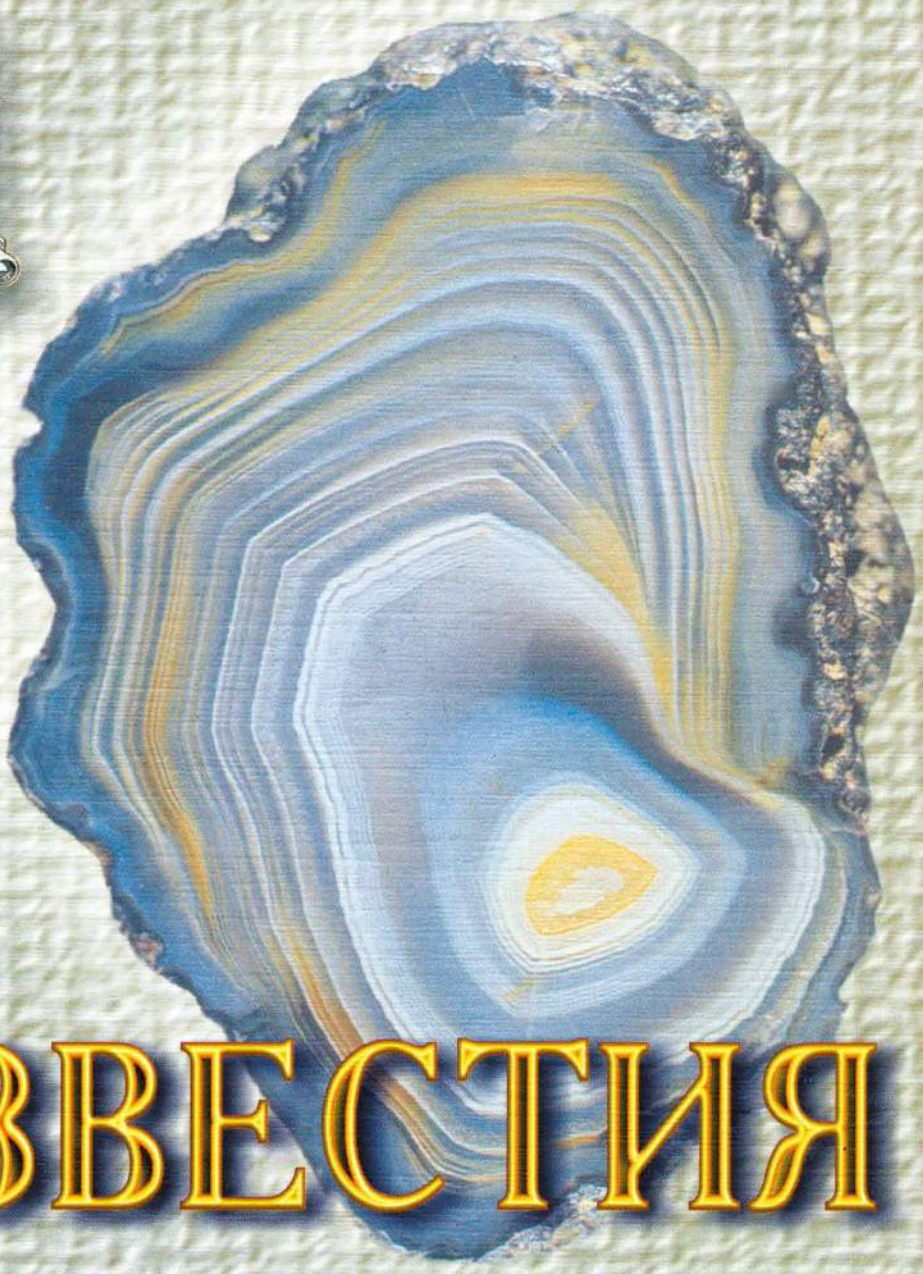
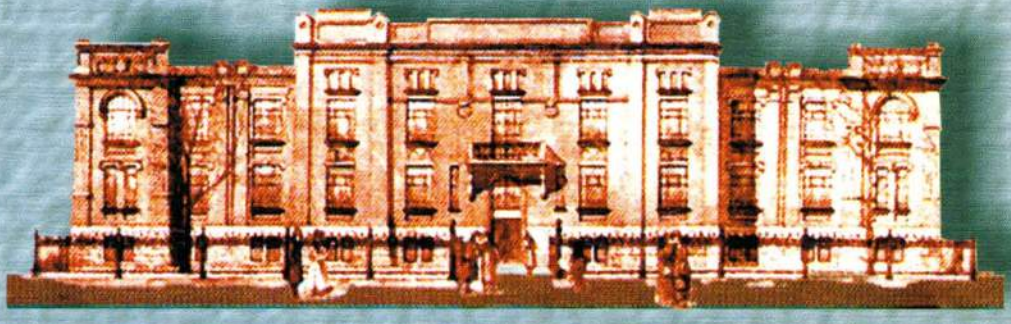
ISSN 2307-2091



ИЗВЕСТИЯ

Уральского государственного горного университета



Выпуск 2 (38), 2015

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный горный университет»

ИЗВЕСТИЯ

Уральского государственного горного университета

Научно-технический журнал

Издается с 1918 г.

Выпуск 2(38)

2015

ISSN 2307-2091 Выходит 4 раза в год

Редакционная коллегия

КОСАРЕВ Николай Петрович (главный редактор) – д-р техн. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
ГРЯЗНОВ Олег Николаевич (зам. главного редактора) – д-р геол.-минерал. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
ПОЛЕНОВ Юрий Алексеевич (ученый секретарь) – д-р геол.-минерал. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
АМДУР Алексей Миронович – д-р техн. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
БАРАННИКОВ Александр Григорьевич – д-р геол.-минерал. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
БОЯРСКИХ Геннадий Алексеевич – д-р техн. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
ВАЛИЕВ Нияз Гадым-оглы – д-р техн. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
ВЕРШКОВ Александр Федорович – д-р экон. наук,
департамент геологии АО «Волковгеология», г. Алматы, Казахстан
ГОРДЕЕВ Виктор Александрович – д-р техн. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
ГРЕВЦЕВ Николай Васильевич – д-р техн. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
ЗОТОВ Алексей Николаевич – д-р техн. наук, проф.,
Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа
ИГНАТЬЕВА Маргарита Николаевна – д-р экон. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
КОЖУШКО Герман Георгиевич – д-р техн. наук, проф.,
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург
КОРНИЛКОВ Сергей Викторович – д-р техн. наук, проф.,
Институт горного дела УрО РАН, г. Екатеринбург
КОРОТЕЕВ Виктор Алексеевич – академик РАН, д-р геол.-минерал. наук, проф.,
Институт геологии и геохимии им. А. Н. Заварицкого УрО РАН, г. Екатеринбург
ПОТАПОВ Валентин Яковлевич – д-р техн. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
ТИМУХИН Сергей Андреевич – д-р техн. наук, проф.,
Уральский государственный горный университет, г. Екатеринбург
ХАЛЬФИН Марат Нурмухамедович – д-р техн. наук, проф.,
Южно-Российский государственный технический университет, г. Новочеркасск

Редакция журнала

Главный редактор Косарев Н. П.
Зам. главного редактора Грязнов О. Н.
Ответственный секретарь Шорина Э. В.

Отевтственные редакторы по разделам

Науки о Земле: Баранников А. Г.
Технические науки: Тимухин С. А.
Экономические науки: Игнатьева М. Н.
История университета, юбилейные даты: Поленов Ю. А.

СОДЕРЖАНИЕ

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Поленов Ю. А.
Кварцево-жильные образования метаморфогенного генезиса Уфалейского гнейсо-амфиболитового комплекса (Южный Урал) 5

Алексеев В. П., Бабенко В. В., Бондарев В. И., Грязнов О. Н., Душин В. А., Огородников В. Н., Писецкий В. Б., Суставов С. Г., Талалай А. Г., Фролов С. Г.
Вклад Уральского государственного горного университета в создание миерально-сырьевой базы России и стран СНГ 12

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Сандригайло И. Н., Арефьев С. А., Мойсиев Х. С., Глебов И. А., Шлохин Д. А.
Анализ эффективности применения шарнирно-сочлененных автосамосвалов при разработке месторождений с малыми запасами 23

Угольников А. В.
Оптимизация гидравлических мощностей водосборных емкостей шахтных водоотливных комплексов 28

СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Коротеев Н. Д.
К вопросу об оценке опасности отходов производства 32

Пустохина Н. Г., Валиев В. Н.
Концепция устойчивого развития: основные положения..... 37

Валиев В. Н., Косолапов О. В.
Ресурсосберегающий аспект устойчивого развития 42

ИСТОРИЯ УНИВЕРСИТЕТА

К истории Свердловского горного института *(окончание)* **..... 47**

Участие студентов и работников института

NATURAL SCIENCES

Polenov Yu. A., Ogorodnikov V. N., Savichev A. N.
Quartz-vein bodies of metamorphic genesis of Ufaley gneiss-amphibolite complex (South Urals)..... 5

Alekseev V. P., Babenko V. V, Bondarev V. I., Gryaznov O. N., Dushin V. A., Ogorodnikov V. N., Pisetsky V. B., Sustavov S. G., Talalay A. G., Frolov S. G.
Participation of the Ural State Mining University in the mineral resources base of Russia and CIS countries 12

TECHNICAL SCIENCES

Sandrigailo I. N., Arefiev S. A., Moisiev Kh. S., Glebov I. A., Shlohin D. A.
Analysis of efficiency of application of articulated dump trucks in mining with small inventories 23

Ugolnikov A. V.
The optimization of hydraulic capacity of catchment tanks for mine dewatering systems..... 28

SOCIAL-ECONOMIC SCIENCES AND HUMANITIES

Koroteev N. D.
On the question of risk assessment of waste production 32

Pustokhina N. G., Valiev V. N.
The sustainable development concept: main provisions 37

Valiev V. N., Kosolapov O. V.
Resource-saving aspect of sustainable development 42

DATES OF OUR UNIVERSITY

To the history of the Sverdlovsk mining institute *(ending)* **..... 47**

Participation of students and employees of the

в Великой Отечественной войне 1941–1945 ... 51

ABSTRACTS AND REFERENCES 58

ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСЯМ СТАТЕЙ, НАПРАВЛЯЕМЫМ В ЖУРНАЛ 60

Institute in Great Patriotic War 1941–1945 51

ABSTRACTS AND REFERENCES 58

REQUIREMENTS TO MANUSCRIPTS 60

Вниманию читателей

Оформить подписку на журнал на 1-е полугодие 2015 года можно во всех отделениях Почты России (подписной индекс издания в каталоге Роспечать – 25145)

УДК 553.07(470.5)

КВАРЦЕВО-ЖИЛЬНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ МЕТАМОРФОГЕННОГО ГЕНЕЗИСА УФАЛЕЙСКОГО ГНЕЙСО-АМФИБОЛИТОВОГО КОМПЛЕКСА (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Поленов Ю. А., Огородников В. Н., Савичев А. Н.

Уфалейский метаморфический комплекс на восточной окраине Восточно-Европейской платформы претерпел карельскую и гренвильскую эпохи складчатости, сопровождающиеся ареальным региональным метаморфизмом гранулитовой – амфиболитовой фации. Эти эпохи формирования геологических структур Урала сопровождались образованием кварцевых прожилков метаморфической дифференциации и жил слюдяногорского типа. Основным процессом образования кварца этих тел является перекристаллизация.

Ключевые слова: *кварц; слюдяногорский кварц; метаморфическая дифференциация; Уфалейский комплекс; Урал; перекристаллизация.*

В последнее время появилось большое количество статей и диссертаций, рассматривающих жильный кварц Кыштымского месторождения как однотипный, гранулированный, как-то упуская из виду, что на кыштымском месторождении несколько генетических типов жильного кварца, большую часть из которых нельзя называть гранулированным.

Детальные исследования [1, 2] подтвердили наличие разнозернистых разновидностей кварца и позволили найти этому онтогенические и генетические объяснения. Нами выделены кварцево-жильные образования кварца следующих типов: 1) метаморфической дифференциации; 2) слюдяногорского; 3) уфалейского; 4) кыштымского; 5) егустинского, каждый из которых имеет свой собственный генетический процесс (способ) образования.

Уфалейский метаморфический комплекс на восточной окраине Восточно-Европейской платформы претерпел карельскую и гренвильскую эпохи складчатости, сопровождающиеся ареальным региональным метаморфизмом гранулитовой – амфиболитовой фации, реликты которого сохраняются в амфиболитах и плагиогнейсах уфалейской свиты [1]. Этапы метаморфизма сопровождались процессами ультраметаморфизма с появлением палингенно-метасоматических протяжённых тел гиганто-мигматитов. В плагиогнейсах наблюдается образование кварцевых прожилков метаморфической дифференциации, сложенных мелкозернистым гранобластовым кварцем и кварцевыми жилами перекристаллизации слюдяногорского типа.

Кварцевые прожилки метаморфической дифференциации. Для пород гнейсово-мигматитового блока, претерпевших метаморфизм в условиях гранулитовой – амфиболитовой фаций (рис. 1), характерна метаморфическая полосчатость, контрастно подчеркнутая кварц-полевошпатовыми и кварцевыми прожилками метаморфической дифференциации (рис. 2).

Характерным текстурным признаком пород метаморфического комплекса является кристаллизационная сланцеватость – тонкая делимость породы, обусловленная высоким литостатическим давлением, высокой пластичностью пород и дифференциальными перемещениями отдельных пластин относительно друг друга. При этом в условиях высокого литостатического напряжения давление между пластинами в плоскостях кристаллизационной сланцеватости оказалось резко сниженным. Таким образом, дифференциальные послойные перемещения при пластических деформациях неизбежно сопровождаются появлением узколокализованных высоких

градиентов давления. Согласно принципу Э. Рикке, разница в давлении на твёрдые фазы вызывает химическую миграцию вещества из участков с повышенным давлением к участкам с пониженным давлением. Перемещение компонентов происходит путём диффузии через поровые растворы, а скорость перемещения при прочих равных условиях зависит от величины градиента давления, а также растворимости минералов и их устойчивости, поэтому переотложению подвергаются минералы с наибольшей растворимостью. Так как растворимость кремнезёма по сравнению с другими компонентами значительно выше [3, 4], то в кристаллических сланцах и гнейсосланцах метаморфического комплекса широким развитием пользуются сегрегационные прожилки кварца.

Рис. 1. Биотит-амфиболовый гнейс с крупными кристаллами граната. Карьер по отработке жилы 170, Кыштымское месторождение кварца. Размер образца – 1/2 натуральной величины

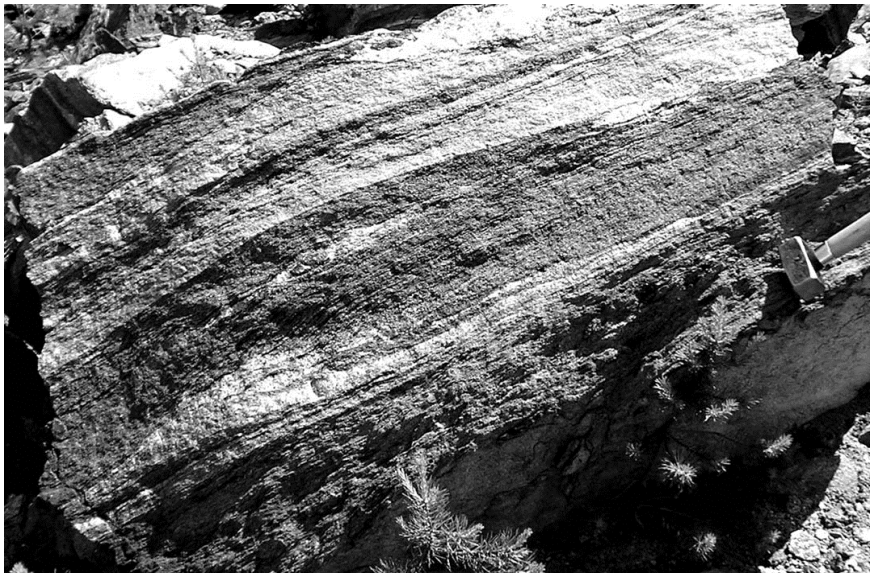


Рис. 2. Прожилки метаморфической дифференциации, смятые в изоклинальные складки во время ранней коллизии. Карьер по отработке жилы 170, Кыштымское месторождение кварца

Метаморфическая дифференциация в гнейсо-сланцах выразилась в отделении мусковита и темноцветных минералов, представленных биотитом, гранатом и ставролитом, в обособленные тонкие прослойки, а кварца с полевым шпатом – в свои плоскости. Подобное разделение минералов порой достигает значительных масштабов и приводит к образованию грубополосчатой текстуры. Значительно реже сегрегация материала приводит к образованию маломощных непротяжённых прожилков (рис. 2). Их мощность никогда не превышает 0,1 м, а длина по простиранию и по падению – 0,5–1,0 м. Такие прожилки залегают согласно со сланцеватостью и участвуют в микроскладчатости. В отдельных зонах сегрегационные прожилки несут следы интенсивной деформации в виде будинажа и дробления. Прожилки сложены мелкозернистым кварцем гранобластовой структуры, размеры зёрен которого редко в 2–3 раза превышают размеры кварца, слагающего сланцы.

В шовных зонах прожилки метаморфической дифференциации подвергаются деформации при тектонических воздействиях на метаморфические породы во время ранней коллизии и сминаются в изоклинальные складки. Такие кварцевые прожилки сложены прозрачным, грануломорфным, мелкозернистым высокотемпературным кварцем (рис. 3) (170/8).

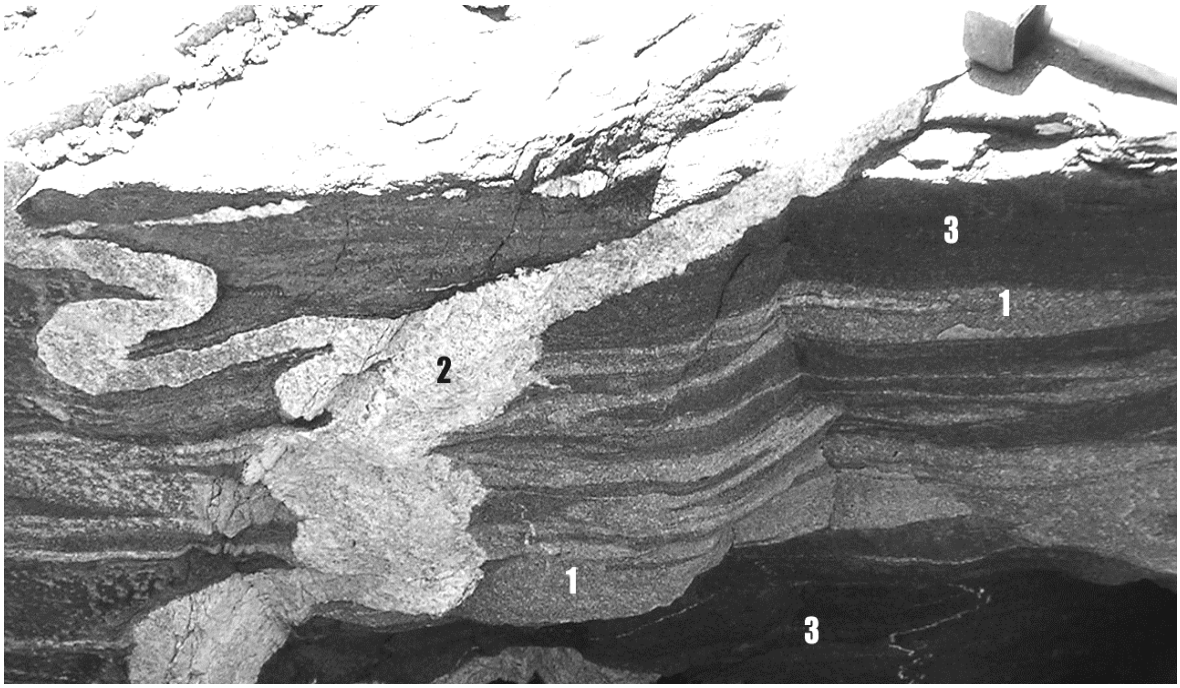


Рис. 3. Кварцевые прожилки метаморфической дифференциации (1), смятые в изоклинальные складки в биотит-амфиболовых гнейсах (3), секутся дайкой плагиогранита (2). Карьер по отработке жилы № 175, Кыштымское месторождение кварца

Раннеколлизионные дайки плагиогранитов Нижнеуфалейского комплекса секут прожилки метаморфической дифференциации и, в свою очередь, сминаются в изоклинальные складки во время поздней коллизии (рис. 3).

Процессом, приведшим к формированию кварцевых прожилков метаморфической дифференциации, является перекристаллизация первично полосчатых осадочных горных пород, послойно обогащённых кварцем и глинистым минералом, и метаморфическая дифференциация относительно однородных глинисто-кварцевых пелитов.

Зоны кварцевых прожилков метаморфической дифференциации являются благоприятными участками для образования жиловмещающих трещин и развития более поздних процессов гидротермальных переработок вмещающих пород.

«Метаморфическая перекристаллизация

агрегатов представляет собой процесс преобразования одной минеральной ассоциации в другую, устойчивую в изменившихся условиях внешней среды» [5]. Авторы под метаморфической дифференциацией понимают процессы перемещения вещества внутри метаморфизуемых горных пород на незначительные расстояния и приводящие к образованию минеральных ассоциаций, не связанных с процессами метасоматоза.

