М.: Изд. АН СССР, 1952-1959. – С.7.
6. Агошков М.И. Развитие идей и практики комплексного освоения недр. – М.: ИПКОН АН СССР, 1982. – 324 с.
7. Горное дело: Терминологический словарь / Под научной редакцией акад. РАН К.Н. Трубецкого, чл.-корр. РАН Д.Р. Каплунова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство «Горная книга», 2016. – С. 41 и С. 268.
8. Битимбаев М.Ж. Технологическое обеспечение эффективного и комплексного развития добычи и обогащительного передела полезных ископаемых в XXI веке (проблемы, перспективы, приоритеты): Монография. – Алматы, 2020. – 160 с.
9. M.Zh. Bitimbayev, Y.S. Oryngozhin, N.A. Miletenko, Zh.N. Alisheva. An innovative way of underground mining, 2022, №1 (37), Pp. 38-40.
10. M.Zh. Bitimbayev, K.B. Rysbekov, D.K. Akhmetkanov, N.A. Miletenko. Improvement and systematization of principles and process flows in Mineral Mining in the Republic of Kazakhstan. – М.: Ore and Metals "Publishing house "Eurasian Mining", 2022, №1(37), 2022. Pp. 41-45.
11. Битимбаев М.Ж., Кунаев М.С., Париллов Ю.С. Роль и значение кларков химических элементов в расширенном воспроизводстве запасов минеральных ресурсов // Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр. Под редакцией акад. РАН К.Н. Трубецкого. – М.: ИПКОН РАН. – 2022. – С. 21-24.
12. Битимбаев М.Ж., Юсупов Х.А., Абен Е.Х., Алишева Ж.Н., Джумабаев Е.И. Инновационные технологические схемы комбинированных геотехнологий // Проблемы и перспективы комплексного освоения и сохранения земных недр. Под редакцией акад. РАН К.Н. Трубецкого. – М.: ИПКОН РАН. – 2022. – С. 12-16.
13. Д.Р. Каплунов, М.В. Рыльникова. Принципы проектирования и реализации горнотехнических систем с полным циклом освоения рудных месторождений // Проблемы проектирования технологии подземной и комбинированной разработки рудных месторождений. – М.: ИПКОН РАН, ГИАБ. – 2013. – С. 3-11.

14. К.Н. Трубецкой, Ю.Н. Малышев, Л.А. Паучков, Н.Н. Чаплыгин, Е.П. Максимова и др. Горные науки. Освоение и сохранение недр Земли. – М.: Издательство Академии горных наук. – 1997. – С. 6, 62-66, 196-213, 284-348.

15. К.Н. Трубецкой, Ю.П. Галченко. Основы горного дела: Учебник. – М.: Академический проект, 2010. – С.5-26.

Битимбаев М. Ж., Кунаев М. С., Юсупов Х. А., Алишева Ж. Н. ЖАҢА ҮЛГІДЕГІ КЕН ОРЫНДАРЫН ҚҰРАТЫН, ҚАЗІР ЕСКЕРІЛМЕЙТІН МЕТАЛДАРДЫҢ ШИКІЗАТ БАЗАСЫН ТАБИҒИ ЖӘНЕ ТЕХНОГЕНДІК ҚАЛЫПТАСТЫРУ.

Түйіндеме. Кен- геологиялық процестердің және олармен бірге жүретін геохимиялық заңдылықтардың әсерінен туындаған табиғи немесе минерал түзуші түрдегі химиялық элементтердің табиғи шегіндісі, онда кейбір химиялық элементтердің концентрациясы белгілі бір қалпына келтіру кезеңінде рентабельді болу үшін жеткілікті мөлшерге жетеді.

Рентабельді өндіруді қамтамасыз ететін өндірістік процестің өзі геологиялық барлау жұмыстарынан кейін жобалау және кейіннен өндіру, байыту және металлургиялық қайта бөлу кезеңінен басталады.

Ғылым дәлелдеді және статистика метал түріне байланысты 30-150 жыл ішінде континентальды жер қыртысында 5 км тереңдікке дейін қорлардың күтілетін толық сарқылуын растады.

Геотехнологиялар мен минералогияның бірлескен процестерін, жер қойнауын игерудің толық ағымдағы циклін және айналмалы экономиканы қолдану негізінде табиғи және техногендік шығу тегі жаңа типтегі тарихи уақыт ауқымында сарқылмайтын кен орындарын құру бойынша әлемде теңдесі жоқ ғылыми негізделген және іс жүзінде мүмкін технологиялық шешімдер ұсынылды.

Түйінді сөздер: кен түзілуі, геохимиялық заңдылықтар, геотехнология, минералогия, жер қойнауын игеру, циркулярлық экономика.

Marat Bitimbaev, Mirgali Kunayev, Khali Yusupov, Zhanat Alisheva. NATURAL AND ANTHROPOGENIC FORMATION OF CURRENTLY UNACCOUNTED RAW MATERIAL BASE OF METALS, CREATING DEPOSITS OF A NEW TYPE

Annotation. Ore - natural deposition of chemical elements in the native or mineral-forming form, caused by the action of geological processes and their accompanying geochemical regularities, in which the concentration of some chemical elements reaches a value sufficient for cost-effective extraction in a given period.

The production process itself, which ensures profitable extraction, begins after geological exploration from the stage of design and subsequent extraction, enrichment and metallurgical processing.

Science has proved and statistics have confirmed the expected complete depletion of reserves in the continental earth crust to a depth of 5 km within 30-150 years depending on the type of metal.

Scientifically substantiated and practically possible technological solutions, which have no analogues in the world, are proposed for the creation of historically inexhaustible deposits of a new type of natural and technogenic origin based on the use of combined processes of geotechnology and minerallurgy, a full current cycle of subsoil development and a circular economy.

Key words: ore formation, geochemical regularities, geotechnologies, minerallurgy, subsoil development, circular economy.

Сведения об авторах

1. **Битимбаев Марат Жакупович**, горный инженер, доктор технических наук, профессор, академик Национальной инженерной академии Республики Казахстан; академик Международной инженерной академии, академик Академии минеральных ресурсов Республики Казахстан (Республики Казахстан), главный редактор «Горного журнала Казахстана», mbitimbayev@mail.ru, +7 701 744 9508;

2. **Кунаев Миргали Сапарғалиевич**, инженер-геофизик, доктор геолого-минералогических наук, академик Российской академии естественных наук (Республика Казахстан), Председатель Совета Директоров Американской компании «CaspianServicesInc.», k.mirgali@gmail.com;

3. **Юсупов Хали Абенович**, доктор технических наук, член-корреспондент НАН РК, профессор Satbayev University, yusupov_kh@mail.ru, +7 705 313 3550;

4. **Алишева Жанат Нуркуатовна**, PhD, и.о. доцента, Казахский Национальный Университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан, zhannat_86.2007@mail.ru, +7 777 3838986.