Кварцево-жильные тела слюдяногорского типа. В нижнепротерозойских амфиболитово-гнейсовых блоках (Тараташский, Александровский, Уфалейский) вновь проявился региональный метаморфизм амфиболитовой фации в условиях высокого давления с образованием толщ кианитсодержащих гнейсов, который сопровождался изоклинальной складчатостью, смятием и будинажем ранее образованных гиганто-мигматитов, анортоклазовых гранитоидов. Возраст по анортоклазу, биотиту – 1100–1215 млн лет [6]; по цирконам из гнейсов – 990–1180 млн лет [7], иттроэпидот имеет возраст 1100–1200 млн лет [8].

Слюдяногорский тип жильного кварца являются результатом собирательной перекристаллизации с укрупнением зёрен ранних прожилков метаморфической дифференциации. Эти тела располагаются в долгоживущей шовной зоне (Слюдяногорская шовная зона), заложенной в рифее в результате процессов рифтогенеза (гренвильская эпоха складчатости), сопровождавшейся приразломным высокотемпературным метаморфизмом.

В силу геодинамической обстановки кварцевые прожилки метаморфической дифференциации и мелкие кварцевые жилы перекристаллизации, приуроченные к гнейсо-мигматитовому блоку, претерпели не менее трёех этапов перекристаллизации с укрупнением зёрен, что привело к формированию кварцевых жил перекристаллизации мощностью до 0,5–1,0 м. Поскольку жилы перекристаллизации приурочены к шовным зонам, то формируются зоны, насыщенные большим количеством кварцевых жил перекристаллизации, которые представляют промышленный интерес.

Тщательное полевое обследование кварцево-жильных образований Кыштымского месторождения показало, что при благоприятных геологических условиях могут образовываться кварцевые тела перекристаллизации крупных размеров. Слагающий этот тип жильный кварц очень похож на среднекрупнозернистый гранулированный кварц «кыштымского» типа, в связи с чем исследователями Уфалейского рудного поля в самостоятельный тип этот кварц не выделялся и относился к кварцу «кыштымского» типа.

Генотипом кварцевых жил, сложенных зернистым кварцем, сформировавшимся в результате перекристаллизации с укрупнением зёрен прожилков метаморфической дифференциации в результате процессов рифтогенеза (гренвильская эпоха складчатости) и испытавших дополнительные преобразования в стадии ранней и поздней коллизий, является кварцевая жила № 170. Кварцевая жила № 170 – это фактически жильная зона, размеры которой по простиранию 85 м, по падению 50 м при мощности до 6,5 м. Жильная зона, сложенная субпараллельными и кулисообразными небольшими кварцевыми телами, разделена большим количеством реликтов биотит-амфиболовых гнейсов (рис. 4). Размеры кварцевых тел колебались по мощности от 5 см до 1 м. По простиранию кварцевые тела располагались кулисообразно.

Кварц прозрачный, от светлого до дымчатого цвета, равномернозернистый, величина зёрен до 8–10 мм. В основной массе кварц гранобластовой структуры (рис. 5), которая характерна для кварцевых тел перекристаллизации.

Вмещающими породами являются амфиболовые и биотитовые гнейсы. Контакты кварцевых тел с вмещающими породами четкие, иногда резкие, но чаще с апофизами тонких ксенолитов гнейсов в кварце.

Кварцевые тела жильной зоны № 170 претерпели несколько этапов преобразований.

Для многих кварцевых прожилков характерно наличие в зальбанде маломощных и не выдержанных по простиранию альбититовых оторочек. Нередко альбититы размеще-

ны между кварцевыми будинами. Контакты между кварцевыми телами и гнейсами нечёткие, раплывчатые, заливообразные. В участках кварцевых жил, содержащих альбититы, жильный кварц становится светлодымчатым. Тонкие прожилки кварца и альбититов смяты

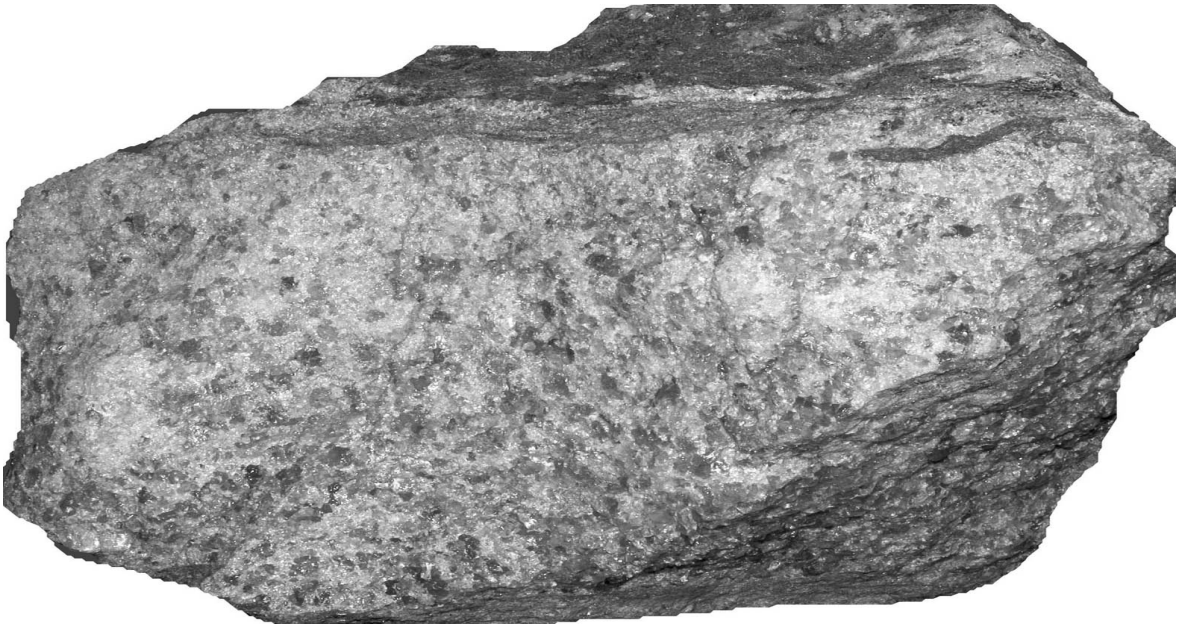


Рис. 4. Кварцевая жила перекристаллизации. Реликты первичного тонкозернистого, грануломорфного кварца (светло-серые реликты) в средне-крупнозернистом, новообразованном, гранулированном агрегате. Жила 170 (слюдяногорский тип). Карьер по отработке жилы 170, Кыштымское месторождение кварца (размер глыбы 80 см)

в изоклинальные складки, а по зальбандам мощных кварцевых тел происходил тектонический срыв. При этом кварцевые тела не приобретали форму складок. Альбитизация

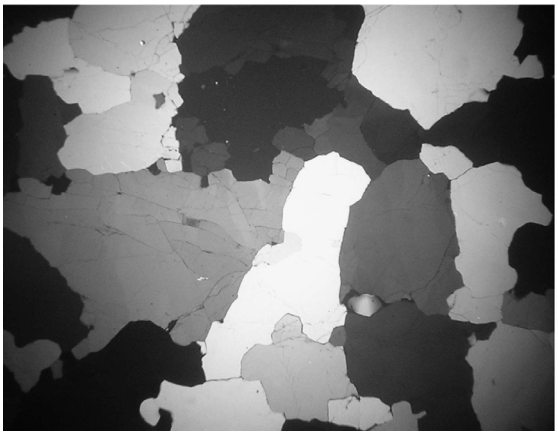


Рис. 5. Грануломорфный кварц перекристаллизации ранних жил. Кыштымское месторождение, жила 170, шлиф У-28/2, увел. 24х, с анализатором

кварцевых тел слюдяногорского типа (рис. 6) протекала, по нашим представлениям, в позднерифейское время.

В кадомский тектономагматический этап в зальбандах жил и в самом кварце получили развитие биотитовые и амфиболовые образования типа «нельсонитов» с крупными кри-

Рис. 6. Кварцевый прожилок, представленный дымчатым крупнозернистым кварцем слюдяногорского типа с наложенной альбититовой минерализацией. Вмещающие породы и тонкий кварцевый прожилок метаморфической дифференциации рассланцованы и смяты в мелкие складки. Карьер по отработке жилы 170, Кыштымское месторождение кварца. Натуральная величина

сталлами доломитов и ильменорутила. Жильный кварц заметных изменений не претерпел.

В этап ранней коллизии на кварцевые тела слюдяногорского типа наложились про-

цессы мусковитизации и рудообразования. Это привело к развитию по трещинам, параллельным и секущим жилы средне- и крупночешуйчатого мусковита, а в зальбандах с биотитовой оторочкой и в самом кварце – наложение рудной минерализации, представленной пиритом и халькопиритом.

В этап поздней коллизии в кварцевых телах слюдяногорского типа наблюдается развитие тонких трещин, залеченных тонкозернистым кварцем.

Основным процессом, приводящим к образованию кварцевых жил слюдяногорского типа, является перекристаллизация [9, 10] по принципу Рикке и принципу Кюри. В природе метаморфические преобразования всегда происходят на фоне движущихся флюидов, поскольку метаморфизм обязательно предполагает возникновение градиентов температур, давления, химических потенциалов компонентов. В зависимости от достижения энергии активации перекристаллизации в полифазных (полиминеральных) агрегатах могут встречаться разные случаи перекристаллизации: либо захватываются процессом все минералы агрегата, либо часть минералов (фаз). Соответственно, можно говорить о полностью перекристаллизованном агрегате или частично перекристаллизованном. При полной перекристаллизации все минералы должны быть с кристаллографическими полиэдрами, идиоморфных индивидов нет. Идиобластическое развитие минералов наблюдается почти исключительно в биминеральных или полиминеральных породах. В мономинеральных породах, как правило, отсутствуют идиобласты. Для них типичной является гранобластовая структура с изометрическим развитием в общем ксенобластических зёрен. Эта особенность объясняется одинаковыми условиями кристаллизации всех зёрен мономинеральной породы [11].

Равные условия роста в таких породах определяются тем обстоятельством, что все кристаллы принадлежат одному минералу, имеющему, естественно, одинаковый состав и физические свойства. Поэтому кристаллизация происходит одновременно, и ни один из кристаллов не имеет каких-либо преимуществ перед другими. В этом случае возможно только образование ориентированных структур, когда в породе по тектоническим причинам создаётся анизотропия, и в связи с этим происходит неравный рост кристаллов в различных направлениях [9].

«К перекристаллизации целесообразно относить изменение формы и величины кристаллов, всесторонне соприкасающихся с другими кристаллами, без привноса-выноса вещества из растворяемого объёма и без изменения минерального состава системы» [12]. Весьма существенно, что все индивиды (кристаллы) при перекристаллизации стремятся к изометричной форме. Изометризованные индивиды представляют собой полиэдры, ограниченные поверхностями, в общем случае не совпадающие с кристаллографическими формами. «Полиэдры перекристаллизации всегда изометричны, независимо от типа структуры минерала» [11, 12]. В результате собирательной перекристаллизации образуется гранобластовый кварц слюдяногорского типа.

Мировой опыт изучения природных перекристаллизованных агрегатов позволяет ввести одно существенное ограничение. Речь идёт о максимальной величине индивидов в перекристаллизованных агрегатах. Если принять, что некоторые метаморфические породы возникли путём перекристаллизации, и времени для их образования было достаточно много (при достижении энергии активации перекристаллизации), то существует некоторый постоянно наблюдающийся предел в величине гранул (полиэдров). Этот предел диаметра гранул приблизительно равен 10 мм [11]. Наблюдения подтверждаются и при изучении кварцевых прожилков метаморфогенного генезиса.

В заключение подчеркнем, что в силу геодинамических обстановок кварцевые прожилки метаморфической дифференциации и кварцевые жилы перекристаллизации слюдяногорского типа, которые являются докембрийскими образованиями, генетически приурочены к шовным зонам, где формируются

зоны, насыщенные большим количеством кварцевых жил перекристаллизации, представляющие промышленный интерес. При благоприятных геологических условиях могут образовываться кварцевые тела перекристаллизации крупных размеров. Подобные шовные зоны являются благоприятной средой для наложения разнообразной минерализации в последующие геологические этапы развития Урала, а именно: альбитизации, карбонатизации трех стадий, мусковитизации, сульфидной минерализации.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Огородников В. Н., Сазонов В. Н., Поленов Ю. А. Минерагения шовных зон Урала. Ч. 3. Уфалейский гнейсово-амфиболитовый комплекс (Южный Урал). Екатеринбург: Изд. ИГГ УрО РАН-УГГУ, 2007. 187 с.
2. Поленов Ю. А. Эндогенные кварцево-жильные образования Урала. Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2008. 269 с.
3. Хитаров Н. И. Экспериментальная характеристика устойчивости кварца и кремнезема в гидротермальных условиях. М.: АН СССР, 1952. 124 с.
4. Хитаров Н. И. О некоторых гидротермальных экспериментах // Вопросы петрологии и минералогии. М.: АН СССР, 1953. С. 3–25.
5. Руденко С. А. Процессы перекристаллизации и их место в лито- и рудогенезе // Проблемы лито- и рудогенеза. Зап. ЛГИ, 1985. Т. 104. С. 9–19.
6. Овчинников Л. Н. Магматизм, метаморфизм, металлогения Урала. 1963. Т. 1. С. 57–83.
7. Краснобаев А. А. Циркон как индикатор геологических процессов. М.: Наука, 1986. 156 с.
8. Минеев Д. А. Редкоземельный эпидот из пегматитов Среднего Урала // ДАН СССР. 1959. Т. 127. № 4. С. 865–868.
9. Судовиков Н. Г. Региональный метаморфизм и некоторые проблемы петрологии. Л.: ЛГУ, 1964. 234 с.
10. Григорьев Д. П., Жабин А. Г. Онтогения минералов. Индивиды. М.: Наука, 1975. 339 с.
11. Попов В. А. Практическая кристалломорфология минералов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. 64 с.
12. Попов В. А. Практическая генетическая минералогия. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 167 с.

Поступила в редакцию 7 мая 2015 г.

Поленов Юрий Алексеевич – доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры геологии.
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.
E-mail: fgg.gl@ ursmu.ru

Огородников Виталий Николаевич – доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры геологии.
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.
E-mail: fgg.gl@ ursmu.ru

Савичев Александр Николаевич – кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник кафедры геологии.
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.
E-mail: fgg.gl@ ursmu.ru

УДК 378.4

ВКЛАД УРАЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ГОРНОГО УНИВЕРСИТЕТА В СОЗДАНИЕ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РОССИИ И СТРАН СНГ

Алексеев В. П., Бабенко В. В., Бондарев В. И., Грязнов О. Н., Душин В. А., Огородников В. Н., Писецкий В. Б., Суставов С. Г., Талалай А. Г., Фролов С. Г.

Высшее геологическое образование на Урале появилось в 1914 г. с учреждением Уральского горного института. За 100 лет горный университет выпустил 12707 горных инженеров, геологов и геофизиков.
Ключевые слова: *факультет; выпускник; геолог; геофизик; кафедра; лаборатория; профессор; месторождение; первооткрыватели; государственные премии; геологические карты; методы; технологии; изыскания.*

Становление высшего горного образования на Урале. Вопрос об организации высшего учебного заведения горного профиля возник в конце XIX века. Среди тех, кто выступал с проектом создания уральского вуза, были такие известные люди как Д. И. Менделеев. На Урале господствовало убеждение, которое выразил екатеринбургский городской голова Г. Г. Казанцев в обращении к VII съезду уральских горнопромышленников: «Учреждение политехникума принесет существенную пользу во всех родах промышленности края и прилегающих к нему местностей, особенно же горнопромышленной и золотопромышленной» [1].

Организация первого на Урале вуза совпадала с эпохальными событиями в истории нашей страны. Закон о создании Екатеринбургского горного института был принят Государственной Думой России накануне I Мировой войны – 16 июля 1914 г. – и утвержден императором Николаем II 30 июля 1914 г. Закон о придании Уральскому горному институту статуса императорского – накануне Февральской революции, 16 января 1917 г. Занятия в институте начались накануне октябрьской революции, 22 октября 1917 г. На занятиях присутствовало 306 студентов.

Первые факультеты были созданы в Горном институте в 1920 г., их было два: геологоразведочный и рудничный. На геологоразведочном факультете училось 248 студентов, работало 7 профессоров и 11 преподавателей. Наибольший количественный состав факультет имел в конце 80-х годов, когда на нем училось более 1300 студентов. На факультете работало 10 профессоров, около 80 доцентов, преподавателей и ассистентов. Первый выпуск инженеров-геологов состоялся в 1926 г. Ими стали два геолога: В. П. Трифонов и Н. А. Ушаков – в дальнейшем профессора горного института. Следующий выпуск геологов в количестве 24 человек состоялся в 1930 г. За 100 лет горный университет выпустил 7934 горных инженера-геолога.

Создание геологоразведочного факультета повлекло за собой знаменательное явление в истории геологического образования в России: на факультете профессором Уральского горного института в 1920–1925 гг. А. В. Шубниковым были заложены основы отечественной школы минералогической и физической кристаллографии. В 1925 году А. В. Шубников был приглашен в Ленинград и стал академиком, Героем Социалистического Труда, лауреатом Государственной премии СССР, создателем единственного в мире института кристаллографии, почетным членом Британского и Парижского минералогических обществ.

Если геологическая специальность была в институте изначально, то с геофизической дело обстояло сложнее. Собственно геофизика как наука начала оформляться в конце XIX – начале XX в., и к моменту организации горного института нигде в мире еще не было системного геофизического образования.

В 1924 г. в Свердловском горном институ-

те (СГИ) заведующим кафедрой маркшейдерии профессором Петром Константиновичем Соболевским впервые в нашей стране была создана лаборатория магнитометрии, а затем

Лабратория магнитометрии П. К. Соболевского

лаборатории ферромагнетизма, микромагнетизма, электрометрии, геометрии и сейсморазведки. Это были первые в стране учебные геофизические лаборатории. На их основе, а также на основе горно-геометрической, картографической и астрономической лабораторий П. К. Соболевский организовал Уральский научно-исследовательский институт геофизических методов разведки и геометрии недр. Таким образом, СГИ – это первый вуз в стране, в котором была начата подготовка специалистов-геофизиков. В 1929 г. были выпущены первые два инженера: Э. Ф. Богатырев и И. И. Дерябин. В этом же году осенью был осуществлен приём двух групп студентов на 1 и 2 курсы для обучения на впервые организованной кафедре геофизики, которую возглавил П. К. Соболевский. В 1930 г. были выпущены ещё два инженера-геофизика, а в 1932 – уже 12. Собственно геофизический факультет был создан в 1951 г. К концу 60-х годов на факультете обучались более 600 студентов. Наибольшей численности факультет достиг в конце 80-х годов, когда на нем училось более 800 студентов. За годы существования геофизического факультета были выпущены 4773 инженера-геофизика.

«Существенная польза во всех родах промышленности края прилегающих к нему местностей…». Эффективность создания горного института для формирования минерально-сырьевой базы страны была доказана уже в 1925 г. открытием профессором К. К. Матвеевым, основателем кафедры минералогии и первым советским ректором Уральского горного университета, Гумбейского вольфрамового месторождения на Южном Урале. Открытие являлось результатом научного предвидения, когда Гумбейский округ был включен по настоянию К. К. Матвеева в план полевых работ. Только в 1927 г. добыча на первом Гумбейском месторождении оказалась равной добыче вольфрамовых руд во всём Забайкалье за 8 лет с 1911 по 1919 гг. В 1939–40 гг. рабочая комиссия под председательством К. К. Матвеева составила конкретные рекомендации по укреплению и раз-

Профессор К. К. Матвеев

витию сырьевой базы цветных, поделочных и драгоценных камней на Урале.

Уральский горный университет гордится своими выпускниками, геологами и геофизиками. Среди них 2 Героя Социалистического Труда: Ивлиев Д. И. и Цыбулин Л. Г., 14 лауреатов Сталинской премии, 13 лауреатов Ленинской премии, 13 лауреатов Государственной премии СССР, 1 – Премии Совета Министров СССР, 2 – Премии Президента Российской Федерации, 9 – Премии Правительства Российской Федерации. Министром геологии РСФСР (1965–1970) стал выпускник 1929 г. С. В. Горюнов.

Наиболее значимым проявлением вклада преподавателей и выпускников геологоразведочного и геофизического факультетов горного университета в создание минерально-сырьевой базы является открытие месторождений его выпускниками на территории, занимаемой ныне всеми государствами, входившими ранее в СССР. Первооткрывателями месторождений полезных ископаемых стали 92 его выпускника. Ими открыто месторождений меди – 13, железа – 8, золота – 8, урана – 7, хрома – 5, бокситов – 4, полиметаллов – 4, алмазов – 3, угля – 6, газа – 4, нефти – 4, а также месторождения серы, асбеста, титана, молибдена, сурьмы, олова, никеля, ванадия, серебра, редких металлов, графита.

В заслугу выпускникам университета можно поставить не только открытие новых месторождений, но и открытие и промышленное освоение нового типа минерального сырья – гранулированного кварца, за что три выпускника университета, профессора Г. Н. Вертушков, Г. А. Кельман и В. И. Якшин были удостоены Государственной премии СССР.

Геофизики и буровики, профессора, доценты и преподаватели кафедр горного университета получили многие десятки авторских свидетельств на изобретения в области техники и технологий. Геологи университета тоже отличились изобретениями в области технологий, что подтверждается такими авторскими свидетельствами как «Способ поисков скрытых хрусталеносных кварцевых жил» (В. Н. Огородников, В. Б. Болтыров, 1975), которое получило «Бронзовую медаль ВДНХ» в 1976 г., «Способ оконтуривания месторождений пьезооптического кварца» (В. Н. Огородников, Г. И. Страшненко, 1985). Профессором В. Б. Болтыровым с соавторами (Лещиков В. И., Лучинин В. И., Марков С. Н.) получен патент РФ на новый способ подземного захоронения жидких радиоактивных отходов.

За большую научную работу «Создание научных основ развития рудной минерально-сырьевой базы Урала» большой группе исследователей, куда вошли профессора вуза В. А. Коротеев, Огородников В. Н., Сазонов В. Н., была вручена государственная «Премия Правительства Российской Федерации в области науки и техники» (2004).

Геологи Горного для пользы края. В советские годы, когда финансирование вузовской науки осуществлялось за счет средств целевого назначения производственных геологических организаций, СГИ удалось представить программу научных исследований, заинтересовавшую Полярно-Уральское производственное геологическое объединение «Полярноуралгеология», с которым 26 мая 1976 г. был подписан Генеральный договор о совместном проведении научно-исследовательских работ по прогнозно-металлогеническому изучению Полярного Урала в границах Полярно-Уральского мегантиклинория на 1976–1991 гг.

Для выполнения работ по генеральному договору была создана межкафедральная структура – Северная научно-исследовательская геологическая экспедиция – СНИГЭ СГИ. Научным руководителем СНИГЭ был назначен заведующий кафедрой геологии и разведки месторождений радиоактивных и редких металлов, кандидат геолого-минералогических наук, доцент О. Н. Грязнов. За первые 10 лет (1977–1986 гг.) СНИГЭ выполнен огромный объем научно-исследовательских работ с составлением комплекта карт М 1:200000 (геологических, структурно-тектонических, рудоносных метасоматических, прогнозно-металлогенических формаций) с врезками М 1:50000 различного содержания, детальных карт и геологических разрезов месторождений; изучено геологическое строение, метасоматическая зональность,

вещественный состав руд основных типов рудных месторождений Полярного Урала. В. В. Бабенко была разработана методика комплексной прогнозной оценки рудных районов, полей и месторождений, также под его руководством выполнена прогнозная оценка на количественной основе Полярно-Уральского мегантиклинория в М 1:200000 на 14

Подписание Генерального договора СГИ и ПУГРО. Свердловск, 26 мая 1976 г.

рудных формаций. Эти чрезвычайно важные результаты легли в основу дальнейших многолетних исследований Полярного Урала. По материалам СНИГЭ этого периода в различные годы защищены 4 докторских и 5 кандидатских диссертаций.

С 1987 г. СНИГЭ под руководством В. А. Душина перешла на новый организационный уровень с выполнением государственных заказов по Полярному и Приполярному Уралу.

Приоритетным направлением работ СНИГЭ в настоящее время являются исследования по федеральному заказу Министерства природных ресурсов РФ (2000–2011): «Геологическое доизучение масштаба 1:200 000 и подготовка к изданию комплекта Госгеолкарты-200 листов R-42-XXXI, XXXII (Байдарацкая площадь)» (2000-2003); «Геолого-минерагеническое картирование масштаба 1:200 000 листов Q-42-I, II (Щучьинская площадь)» (2004–2007); «Геологическое доизучение масштаба 1:200 000 и подготовка к изданию комплекта Госгеолкарты-200 листов Q-42-VII, VIII (Собская площадь)» (2008-2012); «Геологическое доизучение масштаба 1:200 000 листа P-40-XII (Маньхамбовская площадь)» (2011-2013). В основе этих построений лежит анализ и синтез ретроспективной информации по работам средних и крупных масштабов, а также информация по собственным исследованиям. Результативность среднемасштабных работ во многом определяется их геологической и прогнозной эффективностью, к традиционным направлениям повышения которых можно отнести:

• внедрение новых технологий и техники в процесс геологического изучения недр (широкое применение современных изотопно-геохимических, изотопно-геохронологических, масс-спектрометрических, аэро-космогеологических и геофизических исследований, компьютерных технологий геоинформаци-

онных систем, объемных геолого-геофизических моделей);

• внедрение комплекса современных региональных и локальных геохимических и геофизических исследований;

• разработку и внедрение новых технологий оценки и современной инструментальной базы количественного прогнозирования;

• реализацию на практике новых идей, включая мобилизм, плюм-тектонику, нелинейную и компьютерную металлогению, и закономерностей размещения полезных ископаемых;

• формирование высококвалифицированных и творчески мыслящих специалистов.

Все эти направления успешно реализуются в работе СНИГЭ, что подтверждается пятнадцатилетней работой экспедиции по заказам Министерства природных ресурсов РФ.

В 1941 г. в СГИ началась подготовка геологов-нефтяников, в основном нацеленных на работу по изучению Волго-Уральской нефтяной области. В 1950 г. был создан нефтяной факультет. Его деканом и заведующим кафедрой геологии нефти и газа являлся известный геолог-нефтяник, профессор Г. Е. Рябухин. Среди выпускников кафедры многие связали свою жизнь и деятельность с изучением Западной Сибири. Среди них особо можно отметить члена-корреспондента АН СССР, лауреата Ленинской премии (1970) и Премии Правительства РФ (1996) И. И. Нестерова, доктор геолого-минералогических наук, почетного профессора УГГУ Н. П. Запивалова, лауреата Ленинской премии А. Д. Сторожева.

Член-корреспондент АН СССР И. И. Нестеров с 1971 по 1999 гг. был директором Западно-Сибирского научно-исследовательского геологоразведочного нефтяного института (ЗапСибНИГНИ), в 2001 г. избран заведующим кафедрой геологии и геофизики нефти и газа. Ленинскую премию И. И. Нестеров получил за открытие новых месторождений нефти в Среднем Приобье и ускоренную подготовку промышленных запасов. Он участвовал в открытии большинства нефтяных и газовых месторождений Западной Сибири, является одним из первооткрывателей Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения. И. И. Нестеров открыл новый тип залежей нефти в битуминозных глинистых породах.

Приоритетными в деятельности Н. П. Запивалова были работы по ускоренной разведке ресурсов нефти и газа. Под его непосредственным руководством и при личном участии разведаны Верх-Тарское, Малоичское, Восточное месторождения в Новосибирской области; Тевризское, Прирахтовское, Тайтымское – в Омской, Советское и Казанское – в Томской областях; Лодочное, Тагульское и Ванкорское – на севере Красноярского края. Они являются базой развития нефтегазодобывающей промышленности в этих районах и составной частью Сибирского нефтегазового комплекса. Особое внимание уделялось Новосибирской области. Н. П. Запивалову, вместе с геологами и геофизиками возглавляемого им ПГО «Новосибирскгеология», удалось переломить скептическое отношение к нефтегазоносным перспективам южных территорий Западной Сибири, открыть и разведать нефтяные и газовые месторождения. Сегодня Новосибирская область располагает значительными ресурсами для развития собственной нефтедобывающей промышленности. На Верх-Тарском, Восточно-Тарском и Малоичском месторождениях уже получено более 12 млн тонн товарной высококачественной нефти.

А. Д. Сторожев обосновал промышленную нефтеносность выкуловской свиты Красноленинского свода, внёс вклад в исследование нефтеносности баженовской свиты Ханты-Мансийского округа. За открытие крупных месторождений нефти в Среднем Приобье и ускоренную подготовку промышленных запасов он удостоен Ленинской премии.

Минералоги горного института отличились не только открытием нового типа минерального сырья – гранулированного кварца, но и созданием нового направления в минералогии «Минералогия техногенеза». Это направление обосновал доцент кафедры минералогии и петрографии Б. В. Чесноков, ра-

ботая в Ильменском государственном минералогическом заповеднике им. В. И. Ленина. Он открыл и впервые закартировал рудную зону 147 на Вишневогорском месторождении ниобия. Им открыто Максютовское месторождение рутила на Южном Урале. Совместно с сотрудниками лаборатории минералогии техногенеза ИМин УрО РАН участвовал в разработке минералогических обоснований борьбы с солеотложением на нефтяных промыслах Приуралья и Западной Сибири. Является лауреатом Демидовской премии (1993 г.).

С 1995 г. на кафедре минералогии, петрографии и геохимии функционирует образовательный проект «Уральская минералогическая школа», направленный на привлечение талантливой молодежи к исследовательской деятельности. В 1997 г. Э. Ф. Емлин вместе с О. Г. Кецко получил премию президента РФ в области образования за создание проекта «Уральская летняя минералогическая школа» как развивающейся системы естественнонаучного образования. Профессор Э. Ф. Емлин – соавтор проектов «Национальный парк «Самоцветная полоса Урала» и «Историко-ландшафтный парк «Истоки Исети».

Нельзя не сказать, что крупным вкладом в технологию бурения скважин и проведения горных выработок в особо тяжелых гидрогеологических условиях являются результаты комплексных исследований по тампонажу горных пород. Начаты они были в 60-е гг. доцентом М. А. Саламатовым и продолжены выпускниками вуза Э. Я. Кипко, Ю. А. Полозовым, В. А. Лагуновым и О. Ю. Лушниковым в объединении «Спецтампонажгеология», за что в 1983 г. этот коллектив был удостоен Государственной премии СССР.

На кафедре техники и технологии бурения под руководством доцента В. Л. Челышева на базе Среднеуральской геологоразведочной экспедиции ПГО «Уралгеология» была создана в 1975 г. первая в стране система механизированного долговременного хранения керна и другого каменного материала, представляющая комплекс геолого-методических, организационных, технологических и технических мероприятий, направленных на совершенствование производственного процесса, документирование, транспортировку, механическую обработку и информационное обеспечение с момента отбора керна до его закладки в хранилище. Высокая производительность, экономичность, значительная степень информативности при малом объеме керна, комфортность работы обслуживающего персонала сделали эту систему привлекательной и способствовали её широкому внедрению в геологическую отрасль страны.

Уральская геофизическая школа. Заложенные П. К. Соболевским направления геофизических исследований получили мощное развитие, сложившись в известную в стране геофизическую школу.

В исследованиях и достижениях сейсморазведчиков УГГУ можно выделить три направления:

1. Пионерные исследования в области рудной сейсморазведки.
2. Становление в СССР и развитие методических и теоретических основ инженерной сейсморазведки.
3. Создание современных учебников и учебных пособий по сейсморазведке.

Исследования в области рудной сейсморазведки были начаты в СГИ в конце 50-х гг. XX в. под руководством доцента В. Н. Шмакова. При поддержке Уральской геофизической экспедиции треста «Башнефтегеофизика» Шмаковым В. Н. и Дорофеевым Б. В. были проведены экспериментальные работы методами рудной сейсморазведки на Урале. Тогда, впервые в мировой практике, и почти одновременно с другими исследователями в СССР (на рудном Алтае, на Балтийском щите) ими были зарегистрированы и отождествлены отраженные волны, связанные с внутренними границами в верхней части консолидированной земной коры. В своих работах В. Н. Шмаков доказал возможность и эффективность проведения сейсморазведки МОВ в рудных районах Урала по сейсмическим данным и дал свое представление о глубинном геосейсмическом строении Уральского региона.

Сейсмические исследования с инженерно-геологическими целями, начатые в нашей

стране в пятидесятые годы Никитиным В. Н., Ляховицким Ф. М., Коптевым В. П., Савичем А. И., Минделем И. Г., Горяиновым Н. Н. и др., были подхвачены во второй половине шестидесятых годов в СГИ ведущими специалистами кафедры структурной геофизики по сейсморазведке Бондаревым В. И., Шмаковым В. Н., Агеевым В. Н. и др. Эти исследования были направлены на разработку эффективных способов определения основных физико-механических характеристик нескальных грунтов на базе использования сейсмических наблюдений, проводимых по специальной методике либо на поверхности земли, либо в скважине. Итогом этих работ стало создание и внедрение в практику работ изыскательских организаций страны сейсмического способа определения физико-механических характеристик нескальных грунтов.

Коллективом кафедры под руководством В. И. Бондарева совместно с геофизиками ведущих изыскательских организаций Урала за период с 1967 по 1977 гг. был выполнен большой объем экспериментальных исследований в области инженерной сейсморазведки. Были изучены характеристики грунтов на более чем 40 объектах в различных районах СССР: на Урале, в Западной Сибири, в Поволжье, на Украине, в том числе на строительных площадках таких крупнейших объектов как Сургутская ГРЭС, Трипольская ГРЭС, Чернобыльская АЭС, Армянская АЭС, КамАЗ и др. Было выполнено в общей сложности более 30000 сейсмозондирований, получено более 20 тысяч сейсмограмм наземного и вертикального сейсмического профилирования. Результаты исследований были включены в отчетные материалы изыскательских организаций и использованы при проектировании названных объектов. С 1975 г. началось промышленное опробование метода инженерной сейсморазведки в большинстве изыскательских организаций Госстроя РСФСР. Этому способствовало написание и издание в 1974 г. В. И. Бондаревым «Рекомендаций по применению сейсмической разведки для изучения физико-механических свойств рыхлых грунтов». Позднее, в 1977 г., выходит написанная при активном участии В. И. Бондарева «Инструкция по применению сейсморазведки в инженерных изысканиях для строительства». Таким образом, использование сейсморазведки при инженерно-строительных изысканиях было узаконено юридически. В 1975–1978 гг. на кафедре была создана автоматизированная система обработки данных инженерной сейсморазведки ГРУНТ-2 (авторы Бондарев В. И., Писецкий В. Б. и Крылатков С. М.), которая успешно эксплуатировалась в десятках изыскательских организаций Российской Федерации и других республик СССР. Проведенные исследования, организационные и технические мероприятия позволили говорить о создании на кафедре структурной геофизики СГИ нового научного направления в разведочной геофизике – инженерной сейсморазведки.

Последнее десятилетие XX века ознаменовалось бурным развитием техники и технологии сейсморазведочных работ. Появились надежные многоканальные телеметрические регистрирующие станции (I/O TWO, SN-388 и др.), существенно выросли объемы работ по технологии МОГТ-3D, получили широкое распространение мощные обрабатывающие комплексы, были созданы новые интерпретационные технологии построения моделей геологических сред и др. Поскольку в российских учебниках того времени практически отсутствовало систематическое изложение этих вопросов, то преподавание вузовского курса сейсмической разведки на современном уровне было сопряжено с большими трудностями. Поэтому профессор кафедры геофизики нефти и газа В. И. Бондарев в 2002 и в 2003 году на основе читаемых им в УГГУ лекций написал учебные пособия по сейсморазведке: «Анализ данных сейсморазведки» и «Основы сейсморазведки», в которых вопросы технологии сейсморазведочных работ и обработки сейсмических материалов нашли свое достойное отражение. Обе эти книги получили официальные грифы учебных пособий.

В начале 2007 года В. И. Бондарев на основе ранее созданных учебных пособий при поддержке ОАО «Башнефтегеофизика»

издал с официальным грифом «Допущено учебно-методическим объединением» новый вузовский учебник по дисциплине «Сейсморазведка». В связи с необходимостью учесть новейшие достижения в сейсмической отрасли, В. И. Бондарев и С. М. Крылатков к 2011 году совместно подготовили и издали также при поддержке ОАО «Башнефтегеофизика» новую редакцию учебника по сейсморазведке. Он получил вторую (высшую) форму официального грифа «Рекомендовано» УМО Министерства образования и науки РФ в качестве учебника для студентов, обучающихся по специальности «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых».

Сотрудники кафедры геоинформатики под руководством заведующего кафедрой, профессора В. Б. Писецкого в течение многих лет развивают научно-практическое направление, ориентированное на прогноз структуры и параметров напряженного состояния осадочного бассейна по данным сейсморазведки с целью поисков, разведки и разработки нефтегазовых месторождений. За эти годы выполнены контракты с российскими и зарубежными компаниями во многих бассейнах мира (Западная Сибирь, бассейны Китая и Вьетнама, Северная и Южная Америка и др.). Разработки по этому направлению получили высокую оценку на уровне общества разведочной геофизики США (технология отнесена к категории “Silver bullet”). Полученный опыт позволил В. Б. Писецкому, а также заведующему кафедрой автоматики и компьютерных технологий, профессору Э. С. Лапину создать систему непрерывного сейсмического контроля предупреждения опасных геодинамических явлений в шахтах, которая к настоящему времени испытана на угольных шахтах Кузбасса, Воркуты, СУБРа. В настоящее время организован серийный выпуск специализированной сейсмической системы, способной оперативно прогнозировать риски развития опасных явлений в процессах проходческих и добычных работ в шахтах и рудниках.

Успешное промышленное применение этой технологии открыло возможность создать аналогичную технологию сейсмического мониторинга при строительстве восьми транспортных тоннелей в г. Сочи по программе подготовки к Олимпиаде-2014 в период 2010–2013 гг. При этом впервые разработан и внедрен в технологическом режиме принципиально новый метод дистанционного сейсмического контроля с высокой степенью достоверности состояния устойчивости горного массива в процессе проходки подземного сооружения.

Геофизики СГИ с начала 50-х годов прошлого века начали развивать научное направление, связанное с разработкой и усовершенствованием методов и средств дистанционного изучения состава и свойств пород и руд. Инициатором этих исследований был профессор Н. А. Иванов, доказавший принципиальную возможность бескернового определения содержания меди в рудных подсечениях методом нейтронной активации. Дальнейшее развитие этот метод получил в работах профессоров Г. С. Возженикова и Ю. Б. Давыдова, последний предложил использовать при бескерновом определении меди и цинка генераторы быстрых нейтронов. В конце 60-х годов под руководством Г. С. Возженикова начались исследования по разработке метода экспрессной оценки зольности углей, получившие высокую оценку ученых и практиков. В 80-е годы А. Л. Загорюевым были проведены работы по применению комплекса ядерно-геологических методов для установления критериев хрусталеносности жильного кварца. Г. С. Возжеников предложил использовать гамма-абсорбционный метод и нейтронно-активационный анализ для создания новых технологий оперативного контроля качества горнорудного сырья. В настоящее время на счету сотрудников кафедры более 50 изобретений, защищенных авторскими свидетельствами СССР и патентами РФ на способы и устройства для ядерно-геофизических исследований.

С конца 40-х гг. в СГИ начала складываться школа геофизических методов исследования скважин. Профессор Н. А. Иванов, рабо-

тавший в области магниторазведки, разработал методы скважинной магниторазведки. Ему первым в стране удалось создать скважинный каппаметр и успешно внедрить его в практику разведки магнетитовых месторождений. Профессором А. К. Козыриным был разработан, проверен в реальных условиях и широко внедрен в практику метод электрической корреляции (МЭК), ставший одним из ведущих методов скважинной электроразведки. Метод применялся на рудных и угольных месторождениях не только Советского Союза, но и Кубы, Чехословакии, Мали и других стран.

Крупный вклад в развитие геоэлектрохимических методов поисков рудных месторождений и расшифровки природы геохимических и геофизических аномалий был сделан профессором Г. П. Саковцевым. Применяемый в настоящее время метод частичного извлечения металла (ЧИМ) является, по сути, вариантом электрохимического метода, защищенного авторским свидетельством на имя Г. П. Саковцева, А. А. Редозубова и А. И. Соколовой. Профессором Г. П. Саковцевым была предложена идея токового каротажа вызванной поляризации. Им же были разработаны методы вертикального градиента и усовершенствованный метод изолиний (УМИ). Профессором А. А. Редозубовым был разработан метод скважинной электроразведки, получивший название метода погруженных электродов (МПЭ).

Профессор Г. П. Саковцев (в центре)

Г. П. Саковцевым был предложен метод наложения полей, представляющий собой разработанный профессором И. К. Овчинниковым компенсационный метод в варианте электропрофилирования. Работы, проведенные методом компенсации, убедительно показывали его большую глубинность по сравнению с методом изолиний. Но определенным недостатком метода была сложность выбора соотношения токов на электродах. Г. П. Саковцев создал упрощенную модификацию, получившую название метода вертикального поля. В отличие от прототипа, в этой модификации третий электрод, имеющий знак, противоположный знаку двух линейных электродов одинаковой полярности, относится на «бесконечность», т. е. на достаточно большое расстояние, чтобы его влиянием можно было пренебречь. Этим методом в середине 50-х годов прошлого века партией треста «Уралцветметразведка» под руководством

выпускника геофизического факультета А. М. Степанова было открыто Северо-Комсомольское месторождение, залегающее на глубине 200–250 м. В это же время Г. П. Саковцевым были предложены две модификации скважинной электроразведки, получившие названия методов погруженных электродов и вертикального градиента.

С начала 30-х годов прошлого века на Урале проводились исследования по разработке методики поисков бокситов методом магнитной съёмки. Это привело к открытию ряда залежей Пироговского месторождения бокситов и созданию методики высокоточной магниторазведки, разработанной Г. И. Гринкевичем и Б. И. Страховым, включенной в техническую инструкцию по магниторазведке, изданную Госгеолтехиздатом в 1963 г.

В 1947–1951 гг. А. Я. Ярош разработал методику вычисления глубины по магнитным аномалиям и впервые построил карту рельефа поверхности кристаллического фундамента северной части Волго-Уральской области, а в 1959 и 1962 гг. – всей Волго-Уральской нефтегазоносной области в масштабе 1:1 000 000 и в более крупном масштабе, дал представления о структуре фундамента бассейнов рек Вятки и Камы, Западного и Оренбургского Приуралья. Результаты исследований группы сотрудников кафедры геофизики под руководством А. Я. Яроша выдержали проверку временем. Они использовались геологическими организациями Министерства нефтяной промышленности при проектировании буровых и геофизических работ для поисков нефтяных месторождений.

До начала 60-х годов группа сотрудников геофизического факультета под руководством А. Я. Яроша занимался в основном вопросами совершенствования методики гравиметрической съёмки, разработкой методов интерпретации, выполняла гравиметрические работы на Среднем и Южном Урале, в Северном Казахстане и других районах страны в связи с поисками и разведкой колчеданных (Сибай, Учалы, Бурибай, Блява, Баймак и др.), буроугольных (восточный склон Урала, Тургайский прогиб), магнетитовых (Тагило-Кушвинский район, Сарбай), хромитовых (Донское) и других месторождений. Геологическая эффективность проводившихся исследований оказалась высокой. Своими работами А. Я. Ярош способствовал открытию Северо-Маканского медного и Кушмурунского буроугольного месторождений, существенному увеличению запасов Сибайского медного и Сарбайского железорудного месторождений. Его результаты интерпретации аномалий поля силы тяжести на Сибайском месторождении вошли в учебники по гравиразведке в качестве примера.

Уральскому горному университету, несмотря на коллизии последних 20 лет, удается сохранить качество подготовки горных инженеров, геологов и геофизиков, и их востребованность производством. Свидетельством этого является количество специалистов, выпущенных после 2000 года и работающих на таких известных предприятиях, как Когалымнефтегазгеофизика – 46, УралТИСИЗ – 26, Хантымансийскгеофизика – 25, Уралгипротранс – 25, Зеленогорскгеология – 24.

Мы верим в экономическое возрождение России и в востребованность специалистов, выпущенных Уральским государственным горным университетом, в следующем столетии его образовательной деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Филатов В. В. «Отечества пользы для …» (75 лет Уральскому горному институту. 1917–1992). Екатеринбург: Уральский рабочий, 1992. 408 с.

Поступила в редакцию 28 мая 2015 г.

Алексеев Валерий Порфирьевич – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой литологии и геологии горючих ископаемых. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.
Бабенко В. В. – доктор геолого-минералогических наук, профессор, здекан факультета геологии и геофизики. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.
Бондарев Владимир Иванович – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий ка-

федрой геофизики нефти и газа. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.
Грязнов Олег Николаевич – доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.
Душин Владимир Александрович – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой геологии, поисков и разведки месторождений полезных ископаемых. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.
Огородников Виталий Николаевич – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой геологии. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.
Писецкий Владимир Борисович – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой геоинформатики. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.
Суставов Сергей Геннадьевич – доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры минералогии, петрографии и геохимии. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.
Талалай Александр Григорьевич – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой геофизики. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.
Фролов Сергей Георгиевич – доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии и техники разведки месторождений полезных ископаемых. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

УДК 622.271:622.333

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ШАРНИРНО-СОЧЛЕНЕННЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ С МАЛЫМИ ЗАПАСАМИ

Сандригайло И. Н., Арефьев С. А., Мойсиев Х. С., Глебов И. А., Шлохин Д. А.

В статье приведены описание конструкции и преимущества использования шарнирно-сочленённых автосамосвалов при разработке месторождений с малыми запасами. Показаны особенности и приведён анализ эффективности применения таких машин при разработке Дальне-Буланашского месторождения угля в Свердловской области.
Ключевые слова: *шарнирно-сочлененный автосамосвал; месторождение; эффективность; карьер; разрез; автодорога; транспортная площадка.*

На Урале сегодня имеется целый ряд перспективных месторождений угля, руд и сырья для производства строительных материалов. Однако многие их них имеют малые запасы. В то же время они часто залегают на небольших глубинах, находятся вблизи потребителей и в связи с этим не требуют больших затрат на добычу и перевозку полезного ископаемого [1].

Опыт вовлечения в эксплуатацию таких месторождений показывает, что уже на первом этапе на них могут быть построены карьеры с производительностью от 200–300 тыс. т до 1–2 млн т полезного ископаемого в год. В то же время целесообразность разработки перспективных месторождений с малыми запасами в значительной степени зависит от эффективности работы оборудования, применяемого на горных работах. В связи с этим выбор горных и транспортных машин, использование которых обеспечивает эффективную разработку месторождения, и в частности технологических автосамосвалов, является одной из важнейших задач, решаемых при проектировании карьеров.

Анализ условий перспективных малых месторождений позволяет предложить для использования при их освоении шарнирно-сочленённые автосамосвалы. Такие машины получают в последние годы всё большее распространение на горнодобывающих предприятиях мира и России. Основными их производителями являются фирмы «Caterpillar», «Volvo», «Komatsu», «Terex», «Bell», «Liebherr» и др. Каждая из них предлагает на рынке несколько моделей таких машин. Белорусский автозавод и российское предприятие «Четра» также создали подобные самосвалы.

Грузоподъёмность серийно выпускаемых шарнирно-сочленённых автосамосвалов сегодня составляет от 15 до 50 т. Некоторые модели грузоподъемностью до 25 т имеют колёсную формулу 4×4, но наибольшее распространение получили шарнирно-сочленённые автосамосвалы с колёсной формулой 6×6 с тремя ведущими мостами.

К основным особенностям конструкции этих машин можно отнести то, что передняя часть с двигателем, передней осью и кабиной водителя соединяются с задней частью (с кузовом и двумя осями) шарнирным устройством. Механизм сочленения передней и задней секций рамы имеет вертикальный и горизонтальный шарниры. Вертикальный шарнир позволяет поворачиваться передней секции относительно задней. Горизонтальный шарнир позволяет задней секции рамы скручиваться вокруг продольной оси, обеспечивая постоянный контакт колёс с грунтом при прохождении препятствий.

Принципиальная компоновка шарнирно-сочленённого самосвала приведена на рис. 1.

Благодаря шарнирно-сочленённой раме и гидравлической системе управления поворотом с обратной связью обеспечивается высокая маневренность машины. Угол складывания секций рамы составляет у большинства моделей от 38 до 45° в каждую сторону.

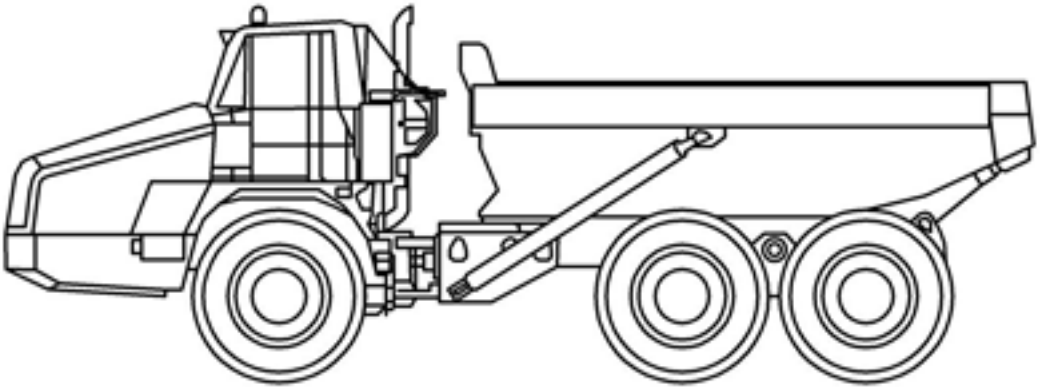


Рис. 1. Принципиальная компоновка шарнирно-сочленённого самосвала

Все ведущие мосты имеют механизмы блокировки дифференциала. Механизмы блокировки привода колёс позволяют выбирать оптимальный режим работы в зависимости от дорожных условий и рабочих нагрузок вплоть до полной блокировки всех дифференциалов. Это позволяет достигать оптимальных тяговых усилий на колёсах в самых сложных условиях бездорожья.

К основным преимуществам шарнирно-сочленённых автосамосвалов относятся:

– высокая проходимость;

– высокая маневренность;

– способность преодолевать большие уклоны;

– меньшая ширина машины в сравнении с автосамосвалами традиционной конструкции.

Именно эти преимущества определили широкое распространение таких машин на предприятиях, осуществляющих добычу полезных ископаемых открытым способом.

Сегодня, когда многие действующие карьеры достигли большой глубины [2] и находятся в стадии доработки, остро встаёт вопрос о том, какое оборудование целесообразно применять при отработке их нижних горизонтов. Использование карьерных автосамосвалов традиционной конструкции требует осуществления выемки значительных объёмов вскрышных пород, связанных с необходимостью размещения на бортах карьера транспортных коммуникаций. Использование шарнирно-сочленённых самосвалов на нижних горизонтах этих карьеров позволяет увеличить уклоны до 250 ‰, повысить угол откоса бортов карьера при погашении и снизить за счет этого коэффициент вскрыши, сократив объёмы вскрышных пород в контурах карьера.

Освоение новых месторождений полезных ископаемых часто связано с необходимостью осуществления горных работ в тяжелых и неблагоприятных климатических и горно-геологических условиях. Так, верхние горизонты на вновь строящихся карьерах часто сложены глинистыми и песчаными породами, склонными к размоканию. Движение карьерных автосамосвалов традиционной конструкции в таких условиях весьма затруднительно, а строительство дорог требует значительных затрат денежных и материальных ресурсов, а также времени. Использование шарнирно-сочленённых самосвалов в этом случае позволяет раньше начать работы и в более короткие сроки построить карьер с меньшими затратами.

В ряде случаев, при небольшой проектной глубине карьера и породах, склонных к размоканию, с целью повышения

эффективности транспортного процесса, увеличения уклонов и углов погашения бортов карьера, сокращения среднего коэффициента вскрыши за счет снижения объёмов пустых пород в контуре карьера возможно применение шарнирно-сочленённых самосвалов в течение всего периода разработки месторождения.

Особенно актуально применение таких машин при разработке месторождений с малыми запасами. Строительство качественных автодорог на небольших карьерах часто экономически не оправдано именно в связи с малыми объёмами работ. Использование шарнирно-сочленённых автосамосвалов позволяет существенно снизить затраты на строительство и обслуживание карьерных автодорог, сократить расстояние транспортирования горной массы, повысить величину угла откоса бортов карьера и снизить объёмы вскрышных работ. Примером такого подхода может служить Дальнебуланашское месторождение каменных углей, находящееся в Свердловской области. Угольные пласты, разделённые на девять угленосных зон мощностью от 10 до 30 м, залегают под углом 20–25°. Покровные отложения имеют мощность от 15 до 25 м и представлены четвертичными и опоковыми глинами, ниже которых залегают алевролиты и аргиллиты.

Проектная глубина разреза на месторождении равна 140 м, длина по поверхности составит в конце разработки 1500 м, а ширина – 600 м. Промышленные запасы угля в контурах разреза составляют 8503 тыс. м^3. Объем вскрыши в контуре разреза – 35727 тыс. м^3, в том числе рыхлой вскрыши – 15100 тыс. м^3. Годовая производительность разреза по углю 800 тыс. т., а по вскрыше – 3000 тыс. м^3.

На добыче угля планируется использовать гидравлический экскаватор с рабочим оборудованием «обратная лопата» и вместимостью ковша 3,8 м^3, а на вскрышных работах – гидравлические экскаваторы с рабочим оборудованием «прямая лопата» и вместимостью ковша 5,7 м^3. Анализ показал, что применяемым при разработке месторождения экскаваторам в наибольшей степени соответствуют автосамосвалы грузоподъемностью 35–45 т.

Исходя из этого, для сравнения были выбраны два варианта:

– первый вариант: карьерные автосамосвалы БелАЗ-7547 Белорусского автозавода грузоподъёмностью 45 т;

– второй вариант: шарнирно-сочленённые автосамосвалы CAT-740 фирмы «Caterpillar», грузоподъёмностью 38 т.

Основные параметры сравниваемых автосамосвалов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры автосамосвалов CAT-740 и БелАЗ-7547

Показатели	CAT 740	БелАЗ-7547
Грузоподъемность, т	38	45
Размеры автосамосвала, м – длина – ширина – высота	 10,89 3,43 3,75	 8,09 4,11 4,39
Полная масса, т	70,8	78,1

К достоинствам автосамосвала БелАЗ-7547 относятся сравнительная дешевизна, надежность, производительность. Машина успешно используется на многих горных предприятиях России и других государств. Но в связи с тем, что горные породы на Дальнебуланашском месторождении (четвертичные и опоковые глины, а также алевролиты и аргиллиты) имеют сравнительно небольшую крепость, для эффективной эксплуатации карьерных автосамосвалов БелАЗ-7547 требуются значительные затраты на строительство карьерных автодорог. Дорожная одежда при эксплуатации таких автосамосвалов при годовом грузообороте, равном 8 млн т брутто, должна иметь двухслойную конструкцию. Необходимы слой основания 15 см из щебня фракции от +40 до +80 мм с расклинкой от +5 до +20 мм и слой покрытия 15 см из щебня фракции от +20 до +40 мм с расклинкой от +5 до +20 мм. Затраты на строительство такой дорожной одежды составляют около 0,5 тыс. рублей за 1 м^2.

В то же время опыт работы шарнирно-

сочленённых автосамосвалов на горных предприятиях показывает, что они могут эффективно работать в условиях бездорожья. Благодаря отсутствию необходимости в качественном дорожном покрытии эксплуатация автосамосвалов модели CAT 740, имеющих повышенную проходимость, в условиях Дальнебуланашского месторождения позволяет существенно снизить затраты на строительство автодорог в карьере и повысить эффективность открытых горных работ.

Меньшая чем у БелАЗ-7547 ширина шарнирно-сочленённого самосвала CAT-740 [3, 4] позволяет существенно уменьшить ширину транспортных площадок, которая при его использовании составляет 18 м, против 21 м при применении автосамосвала БелАЗ-7547 (рис. 2).

Использование автосамосвалов CAT-740 позволяет увеличить уклон съездов до 160 ‰ против 80 ‰ при использовании БелАЗ-7547. При этом за счет увеличения уклонов длина съезда сократилась с 125 до 62,5 м (рис. 3), и удалось сократить расстояние транспортирования горной массы по наклонным участкам трассы.

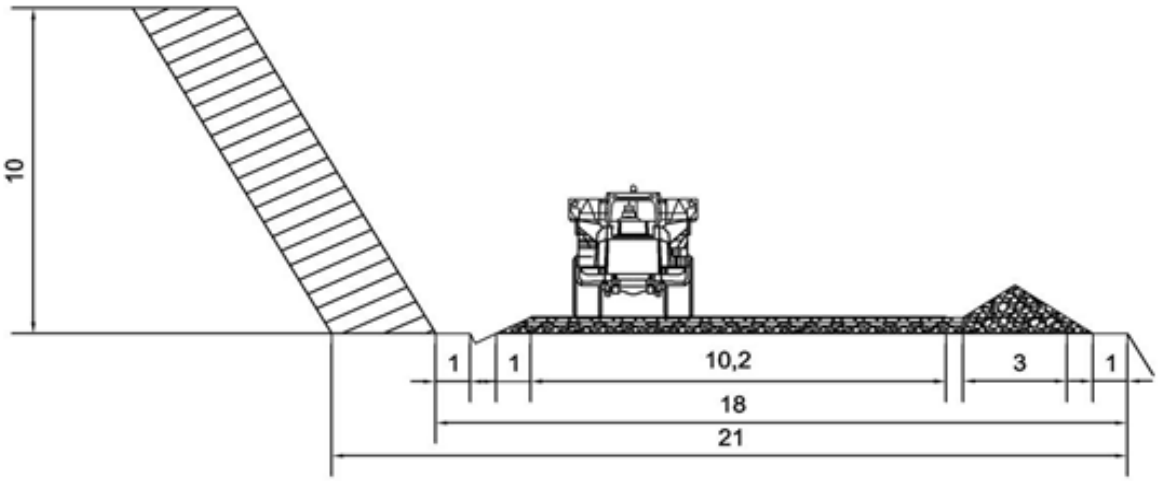


Рис. 2. Ширина транспортной площадки при использовании автосамосвалов CAT-740 (18 м) и БелАЗ-7547 (21 м), а также дополнительные объёмы вскрыши (заштриховано)

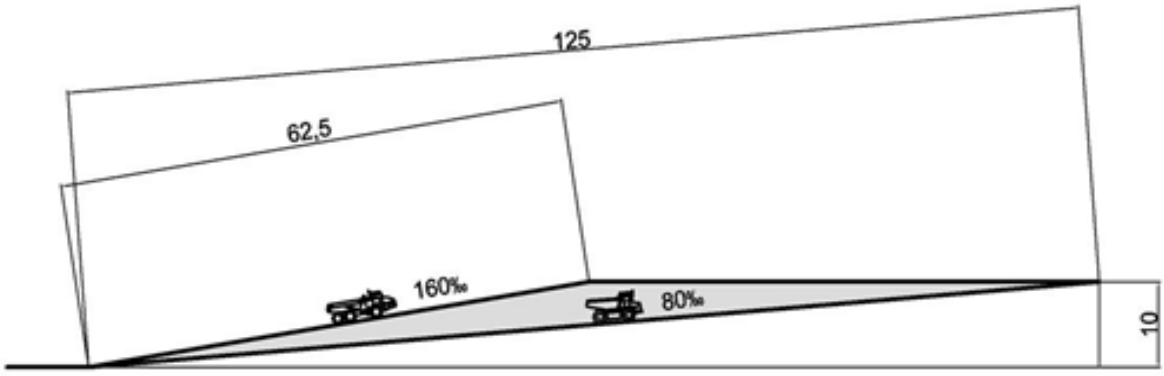


Рис. 3. Изменение длины съезда при увеличении уклона

Расстояние транспортирования вскрыши сократилось с 2,15 до 1,47 км, а расстояние транспортирования угля снизилось с 1,46 до 1,03 км. За счет проходки съездов с большими уклонами появилась возможность увеличить на 4° угол погашения борта и снизить объёмы выемки вскрыши, удаляемой при разносе бортов разреза, на которых находятся основные транспортные коммуникации.

Показатели по сравниваемым вариантам для конкретных условий Дальне-

Буланашского месторождения приведены в табл. 2.

Таблица 2

Показатели по сравниваемым вариантам

Показатели	САТ 740	БелАЗ-7547	Отклонение
Уклон съездов, промилле	160	80	80
Расстояние транспортирования, км: – до отвала вскрышных пород – до склада угля	 1,47 1,03	 2,15 1,46	 0,68 0,43
Количество автосамосвалов, шт.	7	12	5
Угол погашения борта разреза, град	28	24	4
Объем вскрыши, м^3	35727000	39727000	4000000

Как видно из таблицы, использование шарнирно-сочленённого автосамосвала САТ-740 позволяет в условиях Дальнебуланашского месторождения:

– уменьшить дальность транспортирования вскрышных пород на 32 %;

– уменьшить дальность транспортирования угля на 29 %;

– увеличить угол погашения борта разреза на 4°;

– уменьшить объём вскрыши на 4 млн м^3.

За счет этих мер, а также за счет сокращения затрат на дорожно-строительные работы себестоимость 1 т полезного ископаемого при применении автосамосвалов САТ-740 для транспортирования угля и вскрышных пород на Дальнебуланашском месторождении снижается на 12 %.

Из сказанного выше можно сделать вывод о том, что использование шарнирно-сочленённых автосамосвалов позволяет существенно повысить эффективность разработки перспективных месторождений с малыми запасами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Угольная база Урала. Состояние и перспективы развития / И. Н. Сандригайло [и др.] // Изв. вузов. Горный журнал. 1993. № 5. С. 19–29.

2. Технико-экономические показатели горных предприятий за 1990–2012 гг. Екатеринбург: ИГД УрО РАН, 2013. 361 с.

3. Карьерная техника ПО «БЕЛАЗ»: справочник / под ред. П. Л. Мариева, К. Ю. Анистратова. М.: ООО «КА технокомплект», 2005. 448 с.

4. Справочник по эксплуатационным характеристикам Caterpillar. Пеория: Caterpillar Inc. 2012. Вып. 42. 1598 с.

Поступила в редакцию 11 мая 2015 г.

Сандригайло Игорь Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры разработки месторождений открытым способом, 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

Арефьев Степан Александрович – преподаватель кафедры разработки месторождений открытым способом. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: arefevsa@yandex.ru

Мойсиев Христос Сергеевич – инженер кафедры разработки месторождений открытым способом. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

Глебов Игорь Андреевич – студент 4 курса. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский **государственный горный университет.**

Шлохин Дмитрий Андреевич – студент 3 курса. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

УДК 622.532

ОПТИМИЗАЦИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ МОЩНОСТЕЙ ВОДОСБОРНЫХ ЕМКОСТЕЙ ШАХТНЫХ ВОДООТЛИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Угольников А. В.

В статье рассмотрены вопросы реализации внепикового электропотребления на шахтных водоотливных комплексах. Показано, что электропотребление напрямую связано с размерами водосборных емкостей и мощностью насосного оборудования. Из условия электропотребления шахтного водоотлива и формирования электрических нагрузок в условиях максимумов нагрузки в энергосистеме получена зависимость стоимости электроэнергии от объема водосборника. Анализ представленной зависимости показывает, что при снижении оплаты за электропотребление до определенного максимального значения соответствующего объема, при котором штрафные санкции минимальны или равны нулю, дальнейшее увеличение объемов водосборника нецелесообразно, поскольку зависимость стоимости электроэнергии от объема водосборника на этом участке представляет собой линию, параллельную оси абсцисс.

Ключевые слова: *внепиковое электропотребление; объем водосборника; шахтные водоотливные комплексы; энергосистема.*

Реализация внепикового электропотребления на шахтных водоотливных комплексах напрямую связана с размерами их гидравлических мощностей, т. е. с объемами водосборных емкостей (водосборников) и мощностей насосного оборудования, которые при проектировании (обычно) принимаются согласно требованиям правил безопасности (ПБ). В результате во многих случаях объемы водосборников оказываются недостаточными, что требует их соответствующего увеличения до некоторых оптимальных значений.

При этом необходимо учитывать эффект от перевода водоотливных установок в режим регуляторов нагрузки энергосистемы с целью формирования наиболее эффективных графиков электрических нагрузок предприятия. Все это связано с расчетом и реализацией соответствующих графиков включения и работы насосных агрегатов (НА), расположенных в насосной камере, в течение суток [1, 2, 3]. При наличии значительной избыточной гидравлической мощности водосборных емкостей организация работы водоотлива в режиме регулятора нагрузки энергосистемы (ЭС) может быть сведена к совмещению времени работы водоотливных установок с ночными провалами в суточном графике нагрузки. Однако при этом могут значительно возрасти затраты на горнокапитальные выработки околоствольного двора, которые тоже должны быть соответствующим образом учтены.

Суточный график электрической нагрузки водоотливной насосной станции может состоять из следующих основных периодов: $\Delta T^1 = \Delta T^{УМ}$; $\Delta T^2 = \Delta T^{(У\text{-}В)}$; $\Delta T^3 = \Delta T^{ВМ}$; $\Delta T^4 = \Delta T^{(В\text{-}У)}$, где $\Delta T^{УМ}$ – период утреннего максимума нагрузки в ЭС; $\Delta T^{(У\text{-}В)}$ – период от утреннего до вечернего максимума (продолжительность дневной нагрузки); $\Delta T^{ВМ}$ – период вечернего максимума нагрузки в ЭЭС; $\Delta T^{(В\text{-}У)}$ – период от вечернего до утреннего максимума (продолжительность ночной нагрузки).

При планировании эффективных режимов электропотребления водоотливных насосных станций, имеющих асинхронные приводы, а следовательно, асинхронную нагрузку, необходимо в каждом периоде определять усредненные заданные значения активной $N_A(\Delta T)$ и реактивной индуктивной мощности $N_L(\Delta T)$ и рассчитывать графики работы насосных агрегатов в насосной станции, так как они формируют плановые значения показателей режимов электропотребления шахты или рудника. Эти графики должны рассчитываться для строго следующих друг за другом периодов сброса (ΔT^S, $S = 1, 3, 5, \ldots$) и насоса (ΔT^S, $S = 2, 4, 6, \ldots$) нагрузки. При этом с одной

стороны плановые значения активной и реактивной мощности рудника (шахты) должны быть согласованы с режимными ограничениями ЭС на каждый период, а с другой должны удовлетворять эксплуатационным ограничениям, вводимым на каждый промежуток ΔT и технологическим ограничениям, вводимым на периоды ΔT^S, $S = 1, 3, 5, \ldots$

В общем случае при планировании эффективных режимов внепикового электропотребления рудничных водоотливных установок необходимо учитывать следующие факторы:

– технологические функции и ограничения;

– эксплуатационные ограничения (техническое состояние НА);

– режимные ограничения электропотребления предприятия и конкретного НА;

– организационно-технические функции НА;

– технологические показатели, определяющие регулировочные характеристики насосов и графики работы насосных агрегатов.

Необходимо в конечном итоге определить показатели режимов электропотребления и построить графики работы НА для следующих друг за другом периодов ΔT^S.

Рассмотрим периоды сброса нагрузки ΔT^S, $S = 1, 3, 5, \ldots$ Для них режимные ограничения можно записать следующими выражениями:

$$N_A^{\text{НА}}(\Delta T^S) \le N_A \max^{\text{НА}}(\Delta T^S); \quad (1)$$

$$N_L^{\text{НА}}(\Delta T^S) \le N_L \max^{\text{НА}}(\Delta T^S). \quad (2)$$

Предельные значения мощности НА устанавливаются из условий обеспечения ограничений режимов электропотребления рудника (шахты), вводимых, например, ЭС на периоды ΔT^S, S=1, 3, 5, … При благоприятных обстоятельствах появляется возможность вообще отключить рабочие НА от сети. Тогда

$$N_A^{\text{НА}}(\Delta T^S) = 0; \quad N_L^{\text{НА}}(\Delta T^S) = 0. \quad (3)$$

Данный случай является наивыгоднейшим с экономической точки зрения, однако он далеко не всегда может быть реализован из-за недостаточного объема водосборников, рассчитываемых согласно требованиям ПБ по четырехчасовому нормальному притоку воды (минимально допустимое значение). Это приводит к тому, что при достаточно длительном времени $\Delta T^{\text{УМ}}$ или $\Delta T^{\text{ВМ}}$, при котором водосборник переполняется, в периоде сброса нагрузки приходится включать насосные агрегаты в работу, т. е. переходить на период наброса нагрузки. Прямым следствием этого является увеличение оплаты электропотребления водоотливных установок и начисление штрафных санкций. В то же время внепиковое электропотребление должно обеспечивать минимально возможный уровень оплаты электропотребления при полном отсутствии или минимальном уровне штрафных санкций. Следовательно, для реализации этого требуется соответствующее увеличение объемов водосборников, которое, в свою очередь, связано с увеличением капитальных затрат на их строительство. Поэтому при обосновании оптимальных объемов шахтных водосборных емкостей необходимо учитывать все эти факторы.

При этом критерием оптимизации рассматриваемых объемов могут быть приведенные годовые затраты по водосборным емкостям, учитывающие как оплату за активную и реактивную индуктивную мощности (включая возможные штрафные санкции), так и капитальные затраты на дополнительные объемы водосборников. Все это предполагает необходимость установления зависимостей как эксплуатационных так и капитальных затрат, связанных с сооружением и эксплуатацией водосборных емкостей в функции их объема. С учетом сложной конфигурации шахтных водосборных емкостей и связанных с этим трудностей определения их объемов более эффективной может быть оценка строительного объема водосборника по объему размещенной в нем воды, т. е. по рабочей (регулировочной) емкости. Объем этой емкости легко может быть определен по выражению $V_{\text{р}} = Q_{\text{пр}} t$, где $Q_{\text{пр}}$ – нормальный часовой приток; t – время заполнения рабочей емкости водосборника (от датчика нижнего до датчика верхнего уровня). При этом любое текущее значение

$V_{р(t)}$ может быть определено по соответствующему ему уровню воды в водосборнике $H_{(t)}$ – базовому параметру, постоянно контролируемому в системах автоматического управления (САУ) водоотливными установками.

Зависимость $H_{(t)} = f(V_р)_t$ может быть выражена следующим квадратным уравнением

$$H_{(t)} = C_0 + C_1 V_{р(t)} + C_2 (V_{р(t)}), \qquad (4)$$

где C_0, C_1, C_2 – величины постоянные для конкретной конфигурации водосборника (они могут быть определены, например, методом наименьших квадратов на основе опытных данных по значениям $V_{р(t)}$ и $H_{(t)}$).

Решение этого уравнения относительно искомой величины $V_{р(t)}$ для конкретных условий

$$V_{р(t)1,2} = \frac{-C_1 \pm \sqrt{C_1^2 - 4C_2\left(C_0 - H_{(t)}\right)}}{2C_2} \qquad (5)$$

позволит для любого текущего момента времени синхронизированно с графиком электрических нагрузок в ЭЭС определять необходимые для реализации внепикового электропотребления объемы рабочей части водосборных емкостей. Подставляя в уравнение (5) значения $H_{(t)}$, соответствующие нижнему и верхнему уровням воды в водосборнике, можно определять по значениям $V_{р(t)}$ строительные объемы водосборника и решать на этой основе задачи их оптимизации. Для этого необходимо установление зависимостей оплаты за электропотребление (активное и реактивное) $C_{эл}$, капитальных затрат $C_к$ и приведенных годовых расходов $C_{пр}$ на сооружение водосборников в функции их рабочих (регулировочных) емкостей $V_р$.

С учетом физики процесса электропотребления шахтного водоотлива и формирования электрических нагрузок в условиях их максимумов в ЭЭС принципиальная зависимость $C_{эл} = f(V_р)$ может быть представлена в виде ступенчатой гистограммы (1) и аппроксимирующей ее кривой (2) (рис. 1). Анализ представленной таким образом зависимости $C_{эл} = f(V_р)$ показывает, что при снижении оплаты за электропотребление до определенного максимального значения, соответствующего $V_2^{эл}$, при котором штрафные санкции минимальны или равны нулю, дальнейшее увеличение объемов водосборника (правее линии *A–B*) нецелесоо-

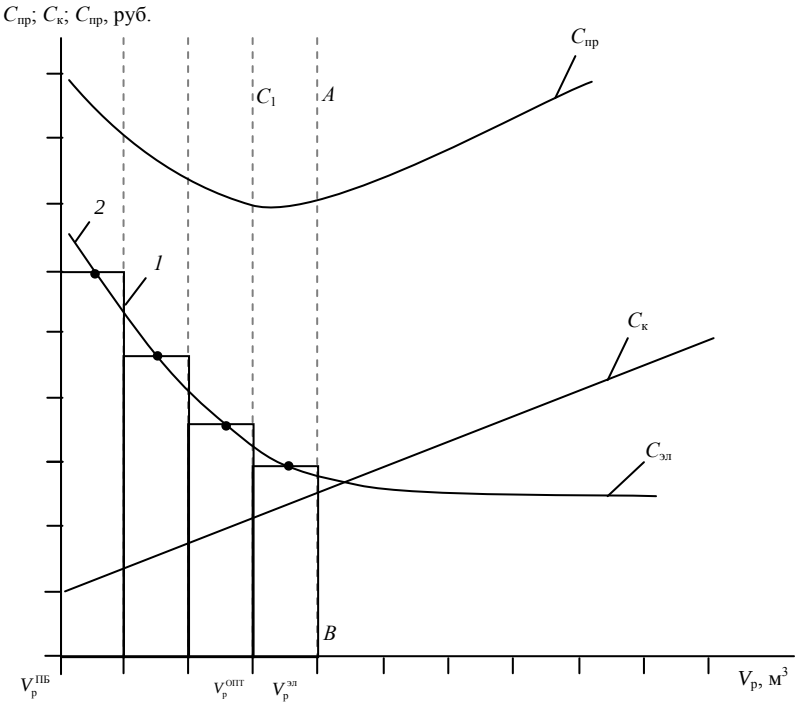


Рис. 1. Обоснование оптимальной рабочей емкости водосборника при внепиковом электропотреблении:
$V_2^{опт}$ – объем, соответствующий минимуму приведенных годовых расходов (оптимальный); $V_р^{эл}$ – объем, соответствующий минимуму оплаты за электроэнергию; $V_р^{ПБ}$ – объем, соответствующий ПБ

бразно, поскольку зависимость $C_{эл} = f(V_р)$ на этом участке представляет собой линию, параллельную оси абсцисс. Следовательно, в первом приближении искомая минимальная величина $V_р$, обеспечивающая внепиковое электропотребление на шахтном водоотливе, может быть найдена на основе зависимости $C_{эл} = f(V_р)$, установленной для конкретного водоотливного комплекса на стадии его проектирования или реконструкции. Однако с учетом капитальных затрат $C_к$ и приведенных годовых расходов $C_{пр}$ (критерий оптимизации) оптимальная величина рабочей емкости водосборника $V_2^{опт}$ будет располагаться левее линии *А–В* (рис. 1). Таким образом, окончательный выбор величины $V_р$ может быть сделан на основе зависимости

$$C_{пр} = C_{эл} + EC_к = f(V_р) = \min, \qquad (6)$$

где E – нормативный коэффициент эффективности, полученный для конкретных условий подземного горного предприятия.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Хронусов Г. С. Формирование эффективных режимов электропотребления промышленных предприятий. Ч. 1. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 1998. 340 с.
2. Праховник А. В., Розен В. Т., Дегтярев В. В. Энергосберегающие режимы электроснабжения горнодобывающих предприятий. М.: Недра, 1985. 232 с.
3. Хронусов Г. С. Формирование эффективных режимов электропотребления энергоемких технологических установок горнодобывающих предприятий // Изв. вузов. Горный журнал. 1996. № 12. С. 124–131.

Поступила в редакцию 21 апреля 2015 г.

Угольников Александр Владимирович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры электротехники. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет. E-mail: ugolnikov@yandex.ru.

УДК 628.51

К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

Коротеев Н. Д.

В статье рассматриваются классификационные признаки отходов производства, особое внимание уделяется токсичности и факторам, определяющим токсичность. Вопрос токсичности разбирается и в отношении техногенных минеральных образований (ТМО). Приводится перечень основных видов их воздействия на окружающую среду и формируемые последствия. Обосновывается наиболее приемлемое методическое обеспечение для оценки экономического ущерба, связанного с воздействием ТМО на окружающую среду.

Ключевые слова: *отходы; токсичность; факторы; воздействия; последствия; методическое обеспечение; экономический ущерб.*

Отходы представляют собой вещества или смеси веществ, признанные непригодными для дальнейшего использования в рамках имеющейся технологии или после бытового использования продукции. Перечень отходов, которые образуются в России, обобщен в классификационном каталоге отходов, где они систематизированы по совокупности приоритетных признаков: агрегатному и физическому состоянию, происхождению, опасным свойствам, степени вредного воздействия на окружающую среду [1]. В каталоге каждому из отходов присваивается идентификационный номер. По своему происхождению отходы подразделяются:

– на отходы производства (промышленные);

– отходы потребления (коммунально-бытовые).

Существенную долю промышленных отходов составляют отходы горно-обогатительного производства – техногенные минеральные образования (ТМО). По определению К. Н. Трубецкова они представляют собой скопления минеральных веществ на поверхности или в горных выработках, образовавшихся в результате отделения от массива и складирования в виде отходов горного, обогатительного и металлургического производств.

Авторы работ [2, 3] объем заскладированных в отвалах и хвостохранилищах пород оценивают в 85 млрд т. В работе [4] масса горнопроходческих отходов, накопленных на поверхности, определяется в 100 млрд т. При этом согласно экспертным оценкам эта масса в будущем будет только расти, так как доля используемых отходов остается невысокой. Согласно [4], к 2025 г. объем отходов от разработки месторождений ведущих полезных ископаемых может составить около 150 млрд т.

ТМО классифицируются по самым различным признакам:

по длительности хранения

– текущие, образующиеся и накапливаемые в процессе текущей деятельности (добыча, первичная переработка);

– «лежалые», возникающие в результате производственной деятельности прошлых лет;

по морфологическим признакам

– насыпные, имеющие внешний облик холмов и терриконов;

– наливные, заполняющие впадины земной поверхности;

по наличию рудных минералов

– рудные, представленные забалансовыми рудами, отходами переработки на обогатительной фабрике;

– безрудные, к числу которых относятся вмещающие, вскрышные породы;

по характеру образования

– образованные в процессе добычи полезных ископаемых;

– образованные в процессе переработки минерального сырья (шламо- и хвостохранилища, отходы металлургического производства и др.).

Важным классификационным признаком выступает токсичность отходов. Подразделение отходов по классу опасности осуществляется согласно регламенту «Об утверждении критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды», утв. приказом МПР России от 15.06.2001 г. № 511 и Санитарными правилами по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления (СП 2.1.7.1386-03), утв. постановлением главного государственного санитарного врача РФ от 16.06.2003 г. № 144. Правда в классификации, закрепленной санитарными правилами, V класс опасности отсутствует. Подразделение отходов по классам опасности на законодательном уровне закреплено в новых положениях федерального закона «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ в редакции, действующей с 1.01.2010 г. (ст. 4.1). Согласно этому закону отходы подразделяются на 5 классов опасности:

– I класс (чрезвычайно опасные);

– II класс (высоко опасные);

– III класс (умеренно опасные);

– IV класс (мало опасные);

– V класс (практически не опасные).

Токсичность отходов в первую очередь обусловлена наличием в них различных форм тяжелых металлов, характеризующих их геохимическую активность. В соответствии с эколого-геохимическими принципами, рассматриваемыми в работах [5, 6], ТМО подразделяются на геохимически опасные и неопасные. К первой группе относят отходы с высоким содержанием геохимически активных элементов (более 10–20 кларков) и сульфидных элементов (более 10 % содержания сульфидной серы). Для второй группы отходов характерно отсутствие сульфидных минералов и геохимически активных химических элементов. Следует отметить, что перенос тяжелых металлов в окружающую среду происходит преимущественно в водной фазе, что требует особого внимания к изучению кислото- и водорастворимости содержащихся в отходах соединений, а также их подвижности [7]. Направление и характер воздействия ТМО на окружающую среду отражает табл. 1.

Основными причинами загрязнения окружающей среды являются воздействие на вещество ТМО атмосферных осадков, воздушных потоков, поверхностных вод, температуры, микроорганизмов. Все эти виды воздействий относятся к постоянно действующим внешним факторам, хотя интенсивность и характер их могут значительно изменяться в зависимости от географических, климатических и других причин. Среди внутренних факторов можно отметить химический и минералогический составы, дисперсность, пористость, водопроницаемость и др. В результате воздействия внешних факторов и реакции внутренних происходит формирование потоков рассеяния загрязняющих веществ в окружающей среде, основу которых составляют тяжелые металлы. Интенсивность рассеяния зависит как от воздействия внешних факторов, так и обусловливается внутренними характеристиками ТМО. Носителями загрязняющих веществ в окружающую среду от ТМО могут быть воздушные и водные потоки, т. е. атмогенные и гидрогенные потоки рассеяния.

В целом ТМО оказывают комплекс-

Таблица 1

Направление и характер воздействия отходов на окружающую среду [8]

Виды техногенно-минеральных месторождений	Основные направления воздействия				
	Атмосфера	Земля	Водные ресурсы	Гидрологический режим	Растительный и животный мир (биосфера)
Горнодобывающего производства	Загрязнение пылью в результате ветровой эрозии, газами	Отчуждение земель из хозяйственного использования, загрязнение их сдуваемой пылью	Сток дренажных вод, вымывающих тяжелые металлы из вмещающих горных пород. Загрязнение подземных вод	Локальное заболачивание или усыхание территории	Изменение растительного и животного мира, изменение видового состава
Обогатительного производства (шламохранилища)	Интенсивное пылевыделение в результате ветровой эрозии с поверхности шламохранилищ	Отчуждение земель из хозяйственного использования, загрязнение почв тяжелыми металлами	Сброс дренажных вод с высоким содержанием взвешенных частиц химическими веществами, тяжелыми металлами. Загрязнение подземных вод за счёт донной фильтрации и фильтрации перед дамбами	Локальное заболачивание прилегающих территорий, ухудшение гидрологического режима	Смена растительности, изменение видового состава, ухудшение условий обитания наземной и водной фауны и флоры
Металлургического производства (шлакоотвалы)	Загрязнение пылью, интенсивное пылевыделение в результате ветровой эрозии (ферросплавное производство)	Отчуждение земель, нарушение земель и рельефа, уничтожение плодородных почв, химическое загрязнение почв	Загрязнение водного бассейна дренажными водами. Ухудшение качества воды	Нарушение водного баланса территории, подъем уровня грунтовых вод	Ухудшение условий обитания наземной фауны и флоры. Уничтожение и сокращение дикорастущих растений
Энергетического производства (золохранилища)	Загрязнение зольной пылью с пересыхающих частей золоотвалов	Отчуждение земель из хозяйственного использования. Загрязнение почвенного покрова	Загрязнение водного бассейна при донной фильтрации зольных вод, загрязненный поверхностный сток при фильтрации через дамбы	Нарушение водного баланса территории, подъем уровня грунтовых вод, ухудшение качества подземных вод	Ухудшение условий обитания наземной фауны и флоры
Химического производства (шламохранилища)	Загрязнение (запыление и загазовывание)	Отчуждение земель из хозяйственного использования, химическое загрязнение почв	Загрязнение водного бассейна сточными дренажными водами. Ухудшение качества воды	Нарушение водного баланса территории, ухудшение гидрологического режима, ухудшение качества подземных вод	Ухудшение условий обитания наземной фауны и флоры

ное воздействие на окружающую среду (атмосфера, гидросфера, литосфера). Помимо загрязнения и последующего уничтожения и роста заболеваемости растений, снижения их видового разнообразия, ухудшения здоровья населения, нарушения эстетической ценности горных ландшафтов, отчуждаются огромные площади хозяйственно ценных земель.

В ряде исследований предпринимаются попытки обосновать степень опасности влияния ТМО на окружающую среду с целью прогноза возможных воздействий и формирующихся последствий. Так, например, в работе [9] в числе оцениваемых факторов предлагается учитывать:

– диспергированность отходов, выраженную в удельной поверхности отходов;

– концентрацию металлов в ТМО, выражаемую в суммарном кларке концентрации;

– форму нахождения металлов в ТМО;

– занимаемую площадь под ТМО.

Согласно рекомендуемым факторам выполнена оценка опасности влияния на окружающую среду ТМО Среднего Урала. Результирующие данные приведены в табл. 2.

Таблица 2

Распределение ТМО по степени опасности воздействия на окружающую среду

Показатели	Количество, ед.	Структура, %
ТМО с наибольшей интенсивностью воздействия	15	23
ТМО с умеренной опасностью воздействия	38	58
ТМО с наименьшей опасностью воздействия	12	19
Итого	65	100

Составлено по [9].

Для прогноза последствий, обусловленных воздействием ТМО на окружающую среду, требуется наличие информации о реципиентах, воспринимающих воздействия. Так как натуральные ущербы, формируемые при этом, исключают их суммирование, то стоимостная форма этих ущербов позволяет получать интегральные оценки, отражающие общую величину последствий. Чаще всего в зону влияния ТМО попадают природные ресурсы, для денежной оценки вреда, причиняемого которым, могут быть использованы методические рекомендации [10, 11]. Согласно последним требуется информация о выделении экологических зон, формируемых вокруг источника воздействия, экономической оценке природных ресурсов в каждой экологической зоне (земельных, лесных, дикоросах и т. д.), степени снижения экономической ценности природных ресурсов под влиянием техногенного воздействия. Пример реализации методических рекомендаций по оценке экономического ущерба приведен в работе [12]. Для оценки экономического ущерба, причиняемого населению, возможно использование методических рекомендаций, касающихся роста их заболеваемости, смертности, инвалидности [13–15 и др.].

Детализация роста последствий зависит от стадии оценки. На предпроектной стадии выполнение подобного расчета опирается на данные объектов-аналогов, результаты экспертных опросов. В последующем всё большую долю приобретают прямые расчеты.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный классификационный каталог отходов с дополнениями от 30.07.2003 г., утв. приказом МПР России от 02.12.2002 № 786.

2. Чайников В. В. Системная оценка техногенных месторождений // Геология, методы поисков, разведки и оценки месторождений твердых полезных ископаемых. Обзорная информация. 1999. Вып. 6–7. М.: ЗАО «Геоин-

форммарк». 75 с.
3. Колосов А. В. Эколого-экономические принципы развития горного производства. М.: Недра, 1987. 261 с.
4. Зубков А. А., Воробьёв А. Е., Шуленина З. М. Концепция решения минерально-сырьевых проблем и охраны окружающей среды // Маркшейдерия и недропользование. 2009. № 4(42). С. 23–32.
5. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. М: ИМГРЭ, 1982.
6. Методические рекомендации по геохимическим исследованиям для оценки воздействия на окружающую среду проектируемых горнодобывающих предприятий. М.: ИМГРЭ, 1986.
7. Бачурин Б. А. Экологические и геохимические аспекты горного производства // Горный журнал. 2005. № 12. С. 87–90.
8. Макаров А. Б. Техногенно-минеральные месторождения Урала: автореферат дис. … д-ра геол.-минерал. наук. Екатеринбург, 2007. 41 с.
9. Семячков А. И., Игнатьева М. Н., Литвинова Л. А. Выявление и технология последствий воздействия горнопромышленных комплексов на окружающую среду. Екатеринбург: ИЭ УрО РАН, 2008. 90 с.
10. Игнатьева М. Н., Литвинова Л. А., Косолапов О. В. Экономическая оценка экологических последствий освоения минеральных ресурсов // Изв. вузов. Горный журнал. 2012. № 7. С. 13–16.
11. Игнатьева М. Н., Литвинова Л. А., Косолапов О. В. К методическому обеспечению прогнозирования экологических последствий воздействия добычи нефти и газа в северных регионах // Изв. вузов. Горный журнал. 2011. № 7. С. 70–76.
12. Экономическая оценка вреда, причиняемого арктической экосистеме при освоении нефтегазовых ресурсов / М. Н. Игнатьева [и др.] // Экономика региона. 2012. № 4. С. 199–201.
13. Ревич Б. А.. Сидоренко В. Н. Экономические последствия воздействия загрязнений окружающей среды на здоровье населения. М.: Акрополь, ЦЭПР, 2007. 57 с.
14. Макроэкономическая оценка издержек для здоровья населения России от загрязнения окружающей среды. М., 2002.
15. Ревич Б. А., Сидоренко В. Н. Методика оценки экономического ущерба здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха. М., 2006.

Поступила в редакцию 15 апреля 2015 г.

Коротеев Никита Дмитриевич – аспирант кафедры экономической теории и предпринимательства. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30, Уральский государственный горный университет.

УДК 332.1

КОНЦЕПЦИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ: ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Пустохина Н. Г., Валиев В. Н.

В статье раскрывается сущность концепции устойчивого развития, специфика ее реализации в России. Обосновывается взаимосвязь сильной и слабой устойчивости с антропо- и экоцентризмом.
Ключевые слова: *устойчивое развитие; этапы; природный капитал; экономический рост.*

Современное общество сходится во мнении, что возможны и благоприятная экологическая обстановка, и экономический рост одновременно. По словам Горшкова В. Г., «Земля представляет собой систему, в которой сама жизнь помогает контролировать ее состояние. Биологические процессы сильно взаимодействуют с физическими и химическими процессами в формировании свойств окружающей среды, но биология играет гораздо более важную роль в поддержании пределов обитаемости окружающей среды, чем это предполагалось ранее» [1]. Все отчетливей становится осознание того, что требуется наиболее рациональное взаимодействие природы и человека. Развитие концепции «общество-природа» как взаимодействия и развития экологической и экономической форм является в настоящее время отражением того факта, что общество вплотную приблизилось к необходимости управления социально-экономическим развитием регионов, городов, государств, к переходу от борьбы с последствиями, обусловленными нерациональной хозяйственной деятельностью, к построению системы рационального природопользования.

Для решения проблемы сбалансированного взаимодействия природы и общества была сформирована концепция устойчивого развития, ориентированная на сохранение динамического равновесия биосферы, т. е. предполагаемый переход от экстенсивного природопользования к равновесному, который предусматривает создание условий для самовосстановления природы [2–6].

Появление концепции устойчивого развития, которая является одной из наиболее распространенных и поддерживаемых мировым сообществом, относят к 80-м годам XX века, к тому периоду, когда прежняя концепция, ориентированная на охрану окружающей среды, была подвергнута пересмотру в связи с дестабилизацией экологической ситуации. В 1987 г. Всемирная комиссия ООН по окружающей среде и развитию актуализировала проблему поиска новой модели развития, опубликовав доклад «Наше общее будущее», отражающий основные подходы по обеспечению устойчивого развития (sustainable development). Рассматриваемый термин в своей первооснове происходит от биологического термина «sustainability», означающего такое развитие популяции, при котором:

– целостность вмещающей экосистемы не разрушается;

– жизнедеятельность последней не угнетает функционирования популяции.

Термин «sustainable development» трудно перевести на русский язык, при дословном переводе он звучит как «поддерживающее развитие», «развитие, допустимое или согласованное с состоянием природы и ее законами», «поддержание развития». Однако, как следует из анализа, лучше всего в русском языке прижился термин «устойчивое развитие». Согласно рекомендациям Международной комиссии по проблемам окружающей среды и развития, перевод данного термина звучит как «такой стиль прогресса или развития, который удовлетворяет потребностям сегодняшнего дня, не ущемляя возможности будущих поколений удовлетворять свои потребности». В настоящее время существует более 50 определений данного понятия, и это, как показывают исследования, не предел [7].

В большинстве случаев устойчивое развитие рассматривается с позиции экологически сбалансированного решения социально-экономических задач, при котором рост благосостояния людей не вызывает ухудшения качества окружающей среды и деградации природных ресурсов. В данном случае определяющим в устойчивом развитии является учет экологического фактора, т. е. обеспечение экоэффективности. Однако устойчивое развитие предусматривает реализацию и второго условия – экосправедливости, т. е. справедливых отношений между поколениями и в рамках одного поколения.

Устойчивая эколого-экономическая система должна стремиться к сохранению природного капитала (биоразнообразие, озоновый слой и др.), возобновлению природных ресурсов, которые могут возобновляться (например, биологические виды), или замещать их искусственными заменителями, стремиться к достижению справедливых отношений (снижение разрыва между бедными и богатыми, равенство по полу, национальности и т. д.). На Конференции в Рио-де-Жанейро (1992 г.) данная концепция получила официальное признание, а в ее основном документе «Повестка дня на 21 век» был сформулирован призыв к правительствам разных стран о необходимости разработки национальных стратегий устойчивого развития при широком участии общественности, т. к. безопасное и обеспеченное будущее всем народам может обеспечить только партнерство, характеризуемое широким масштабом [8].

Принципы Декларации Рио-де-Жанейро в отношении устойчивого развития сводятся к следующим:

– признание того, что в центре внимания находятся люди, которые должны иметь право на здоровую и плодотворную жизнь в гармонии с природой;

– охрана окружающей среды должна стать неотъемлемой компонентой развития и не может рассматриваться в отрыве от него;

– право на развитие должно реализоваться таким образом, чтобы в равной мере обеспечивать удовлетворение потребностей в развитии и сохранении окружающей среды;

– уменьшение разрыва в уровне жизни народов мира.

На конференции помимо Декларации был принят еще ряд документов, пронизанных идеей устойчивого развития:

– Повестка дня на XXI век – программный документ, ориентированный на разработку стратегий устойчивого развития с учетом социального, экологического и экономического аспектов;

– Заявление о принципах глобального консенсуса по управлению, сохранению и устойчивому развитию всех видов лесов, жизненно необходимых для обеспечения экономического развития и сохранения всех форм жизни;

– Рамочная конвенция Объединенных Наций об изменении климата, ориентированная на стабилизацию выбросов газов, вызывающих парниковый эффект в атмосфере;

– Конвенция о биологическом разнообразии – обращение к национальным правительствам с требованием принятия мер для сохранения разнообразия живых существ.

Россия в числе других государств поддержала концепцию устойчивого развития. Указом Президента Российской Федерации от 1 апреля 1996 г. № 440 была утверждена «Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» [9], в число основных задач которой вошли следующие:

– выход страны из кризисных ситуаций и обеспечение стабилизации экологической ситуации;

– экологизация экономической деятельности в рамках институциональных и структурных преобразований, предполагающая улучшение состояния окружающей среды и становление новой экоориентированной модели хозяйствования и соответствующих методов управления;

– введение хозяйственной деятельности в пределы емкости экосистем.

Реализация концепции предполагает скоординированные действия во всех сферах жизни, строгое соблюдение ряда ограничений, экоструктурную перестройку экономи-

ки и т. д. Устойчивое развитие в трактовке авторов концепции подразумевает сохранение равновесного состояния окружающей среды в течение длительного периода времени, исключающее меры, способные вывести природную среду из состояния устойчивости. Концепция допускает возможность воздействия человека на окружающую среду, но при ограничении этого воздействия (не превышающего пределы способности природы к самовосстановлению). Обязательным и единственным условием, которое ограничивает скорость устойчивого развития, выступает порог возмущения естественной биоты Земли [10]. Особое внимание в концепции обращается на региональные аспекты устойчивого развития. Решение вопросов, связанных с устойчивым развитием в регионе, рекомендуется увязывать с федеральными задачами и местной спецификой территориальных образований. Концепция устойчивого развития предполагает рассмотрение последнего с двух позиций:

– сохранения уровня удовлетворения потребностей;

– сохранения уровня природного капитала.

В первом случае речь идет о слабой устойчивости, базовой посылкой которой служит признание взаимозаменяемости техногенного и природного (естественного) капитала, что приводит к ослаблению фактора ограниченности природных ресурсов и актуализации роли технологических инноваций. В свою очередь требованием концепции сильной устойчивости является сохранение естественного капитала (сырьевые ресурсы, возобновимые ресурсы, экологические услуги). Правда данное условие интерпретируется по-разному: либо как полный запрет на снижение запаса природного капитала, либо как допущение некоторого снижения этого запаса.

При актуальности проблемы перехода к устойчивому развитию теоретические подходы и методический инструментарий его реализации остаются до сих пор дискуссионными и до конца не проработанными. Среди них выделяют *антропоцентрический* и *биосферно-центрический* подходы. Первый строится по правилам, которые устанавливает человек, и базируется на требованиях, которые тот предъявляет к качеству окружающей среды обитания и полезности природных объектов в целях удовлетворения потребностей. От допускаемого развития экономики, которое обеспечивает улучшение благосостояния, условий труда и жизни населения, требуется сохранение экологического равновесия за счет рационального использования и воспроизводства природных ресурсов, широкого использования вторично-сырьевого потенциала. В стратегическом отношении такая концепция ориентирована на экономическое развитие, при сохранении биоразнообразия и обеспечении экологической безопасности.

Основополагающими принципами согласованности развития экономики и экологии в этом случае выступают следующие:

– оценка экологической ситуации;

– обоснование предельных величин загрязнения окружающей среды и использования природного потенциала;

– наличие экономического механизма, обеспечивающего реализацию вышеуказанных условий [11].

По своей сути данный подход соответствует слабой устойчивости, которая допускает экономический рост в рамках экологических ограничений за счет использования системы эколого-экономических инструментов, преобразования потребительского поведения, развития научно-технического прогресса, который ослабляет влияние фактора ограниченности природных ресурсов в результате возникающей возможности их замены. Одним из проявлений антропоцентрического подхода является модель «охраны природы», предшествующая модели устойчивого развития.

Сторонники данной модели развития считают возможным экономический рост, который требует технологической реорганизации и модернизации производства для устранения экологических последствий. Природа же воспринимается как объект, отличающийся выносливостью и способностью к адаптации к деяниям человека. Считается, что возмож-

но снизить природоемкость экономики, не затрагивая ее фундамента, в целях уменьшения загрязнения окружающей среды. В целом рассматриваемый подход базируется на идее возможности экономического роста при использовании достижений научно-технического развития и сохранении экологического равновесия.

Второй, *биосферно-центрический* (экоцентрический) подход, нацеленный на сохранение биосферы, рассматривает человека в качестве биологического вида, который зависит от состояния биосферы и подчиняется ее законам. Экоцентрический подход в рамках модели устойчивого развития проявляется в форме сильной устойчивости и требования «неснижения природного капитала». Развитие человеческого общества рассматривается как часть эволюции природы, что требует подчинения человека законам природы. Приоритетным в данном подходе являются сохранение и поддержание природных экосистем. Предусматривается жесткая политика в части экономического роста, ограничения пределов потребления, минимизации замены первичного природного капитала искусственным. Данная направленность отличает, в частности, рекомендации И. П. Глазыриной об определении путей достижения устойчивого развития. Автор считает, что устойчивое развитие не должно приводить к уменьшению природного капитала. По ее мнению, экономическое развитие должно осуществляться при сохранении последнего (природный капитал при этом определяется как совокупность активов, предоставляющих человечеству ресурсы и экологические услуги: водообеспечение, ассимиляция отходов и т. д.) [12].

В рамках данного подхода действует и концепция биотической регуляции, основой которой служит «правило одного процента», которое означает, что в энергетическом выражении доля возможного потребления чистой первичной продукции не должна превышать 1 %. Эта концепция активно развивается научным коллективом, руководимым В. Г. Горшковым, как развитие теории биотической регуляции и стабилизации окружающей среды. Один процент чистой первичной продукции глобальной биоты представляет собой в данном случае предел устойчивости (выносливость) биосферы по отношению к антропогенному воздействию. Однако на сегодня, согласно исследованиям, потребление биопродукции экосистем суши оценивается в 7–12 %, что на порядок превышает устанавливаемый предел. Поддержание природного капитала рассматривается рядом исследователей как запрет на любое снижение запасов естественных ресурсов, что соответственно приводит к ограничению или исключению экономического роста. К счастью, пока не превышены пределы, за которыми начинается полная деградация биосферы. В то же время при росте населения и исключении экономического роста возможна социальная нестабильность и обострение проблем нищеты и бедности, т. е. первоочередного решения потребуют социальные проблемы.

Реальным выходом из создавшегося положения служит модель устойчивого развития, которая предполагает сбалансированность темпов экономического роста с темпами воспроизводства природных ресурсов и темпами воспроизводства качества среды в рамках ассимиляционного потенциала природы. Сбалансированность экономики в свою очередь означает рассмотрение её в виде эколого-экономической системы со сбалансированными материальными потоками. Оценкой сбалансированности выступает соизмерение экологической техноемкости территории (обобщенная характеристика территории, отражающая самовосстановительный потенциал природной среды, количественно равный максимальной техногенной нагрузке, которую может выдержать в течение длительного времени совокупность всех реципиентов и экологических систем территории без нарушения их структурных и функциональных свойств) и природоемкости техносферы (производства) территории, которая формируется за счет объемов хозяйственного изъятия и поражения местных возобновимых ресурсов, включая загрязнение среды и другие формы техногенного угнетения [13–15].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Горшков В. Г. Энергетика биосферы и устойчивость окружающей среды // Итоги науки и техники. Теоретические и общие вопросы географии. Т. 7. М.: ВИНИТИ, 1990.

2. Бобылев С. Н. Экология и экономика: взгляд в будущее // Экологическое право. 2001. № 2. С. 12–18.

3. Кондратьев К. Я., Лосев К. С. Иллюзия и реальность стратегии устойчивого развития // Вестник РАН. 2002. Т. 72. № 7. С. 592–601.

4. Майбуров И. Устойчивое развитие как коэволюционный процесс // Общество и экономика. 2004. № 4. С. 124–143.

5. Рябчиков А. К. Экономика природопользования. М.: Элит-2000, 2002. 192 с.

6. Мочалова Л. А., Игнатьева М. Н. Экологический менеджмент Екатеринбург: УГГГА, 2003.

7. Игнатьева М. Н., Косолапов О. В. Сущность понятия «устойчивое развитие» // Изв. вузов. Горный журнал. 2014. № 2. С. 21–25.

8. Пахомова Н. В., Рихтер К. К. Экономика природопользования и экологический менеджмент: учебник для вузов. СПб.: Издательство С.-Петерб. ун-та, 1999. 488 с.

9. Коптюг В. А. Конференция ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.) // Информационный обзор. Новосибирск: СО РАН, 1992.

10. Голубев Г. Н., Данилов-Данильян В. И. Еще раз об основе устойчивого развития природы и общества // Вестник РАН. 1995. Т. 65. № 6. С. 516–519.

11. Лукьянчиков Н. Н., Потравный И. М. Экономика и организация природопользования. М.: ЮНИТИ, 2002. 454 с.

12. Глазырина И. П. Природный капитал в экономике переходного периода. М., 2001. 204 с.

13. Акимова Т. А., Хаскин В. В. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда: учебник для студентов вузов. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. 495 с.

14. Игнатов В. Г., Кокин А. В. Сбалансированное природопользование. Р-н/Д: Изд-во «Феникс», 2003. 512 с.

15. Игнатьева М. Н. Основные положения геоэкосоциоэкономического подхода к освоению природных ресурсов // Известия УГГУ. 2014. № 3(35). С. 14–80.

Поступила в редакцию 11 марта 2015 г.

Пустохина Наталия Георгиевна – старший преподаватель кафедры экономической теории и предпринимательства. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30. E-mail: IEF.ETP@ursmu.ru

Валиев Вусал Ниязович – аспирант кафедры экономической теории и предпринимательства. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.

УДК 332.1

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЙ АСПЕКТ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Валиев В. Н., Косолапов О. В.

В статье обосновывается необходимость рационального природопользования в условиях перехода к устойчивому развитию и экономного расходования природных ресурсов (ресурсосбережения) как важнейшей составляющей рационального природопользования. Предлагается авторское определение ресурсосбережения и его основные направления в условиях освоения ресурсов недр.

Ключевые слова: *рациональное природопользование; ресурсосбережение; принципы; направления.*

Реализация на практике экологически устойчивого, сбалансированного развития экономики предусматривает такой способ функционирования конкретного производства, – а также региона, отрасли, народного хозяйства в целом, – при котором рационально используются все компоненты сырья и энергии в цикле «первичные ресурсы – добыча – первичное сырье – производство – потребление – вторичные ресурсы», что обеспечивает снижение антропогенного воздействия на окружающую среду. Согласно Реймерсу Н. Ф. [1] «рациональное природопользование – система деятельности, призванная обеспечить экономную эксплуатацию природных ресурсов и условий и наиболее эффективный режим их воспроизводства с учетом перспективных интересов развивающегося хозяйства и сохранения здоровья людей». В работе [2] оно определяется как «высокоэффективное хозяйствование, не приводящее к резким изменениям природно-ресурсного потенциала и не ведущее к глубоким переменам в окружающей человека природной среде», а в работе [3] как «хозяйственная деятельность человека, обеспечивающая экономное использование природных ресурсов и условий, их охрану и воспроизводство с учетом не только настоящих, но и будущих интересов общества».

Ориентируясь в своем развитии на перспективные интересы развивающегося хозяйства и сохранение здоровья населения, рациональное природопользование предполагает:

– экономную эксплуатацию природных ресурсов;

– бережное отношение к качеству окружающей среды;

– эффективный режим воспроизводства природных ресурсов и восстановления качества окружающей среды;

– охрану природных ресурсов и природных условий, что, в конечном счете, исключает резкие изменения в природно-ресурсном потенциале и не допускает глубокие перемены в окружающей среде.

Обобщение и анализ материалов, связанных с рациональным природопользованием, позволили систематизировать принципы, лежащие в основе этого процесса. К их числу относятся:

1. Принцип гармонизации взаимоотношений природы и производства, ориентирующий процесс природопользования на сбалансированность темпов изъятия природных ресурсов и загрязнения окружающей среды с темпами самовосстановления природной среды, жесткое соблюдение установленных экологических ограничений в процессе производственной деятельности, максимально возможное сохранение экологического равновесия. Соблюдение указанного принципа требует постоянного наблюдения за состоянием окружающей среды и ее изменением, что позволяет осуществлять прогнозирование и принимать соответствующие решения в части корректировки процесса производства или даже необходимости его остановки.

2. Принцип предупреждения, который предусматривает комплексную всестороннюю оценку возможных воздействий на окружающую среду, связанных с использованием

того или иного ресурса, и ответных реакций последних. При этом учету подлежат не только прямые, но и косвенные и отдаленные последствия экологического, экономического и социального характера [1–3].

3. Принцип оптимизации природопользования, заключающийся в выборе наилучшего из возможных направлений применения природного ресурса на основе определения ценности данного направления использования, которая должна быть не ниже альтернативных издержек. Обязательной при определении ценности в данном случае является ориентация на многокритериальность (социальные, экологические и экономические критерии).

4. Принцип сбалансированности воспроизводства и использования природных ресурсов, требующий опережения темпов воспроизводства над темпами использования природных ресурсов, восполнения изымаемых из природной среды ресурсов за счет естественного процесса воспроизводства (лесопосадки, введение в хозяйственный оборот новых земель сельскохозяйственного назначения, разведение домашнего скота и т. д.) и экономического воспроизводства (геологоразведочные работы, в результате проведения которых осуществляется открытие новых месторождений и постановка на баланс запасов полезных ископаемых).

5. Принцип ресурсосбережения, учитывающий факт исчерпаемости природных ресурсов.

При наличии существенной величины природного капитала Россия использует его весьма неэффективно, по расчетам авторов [4] он используется в нашей стране в 25 раз хуже, чем в США, в 38 раз хуже, чем в Китае, в 122 раза хуже, чем в Японии, что находит отражение в высокой природоемкости отечественного производства. Так, согласно Е. Глубоковой, на единицу продукции в России затрачивается в 5–6 раз больше энергии, чем в развитых европейских странах, по расходу воды Россия опережает даже такие далеко не передовые страны, как Польшу – в 3 раза – и Латвию – в 6,5 раз и т. д. Все вышесказанное свидетельствует о высокой востребованности реализации политики ресурсосбережения, повышения эффективности использования природных ресурсов, находящей отражение в масштабах воздействия на окружающую среду. Чем большее количество энергетических, минеральных, лесных и других видов ресурсов требуется для осуществления тех или иных проектов, программ, тем выше уровень экспансий в отношении природно-ресурсного потенциала территории, и, следовательно, серьезнее опасность нарушения равновесного состояния экосистем, тем выше уровень загрязнения окружающей среды. Исходя из вышесказанного, ресурсосбережение начинает играть первостепенную роль в снижении давления на окружающую среду [5].

До недавнего времени экстенсивная модель природопользования была вполне целесообразной. По мере роста масштабов хозяйственной деятельности «предельно допустимые нагрузки» на окружающую среду были превышены. Последствия подобной модели социально-экономического развития были продемонстрированы еще в конце 60-х – начале 70-х голов в работах Форрестера, Мидоуза, Месаровича и Пестеля. Они показали, что этот путь приведет к кризису в силу:

– исчерпаемости невозобновимых ресурсов и ограниченности их запаса;

– ограниченности земной поверхности;

– ограниченности самовосстановления окружающей среды, ее способности поглощать загрязняющие вещества, связанные с воздействием антропогенной деятельности.

В этот период внимание исследователей в первую очередь было сосредоточено на проблеме сохранения ресурсов для обеспечения будущего развития, тем более, что в 1973–74 гг. начался глобальный энергетический кризис. К середине 80-х годов обострились проблемы загрязнения окружающей среды, внимание переключилось на ликвидацию последствий загрязнения, возрастали объемы закупки природоохранного оборудования, увеличивались средства на охрану природы в государственном бюджете. В ряде экономически развитых стран были достигнуты успехи и в ресурсосбережении, но оно в тот мо-

мент еще не приобрело мировой значимости. Лишь через 10 лет экологическая проблема актуализировала решение ресурсной, наложила ограничения на направления и способы ее решения, сделала приоритетной стратегию ресурсосбережения.

Межгосударственный стандарт ГОСТ 30166-95 «Ресурсосбережение. Основные положения» и национальный стандарт РФ ГОСТ Р 52106-2003 «Ресурсосбережение. Основные положения», введенные в действие 03.07.2003 г., определяют ресурсосбережение как «организационную, экономическую, техническую, научную, практическую и информационную деятельность, методы, процессы, комплекс организационно-технических мер и мероприятий, сопровождающих все стадии жизненного цикла объекта и направленных на рациональное использование и экономное расходование ресурсов», т. е. ресурсосбережение рассматривается в качестве процесса, ориентированного на снижение материалоемкости и энергоемкости единицы продукции, сокращение потерь, увеличение выхода продукции за счет реализации достижений научно-технического прогресса и использования современных методов управления.

Поскольку потребности людей и общества стремительно растут, а ресурсы ограничены и редки, то роль ресурсосбережения в решении коренной триединой проблемы: что, как, для кого производить – все возрастает. Ресурсосбережение охватывает не только факторы производства, но и продукцию, поскольку продукция одной отрасли потребляется в другой, связанной с ней общественным разделением труда. Соблюдение ресурсосбережения – важная характеристика устойчивого развития. По оценкам Всемирного совета предпринимателей за устойчивое развитие удовлетворение потребностей, связанных с развитием экономики, при условии сохранения экологического равновесия, требует от индустриальных стран сокращения к 2040 г. более чем на 90 % объема материальных ресурсов, вовлекаемых в производство [6]. Особое значение политика ресурсосбережения имеет в отраслях, связанных с добычей природных ресурсов, извлечением их из природной среды. В первую очередь это относится к недропользованию, предметом труда которого выступают невозобновимые минеральные ресурсы [7, 8].

Анализ показывает, что определения понятия «ресурсосбережение» достаточно малочисленны. Их обобщение позволило автору сделать следующие выводы:

1. Понятие «ресурсосбережение» может рассматриваться в широком и узком смыслах слова. В широком смысле оно характеризует собой процесс, направленный на сбережение природного капитала в рамках установленных ограничений в части изъятия и изменения качества природных и экологических ресурсов, т. е. сбережение количественных и качественных характеристик природного капитала; при этом экономия ресурсов и ресурсосбережение природных ресурсов, так же как снижение антропогенного воздействия и ресурсосбережение экологических ресурсов, не должны рассматриваться в качестве синонимов. Экономия ресурсов, как и снижение отрицательных воздействий, предоставляют собой методы, с помощью которых реализуется процесс ресурсосбережения.

2. В узком смысле слова ресурсосбережение рассматривается обычно в части экономного (бережного) использования природных ресурсов.

3. Ресурсосбережение экологических ресурсов характеризует собой процесс, ориентированный на сбережение потока экосистемных услуг.

Согласно работе [9] имеют место следующие принципы ресурсосбережения:

– использование любого природного ресурса ведет как к сокращению природного капитала, так и к ухудшению его качества;

– темпы изъятия, использования природных ресурсов определяются уровнями их возобновления, которые должны иметь опережающий характер;

– превышение изъятия ресурсов над их возобновлением нарушает природные механизмы возобновления, что делает подобную ситуацию недопустимой;

– использованные возобновимые ресурсы должны возобновляться как в количественном, так и в качественном отношении с учетом возможного естественного возобновления, а нарушенные природные ресурсы – восстанавливаться;

– изъятие ресурсов лимитирует не только их возобновление, но и экологические ограничения, обеспечивающие сохранение экологического равновесия;

– любое возобновление и восстановление природных ресурсов более затратно, чем повышение полноты и комплексности использования последних;

– максимальное приближение характера антропогенного обмена между обществом и природой к биологическому;

– все природные ресурсы обладают стоимостью и должны включаться в систему платности.

В преломлении к ресурсам недр к ресурсосбережению предъявляется ряд требований, имеющих геологическую, горнотехническую, технологическую и экономическую направленность. В целом направления ресурсосбережения в сфере недропользования отражены на рис. 1. Снижение потерь и разубоживания представляет собой прямую

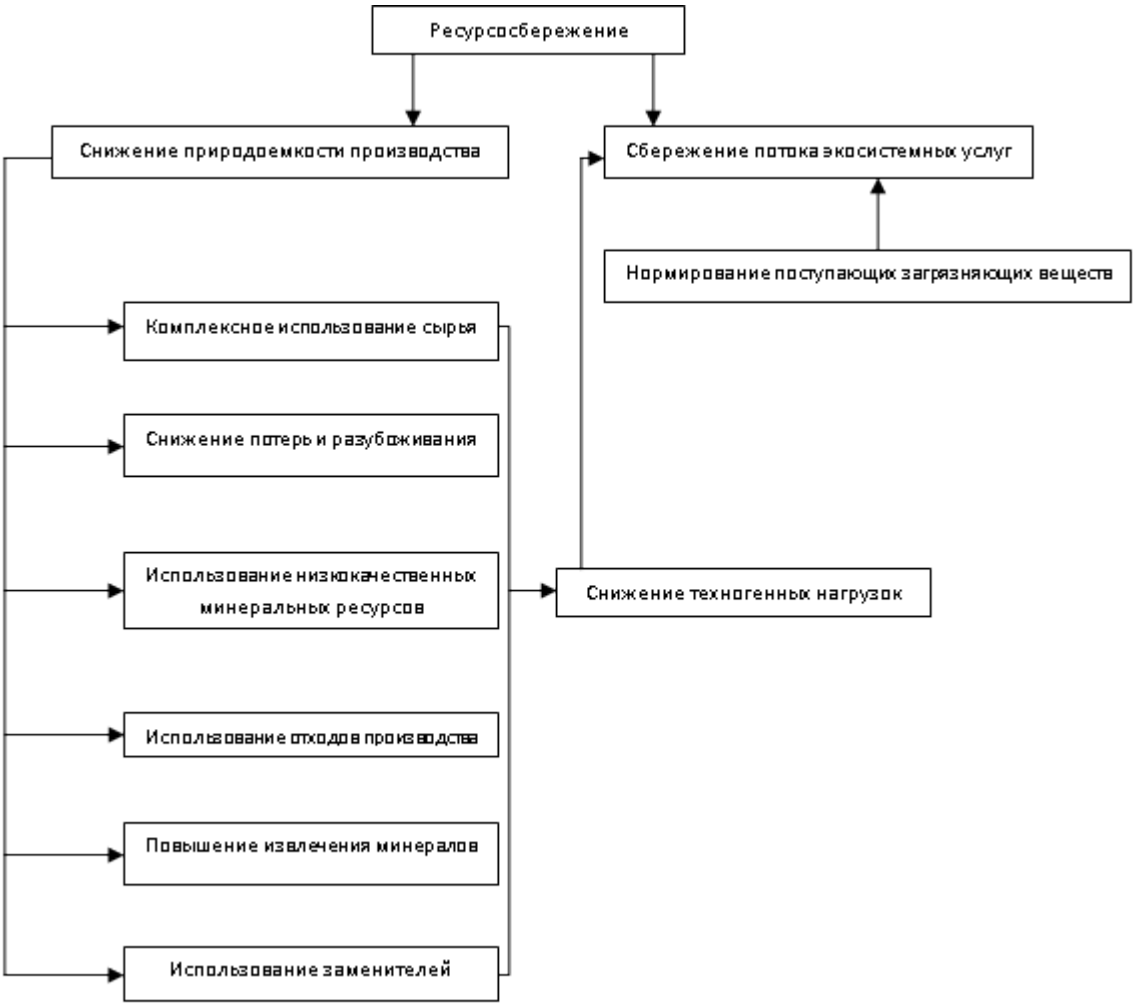


Рис. 1. Основные направления ресурсосбережения

экономию минеральных ресурсов, что предполагает применение новых технологий, внедрение организационно-экономических мероприятий, повторную разработку месторождений, ужесточение контроля за рациональным недропользованием. Повышение комплексности использования сырья сказывается на экономии первичных минеральных

ресурсов. Извлечение попутных компонентов чаще всего связано с дополнительными затратами, которые распределяются и на основную продукцию. В этом случае можно не только получить дополнительную прибыль, но и снизить объемы отходов.

Использование отходов, как лежалых, так и текущих, – один из важнейших путей экономии минеральных ресурсов и сохранения качества окружающей среды. В этом случае приоритет отдается безотходным и малоотходным технологиям, затем рассматривается возможность вторичного использования или рециклинг отходов, который подразумевает не только их возврат в производство, но и последующую продажу продукции заинтересованным потребителям. Использование низкокачественного минерального сырья существенно расширяет сырьевую базу и снижает скорость ее истощения. Реализация данного направления требует использования новых технологий и в ряде случаев поддержки государства.

Ориентация на возобновимые природные ресурсы предусматривает замещение первичных минеральных ресурсов и соответствующее их сбережение. При использовании возобновимых природных ресурсов необходимо вводить ограничения, обеспечивающие условия возобновления.

Все вышеперечисленные направления ресурсосбережения ведут к прямому уменьшению масштабов потребления минеральных ресурсов. Снижение удельных расходов материальных ресурсов рассматривается как косвенное влияние на экономию минеральных ресурсов, обусловленное снижением потребности в минеральном сырье, что сопровождается также и снижением отрицательного воздействия на окружающую среду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Игнатьева М. Н., Литвинова А. А., Косолапов О. В. К методическому обеспечению прогнозирования экологических последствий воздействия добычи нефти и газа в северных регионах // Изв. вузов. Горный журнал. 2011. № 7. С. 70–76.

2. Основы природопользования / А. Е. Воробьев [и др.]. Р-н/Д: Феникс, 2006. 544 с.

3. Игнатьева М. Н., Литвинова А. А., Косолапов О. В. Экономическая оценка экологических последствий освоения минеральных ресурсов // Изв. вузов. Горный журнал. 2012. № 7. С. 13–16.

4. Ибатуллин О. У., Ибатуллин У. Г. Возможности перехода российской экономики на инновационный путь развития // Экономика природопользования. 2008. № 1. С. 13–20.

5. Валиев В. Н., Игнатьева М. Н. Ресурсный аспект экологической деятельности // Изв. вузов. Горный журнал. № 7. 2012. С. 8–12.

6. Гаврилов И. Т. О направлениях международной деятельности в минерально-сырьевом секторе экономики (расширенные тезисы доклада) (КС-11) // Отечественная геология. 2004. № 1. С. 47–49.

7. Подвишенский С. Н., Чалов В. И., Кравчино О. П. Рациональное использование природных ресурсов в горнопромышленном комплексе. М.: Недра, 1988. 228 с.

8. Трубецкой К. Н. Основные направления и пути решения проблем ресурсосбережения при комплексном освоении недр // Маркшейдерия и недропользование. 2010. № 3(47). С. 22–29.

9. Акимова Т. А., Хаскин В. В. Экология. Человек – экология – биота – среда. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. 495 с.

Поступила в редакцию 11 марта 2015 г.

Валиев Вусал Ниязович – аспирант кафедры экономической теории и предпринимательства. 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30. E-mail: IEF.ETP@ursmu.ru

Косолапов Олег Вениаминович – кандидат экономических наук, заместитель генерального директора. по перспективному развитию. 460038, г. Оренбург, пр. Дзержинского, д. 2/2, ЗАО «Преображенскнефть».

К ИСТОРИИ СВЕРДЛОВСКОГО ГОРНОГО ИНСТИТУТА

*(окончание)**

НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

Наука в старой школе существовала сама по себе, не имела связи с производством. В выборе задач и тем для работы она считала себя совершенно самостоятельной. Хотя многие ученые и высшие школы пользовались хорошей, заслуженной репутацией, в целом наука и высшая школа не играли заметной роли и общественной и государственной жизни страны.

Положение коренным образом изменилось после перехода власти в руки народа. Развитие науки и высшей школы встало в тесную связь и зависимость от потребностей народного хозяйства.

Связь ученых института возникла, налаживалась и крепла с первых лет его существования. Но особенно активно этот процесс развивался после того, как Совет Народных Комиссаров принял решение о необходимости связи преподавания в высшей школе с задачами и нуждами промышленности. Это постановление было принято в 1920 г. Выполняя его, коллектив профессоров и преподавателей института подчинил свою деятельность производству. Создавались лаборатории, которые прикреплялись к производственным предприятиям. В начале их существования заключались договоры с производством на проведение элементарных опытов и исследований. Нередко договоры эти диктовались материальными условиями жизни, но и тогда в их выполнение вносились элементы научных исследований. Так, обращала на себя внимание руководителей работа лаборатории обогащения полезных ископаемых, руководил которой профессор Михаил Федорович Ортин. Первым трудом её были исследования по флотации отвальных руд Пышминского месторождения. Работа была новой для страны и очень важной в те суровые годы. Затем проводились опыты по обогащению егоршинского антрацита путем механического отделения угля от сланцев. Удалось сократить на 50 % содержание пустой породы в угле.

Летом 1924 г. возник вопрос об устройстве на копях сортировочной фабрики для механической сортировки и обогащения антрацита. Рекомендованная установка позволила уменьшить зольность углей на 12–13 %. Предложенный метод мог быть применен на других месторождениях не только угля, но и асбеста.

Крупной работой кафедры было и обогащение уральских корундов. Разработанная схема была очень не сложной, и Златоустовский и другие заводы приступили к оборудованию установки. Выполнен проект корундовой фабрики на бывшем техническом заводе, близ Кыштыма. Всего за 1925 г. было выполнено 8 научно-исследовательских работ [1].

Кафедра разработала проект опытной фабрики по обогащению в Губахе. На основе ее создаются впоследствии углекислотный и химический комбинаты.

Над обогащением кизеловских углей кафедра трудилась совместно с ученым Московской горной академии и Ленинградским «Механобром». Это была важнейшая государственная работа. Быстро развивавшаяся промышленность Урала остро нуждалась в топливе. Кизеловские угли были бедны, и вопрос их использования встал в порядок дня, ибо привозной сибирский уголь стоил дорого, и доставка его была нерегулярной. Метод

Начало в номере 4 (32), 2013 г., с. 101.

обогащения кизеловских углей, найденный лабораторией под руководством М. Ф. Ортина, был высоко оценен на научно-практической конференции, проведенной Уралпланом.

Следующими крупными работами были: изучение на обогатимость титаномагнетитовых руд Кусинского, Первоуральского, Копанского и Качканарского месторождений. Профессор М. Ф. Ортин консультировал проекты Красноуральской и Среднеуральской обогатительных фабрик. Кафедра решала также проблему обогащения железных валунчатых руд гор Благодать, Высокой и Магнитной. Опыт обогащения, выработанный для этих месторождений, был перенесен на другие месторождения страны (Липецкое, Камыш-Бурунское и др.).

Объем работы постоянно рос, и кафедра не в состоянии была обеспечить исследовательские и проектные заказы и потребности предприятий. Встал вопрос об организации научно-исследовательского и проектного института, каким и стал Уралмеханобр, инициатором и многолетним научным руководителем которого был профессор Михаил Федорович Ортин.

Сразу же по приезде в Екатеринбург в начале 1920 г. включился в научные исследования профессор Алексей Васильевич Шубников. По заданию Института прикладной минералогии он занялся исследованием рациональных способов обработки камня. У уральских камнерезов овладел камнерезным искусством, сконструировал на основе личного опыта прибор для огранки изумрудов, изучил процессы роста кристаллов. По заданию Уралхима вел работу по усовершенствованию методов кристаллизации в заводских условиях [2]. Много сделал для механизации и усовершенствования гранильного и камнерезного дела. Все его работы оказали неоценимую помощь производственникам. На гранильной фабрике по его рекомендации создается технический отдел, начинается производство валков из твердого камня (яшмы) для нужд кожевенной и текстильной промышленности.

Минералогическим музеем и лабораторией кафедры минералогии заведовал в те годы профессор Константин Константинович Матвеев. Уже в 1922 г. он по поручению Уральского управления золоторудной промышленности ведет работы в Кочкаре, Миассе, Кыштыме, на Палкинских копях по исследованию коренных и россыпных месторождений и выяснению промышленного значения монацитов, розовых топазов и других драгоценных камней и способов их добычи. В эти же годы К. К. Матвеев ведет поисковые работы. Много сделал К. К. Матвеев и для организации производства Екатеринбургской гранильной фабрики. Он являлся постоянным её консультантом по многим проблемам организации производства и методам обработки камня.

Глубокими познаниями в области маркшейдерии и геофизики владел профессор Петр Константинович Соболевский. Он занимался маркшейдерскими исследованиями, магнитометрией, съемками. Петр Константинович разработал способ подсчета запасов по методу объемной палетки, предложил формулу для определения объема масс, ограниченных поверхностей, сконструировал зеркала для ориентировки шахт, компаратор для измерения глубины шахт, деформатограф для определения микросдвижений наземных сооружений и др. Все эти и другие работы П. К. Соболевского сыскали ему славу создателя уральской маркшейдерской школы, лучшей в стране, по отзывам ученых того, да и нашего времени.

П. К. Соболевский щедро делился знаниями не только со студентами, но и с производственниками. По его инициативе проводились постоянно действующие курсы повышения квалификации производственников. Много актуальных вопросов практики решалось и на проходивших тогда съездах маркшейдеров, которые организовывал П. К. Соболевский, позже руководивший их работой.

В марте 1919 г. В. И. Ленин подписал декрет, в котором говорилось о необходимости изучения территории РСФСР в топографическом отношении в целях поднятия и развития производственных сил страны. При ВСНХ учреждается Высшее геодезическое управление. Уральское отделение управления прово-

дило геодезическую обработку мест залегания и добычи каменного угля, железа, асбеста и других полезных ископаемых. Для этого были созданы геодезические отряды, руководили которыми профессора института Николай Георгиевич Келль и Федор Федорович Павлов [3]. Надо сказать, что профессор Ф. Ф. Павлов проводил исключительно важную и огромную работу по геодезическим съемкам. Почти все крупные съемки для вновь строящихся заводов не только Екатеринбурга, но и других районов края проведены студентами института под его руководством, в том числе и геодезические съемки для УЗТМ, Нижнетагильского механического, Сухоложского цементного заводов и других предприятий Урала. Ранее такие работы проводились специальными бригадами специалистов, приглашаемыми из центра. Авторитет Ф. Ф. Павлова по съемочным и геодезическим работам был необычайно велик. О нем с уважением и благодарностью вспоминают многие работники производства.

Первые советские годы были периодом организации на Урале основ геологического изучения и создания уральской геологической школы, превратившейся впоследствии в мощное научное направление, тесно связанное с интересами горнорудной промышленности. Какую бы область геологических знаний мы не взяли, будь то геологическая съемка, поиски, разведка, стратиграфия, палеонтология, минералогия, петрография, учение о полезных ископаемых – они зарождались в стенах института. Часто научные работники его являлись руководителями производственно-исследовательских партий, экспедиций и лабораторий.

Положение геологической службы было тяжелым. До революции геологоразведочные работы велись не планомерно. По многим горнодобывающим и геологоразведочным организациям во время гражданской войны документация была утрачена. Выступая на первом съезде горнорабочих, В. И. Ленин поставил задачу скорейшего выявления полезных ископаемых, особенно железных и медных руд, угля, нефти. Профессора института откликнулись на призыв. Уже в 1920 г. профессор Александр Александрович Гапеев поехал на Северный Урал для промышленной оценки угольных месторождений Богословска, Волчанска, затем Челябинского бассейна. Его работы и выводы стали стимулом для развития этих месторождений.

В 1923 г. А. А. Гапеев был назначен председателем созданного в городе бюро Российского геологического комитета. Под его руководством бюро проводило работы на никель и фосфориты в Екатеринбургском районе, на платину в Нижнем Тагиле, уголь в Кизеле. Была составлена карта полезных ископаемых Урала.

Первую геологическую карту Урала составил преподаватель института Борис Михайлович Романов. Она явилась важным и ценным пособием для развития поисковых работ.

В эти же годы плодотворно трудился в институте и профессор Павел Иванович Преображенский. Это был удивительный организатор. Проведенные им тщательные разведывательные работы на калий привели к открытию колоссальных залежей калийных солей на Каме. С его именем связано рождение Соликамского калийного комбината. Не только разведка, но и проектирование, и строительство комбината проводились при активном участии и под руководством профессора П. И. Преображенского. Первым в 1925 г. П. И. Преображенский открыл нефть на Чусовой.

Только за 1923–1924 учебный год были проведены лабораториями маркшейдерии 5 работ, кристаллографии – 6, обогащения – 5, минералогии – 6. 85–90 % работ сделано по заданию промышленных предприятий [4]. Включались в научную работу и студенты.

Работал горный кружок. На его заседаниях широко обсуждались доклады студентов о производственных практиках, обо всем, с чем встретился там студент, как он осмыслил все увиденное и что сделал сам для помощи производству. Старшекурсники докладывали о проводимых ими научных работах в лабораториях и на предприятиях.

Так, во время летней практики на Губа-

хинских копях 12 студентов проводили хронометраж по НОТ. Был прохронометрирован весь производственный цикл. Обследовано в течение месяца до 90 смен. Выявлены неполадки в раскомандировке, в организации труда и расстановке сил. Это был ценный для научно-технических кадров производства материал [5].

В октябре 1925 г. при Уральском политехническом институте, в который входил и горный факультет, создается научно-технический институт с двумя отделениями: горным и химико-металлургическим. Руководителями горного отдела были профессора М. Ф. Ортин, П. К. Соболевский, К. К. Матвеев, Н. И. Безбородко, А. И. Смирнов, Ф. Ф. Павлов, О. Ф. Нейман. Лучшими установками в лабораториях были: станция по обогащению руд, оптическая и шлифовальная, магнитометрическая и радиометрическая, картографическая. Они содержались за счет заказов производственных организаций. Работы проводились в лабораториях и на предприятиях: проверка и калибровка, ремонт и изготовление точных приборов и химических реактивов, съемка и увеличение чертежей, их копирование, составление карт и коллекций. Кроме того, ученые давали консультации по производственным и научным вопросам [6].

В 1928 г. профессора института Николай Акимович Шадлун и Петр Константинович Соболевский начали работу в отделении Научно-исследовательского института прикладной минералогии. Начались комплексные исследования по всесторонним проблемам, и ставилась задача первоначального использования изученного объекта, т. е. постановка полузаводского производства, выработка или добыча разведанного полезного ископаемого, а затем, постепенно развивая производственную единицу, передавали ее промышленности для развития в нормальное предприятие. Так, горно-геологический отдел института, если разведка показывала промышленный характер месторождения, чтобы преодолеть инерцию раскачивания промышленности по использованию месторождения, начинал пробную его эксплуатацию. Так было разведано и передано промышленности Кусинское месторождение титаномагнетитов.

Следующей крупной работой была разведка хромитов геофизическими методами, а именно методом гравиметрии. Найденные этим методом пробы были переданы на обогатительную фабрику, и проведенная профессором М. Ф. Ортиным работа показала полную пригодность руд.

Актуальным для страны был поиск кровельных сланцев, призванных заменить дорогостоящее кровельное железо. Поисковые партии посетили 15 месторождений. Наиболее перспективным оказались месторождения Атлянское, Сухие озерки, Белорецкое, Южно-Уральское, Баевское и Смолинское на Среднем Урале. Результаты разведки были переданы Московскому отделу Института прикладной минералогии [7].

Таким образом, уже в первые десятилетия существования, несмотря на чрезвычайно трудные условия бытовые и материальные, ученые института многое сделали для развития научных исследований и оказания практической помощи производству в развитии производительных сил Урала.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Студент-рабочий. 1925. № 2–3.
2. Горный журнал. 1924. № 2. С. 210.
3. Уральский рабочий. 3 апреля 1979.
4. Студент-рабочий». 1924. № 9.
5. Студент-рабочий». 1925. № 2–3.
6. Уральский рабочий. 23 октября 1925.
7. Шадлун Н. А. Доклад от Научно-исследовательского института прикладной минералогии. Фонд музея истории СГИ.

УЧАСТИЕ СТУДЕНТОВ И НАУЧНЫХ РАБОТНИКОВ ИНСТИТУТА В ВОВ 1941–1945 ГГ.[1]

Лето 1941 года. Хлопотливой жизнью живет коллектив СГИ. Июнь – месяц, завершающий учебный год. Закончилась сессия, и многие студенты и преподаватели выехали на производственную практику. Заканчивается защита дипломных проектов, и сотни молодых специалистов-горняков готовы вступить в новую жизнь, начать свои первые шаги на инженерном поприще.

Но не суждено было осуществиться мечтам о работе на рудниках и в геологических партиях, той работе, ради которой пережиты трудные годы учебы и для которой готовил своих питомцев профессорско-преподавательский коллектив кафедр.

Начавшаяся 22 июня 1941 года Великая Отечественная война повернула жизнь института в новое русло. Листаем пожелтевшие страницы приказов по СГИ. Вот приказ от 24 июня 1941 г. № 106, параграф 4: «Считать отчисленными из института с 23 июня 1941 года в связи с призывом в РККА: инженера НИС Б. Г. Смирнова, лаборанта И. Л. Боярских, ассистента К. В. Зебзиева, студента Л. Д. Бовтунова».

Далекая пока война вошла в стены СГИ.

По-разному сложилась военная судьба ушедших на фронт сотрудников института и студентов. Леонид Дмитриевич Бовтунов учился на пятом курсе горно-механического факультета и с 1940 года был секретарем комитета ВЛКСМ института. Войну командир взвода Л. Д. Бовтунов начал в составе 357-го артиллерийского полка, затем служил в 192-м отдельном пулеметно-артиллерийском батальоне и в его составе попал в окружение. В ноябре 1942 года, выходя из окружения, вступил в партизанский отряд им. Щорса, соединения дважды Героя Советского Союза А. Федорова. Лейтенант Бовтунов погиб 21 октября 1943 года в 5 км северо-западнее села Маньчицы Рафановского района Ровенской области. Вот что написал родителям Лени командир соединения А. Федоров:

«Уважаемые Дмитрий Григорьевич, Елена Михайловна!

Всецело разделяю с Вами Ваше горе, горе отца и матери, потерявших своего родного, любимого сына. Я от всей души выражаю Вам глубокое соболезнование.

Я знаю, что Вам дорога память о Вашем сыне, и все, что мне известно о его жизни и подвигах во время пребывания его в наших партизанских рядах, сообщаю Вам.

Ваш сын Леонид Дмитриевич погиб смертью храбрых 21 октября 1943 года в борьбе с врагами народа, явными пособниками Гитлера – украинско-немецкими националистами.

Произошло это при следующих обстоятельствах.

21 октября 1943 года в 9 часов утра Ваш сын шел во главе роты, замыкающей колонну партизан. В густом сосновом бору, через который проходила колонна, в засаде сидели националисты. Пропустив главные силы отряда, они внезапно открыли огонь по замыкающим колонну. Тов. Бовтунов скомандовал роте развернуться вправо и повел ее в наступление.

Рота успешно атаковала националистов. На правом фланге завязался крупный бой, куда поспешил командир роты. Неожиданно из глубины кустов раздались залпы. Около 20 националистов открыли огонь по командиру роты и его связному. Леонид Дмитриевич, отстреливаясь, продолжал продвигаться вперед, и в это время вражеская пуля попала ему в голову, он замертво упал на землю. Дорого поплатились тогда националисты за нашего товарища, много их осталось лежать в темном сосновом бору.

Отряд потерял одного из храбрых и инициативных командиров. В тот же день отряд с великой скорбью на душе и с почестями, какие были возможны в условиях партизанской жизни, проводил тело Вашего сына в могилу.

[1] Из кн.: 50 лет Свердловскому горному институту. М.: Изд-во «Недра», 1967.

Ваш сын Леонид Дмитриевич вступил в партизанский отряд в октябре 1942 года. Выходя из окружения, пришел в партизанский отряд им. Щорса, в котором участвовал более чем в 20 боевых операциях, показав себя смелым и отважным командиром.

В бою на р. Припять, в местечке Юровичи, у противника были отбиты пушки. Ваш сын, как артиллерист, быстро использовал их, открыв батарейный огонь по противнику из его же пушек.

Ваш сын был храбрым, смелым, инициативным, скромным и культурным командиром. В отряде все его уважали за храбрость, за культурность и ценили как хорошего товарища.

Тов. Бовтунов, являясь командиром 3-й роты, пустил под откос 17 вражеских эшелонов с живой силой и военным грузом противника.

За проявленную смелость и отвагу в борьбе с немецкими оккупантами Ваш сын представлен к правительственной награде – ордену Отечественной войны I степени.

Еще раз выражаю Вам соболезнование по поводу безвременной потери Вашего сына.

Уважающий Вас бывший командир соединения дважды Герой Советского Союза, генерал-майор, секретарь Херсонского Обкома КП(б) Украины А. Федоров».

Борис Георгиевич Смирнов после окончания института был призван в армию и в составе саперных частей участвовал в боях за Москву, защищал Волгоград, воевал на Курской дуге, освобождал Харьков, Полтаву, Кременчуг, Кировград, Александрию, Первомайск, Григориополь. Наводил переправы на р. Висле в районе знаменитого Сандомирского плацдарма. Строил мосты и переправы через р. Одер, Нейсе, Эльбу, участвовал в марш-броске на Прагу, где и закончил войну. Ратные подвиги Б. Г. Смирнова отмечены орденами Отечественной войны I и II степени, медалями «За отвагу», «За боевые заслуги», «За оборону Сталинграда», «За освобождение Праги» и др.

После войны Смирнов вернулся в институт и продолжал работу в НИС, а затем работал заведующим Центральной лаборатории западной группы партии степной экспедиции Уральского геологического управления.

Иван Леонтьевич Боярских воевал на Южном и 1-м Украинском фронтах в артиллерийских частях в качестве командира взвода; дважды ранен, второе ранение в 1944 году явилось причиной демобилизации из армии. С 1944 по 1945 годы продолжал работать в институте на хозяйственной работе до выхода на пенсию.

Следующая группа сотрудников и студентов института ушла 30 июня 1941 года. В ее составе 15 студентов, преподаватель физической культуры И. М. Воронин и ответственный секретарь редакции газеты «Горняк» В. Н. Синцов. 8 июля отчислены из института в связи с призывом в армию Ф. И. Соколов, заведующий кафедрой военного дела, и еще 15 студентов.

22 июля 1941 года призваны еще трое. С. П. Казаков попал на Северо-Западный фронт, где служил в саперных частях, затем воевал на Калининском фронте и в кровопролитных боях под Ржевом в июне 1942 года был ранен. После излечения преподавал в военном училище и в сентябре 1945 года возвратился в СГИ. За боевые заслуги награжден орденом Отечественной войны II степени и медалями. А. П. Зимнин, служивший в Советской Армии по май 1944 года в качестве начальника инженерной службы танкового училища, обучал кадры для пополнения и формирования танковых частей и соединений действующей армии. М. Г. Навожилов воевал на Волховском фронте в саперных частях до ноября 1943 года, когда был демобилизован как специалист и возвратился в институт. Награжден медалью «За боевые заслуги». В дальнейшем работал профессором Днепропетровского горного института.

В июле 1941 года особенно тяжелые бои развернулись на смоленском направлении. Враг рвался к Москве, стремясь с ходу овладеть столицей нашей Родины. Однако эти намерения разбились о мужество и стойкость бойцов и командиров Красной Армии. Но армия нуждалась в пополнении, и в этот момент

уходит на фронт самая большая группа студентов и научных работников.

В приказе по институту № 129 от 26 июля 1941 года отчисляется сразу 217 студентов, а также ассистенты Н. Л. Фролов, В. К. Иванов, доценты Д. В. Козьминых, А. Е. Барон, Г. И. Вилесов. Некоторые из них погибли смертью храбрых, защищая родную землю, в том числе лейтенант В. Н. Булышев, младший лейтенант М. Я. Петролевич, старший лейтенант М. Т. Ковыляев, младший лейтенант К. А. Смирнов, лейтенанты В. Д. Камкин, А. И. Шнуров, В. Ф. Кондрашов, Н. Л. Фролов. Память об этих героях вечно будет жить в наших сердцах.

Но много студентов, призванных в этот день, прошли войну, остались живы и активно трудились на благо и процветание родной отчизны.

Бывший студент СГИ, на фронте начальник штаба 295-го минометного полка майор В. М. Пешков участвовал в боях под Сталинградом, дважды ранен и контужен, награжден тремя орденами и многими медалями, занимал должность заместителя министра топливной промышленности РСФСР. В. П. Прокашев – лейтенант, командир взвода, участник боев на Западном фронте, тяжело ранен в 1942 году, после окончания в 1944 году СГИ работает в горном надзоре. И. А. Рогозинников – лейтенант, помощник командира минометной роты 215-го отдельного лыжного батальона, воевал на Северо-Западном фронте, тяжело ранен, награжден медалями, трудился главным инженером проекта в институте Унипромедь. П. И. Шмаков – лейтенант, командир пулеметного взвода 215-го отдельного лыжного батальона, воевал на Северо-Западном фронте, тяжело ранен в 1943 году, работал главным инженером института Сибцветметпроект. В. А. Мичков – старший лейтенант, помощник начальника штаба отдельного минометного батальона 105-й отдельной стрелковой бригады, участник боев на Западном фронте, тяжело ранен в 1943 году, по окончании института работал в Уралгипрошахте, защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук, был заведующим кафедрой разработки пластовых месторождений СГИ. А. В. Мокроносов – майор, командир артиллерийского полка, награжден тремя орденами и медалями, работал начальником отдела в институте Унипромедь. Б. С. Горбачев – лейтенант, командир взвода 494-го артполка, воевал на Калининском и Центральном фронтах, тяжело ранен, награжден орденом Красной Звезды и медалями, работал главным инженером проекта в Уралгипрошахте. И. А. Петухов – рядовой, воевал на Северо-Западном фронте, в январе 1942 года тяжело ранен, после выздоровления в 1943 году возвратился в институт, награжден медалями «За отвагу» и «За победу над Германией». Будучи студентом, ряд лет работал председателем профкома института, успешно окончил институт, защитил кандидатскую диссертацию, работал директором Уральского филиала Всесоюзного научно-исследовательского маркшейдерского института. В. К. Иванов, как специалист, был вскоре демобилизован и возвратился на работу в СГИ. Был профессором Уральского государственного университета им. А. М. Горького, в 1966 году удостоен высокого звания лауреата Ленинской премии за работы в области математического анализа. Г. И. Вилесов служил на Дальнем Востоке, после демобилизации в 1944 году возвратился в СГИ.

В числе командного состава 336-го корпусного артиллерийского полка РГК были воспитанники института А. Е. Троп, И. Г. Лебедев, К. В. Зебзиев, С. С. Розанов, К. С. Кураков, Б. А. Галанцев, В. М. Шилов, зачисленные на должности командиров взводов в батареи и дивизионы. Вот краткая история того полка за первый год войны, самый трудный и ответственный.

Выехав на фронт 25–26 июня 1941 года, полк должен был прибыть в состав 22-й Уральской армии, дислоцировавшийся в районе г. Полоцка, но попасть в район сосредоточения полк не смог, так как десантные войска противника перерезали железную дорогу в районе станции Городок. С этими войсками полк вступил 7 июля в бой, действуя как пехотная часть. Десант был ликвидирован, но движение на Полоцк стало невозможным.

Полк был возвращен в г. Витебск, занял оборону на нижних подступах к городу, оседлав шоссе Витебск – Полоцк. Витебск удержать не удалось, но полк не покинул своих позиций даже тогда, когда в город ворвались автоматчики врага. Только расстреляв все снаряды, полк снялся с позиций и с боем прорвался через город на шоссе Витебск – Смоленск. В рукопашных схватках многие отдали свою жизнь, и среди них маркшейдер Борис Галанцев.

Тяжелым был путь отступления к Смоленску – не хватало снарядов и горючего для тракторов, непрерывные бомбежки изнуряли людей, вырывали из боевых рядов наших товарищей. А потом были кровопролитные бои под Смоленском, в междуречье Днепра и Волги, под Ельней и Торжком.

22 декабря 1942 года в составе 39-й армии полк начал наступление на Ржевскую группировку противника, и уже в середине января 1942 года передовые части армии пересекли железную дорогу Ржев – Великие Луки и зашли в тыл к фашистским войскам, оборонявшим г. Ржев. В этих боях 21 января 1942 года был тяжело ранен А. Е. Троп, в то время командир взвода управления второй батареи, и парторг этой батареи. За воинскую доблесть А. Е. Троп награжден медалью «За отвагу».

В феврале 1942 года полк попал в окружение, упорные бои в котором продолжались до июля 1942 года. Из полка выбыли В. М. Шилов (по ранению), С. С. Розанов, К. С. Кураков и И. Г. Лебедев.

В. М. Шилов и И. Г. Лебедев скончались после войны от ран, полученных во время войны. С. С. Розанов погиб в бою. Судьба К. С. Куракова неизвестна, а К. В. Зебзиев прослужил в полку до октября 1944 года, затем был демобилизован как специалист-горняк, занимая к тому времени должность первого помощника начальника штаба полка.

Смертью храбрых пал воспитанник института Андрей Михайлович Крутошинский, которому посмертно было присвоено звание Героя Советского Союза.

Андрей Михайлович Крутошинский окончил институт в 1941 году, получив специальность инженера-маркшейдера, и сразу был призван в армию. Участвовал в обороне Москвы. Уже с первых дней пребывания на фронте Крутошинский проявил себя как мужественный и храбрый офицер. Вот скупые строки военного донесения.

«15.08.42 года батальонам 609 СП была поставлена задача взять д. Теленково. Тов. Крутошинский, находясь в боевых порядках рот, корректировал огонь артиллерии, уничтожавшей огневые точки, препятствовавшие продвижению нашей пехоты. Тов. Крутошинский проявил личную храбрость и умение, организовал пехотные подразделения и повел их в атаку, показывая пример своей храбростью, в результате чего д. Теленково была занята.

В бою в районе д. Уварово 9.09.42 года немецкая пехота, поддержанная танками, предприняла контратаку. Крутошинский, находясь в боевых порядках пехоты, принял командование противотанковым орудием, открыл огонь по головному танку, который получил 2 прямых попадания. Контратака немцев была сорвана. За эти подвиги он награждается орденом Красной Звезды».

В начале 1943 года А. М. Крутошинскому присвоено звание капитана, и он назначается заместителем командира дивизиона 354-го артиллерийского полка 139-й стрелковой дивизии. За храбрость в бою за деревню Каменка А. М. Крутошинский в сентябре 1944 года награждается орденом Отечественной войны II степени.

Огнем противника были выведены из строя расчеты трех 45-миллимитровых пушек. Получив задание организовать огонь этих пушек, А. М. Крутошинский под сильным минометным и ружейно-пулеметным огнем противника собрал уцелевших бойцов и, лично командуя орудиями, открыл прицельный огонь прямой наводкой по огневым точкам противника.

В марте 1944 года он награждается орденом Красного Знамени. Вот что писало командование, представляя его к награде:

«В наступательных боях за август, сентябрь и октябрь месяцы 1943 года тов. Кру-

тошинский отличной организацией артиллерийской разведки и личным ее проведением обеспечивал гибкое управление огнем артиллерии дивизии, что способствовало успешному выполнению ее боевых задач. Дивизия с боями прошла свыше 200 км, форсировала реки Десна, Остер, Сож и освободила г. Ярославль.

13 августа 1943 года тов. Крутошинский впереди пехотных подразделений вел личную разведку в районе отметки 216,5 – 600 м юго-зап. Мамонтово, Кировского района, при нем находились разведчик и телефонист. В это время с высоты 216,5 противник силою 4 танков и 30 автоматчиков предпринял атаку. Организовав оборону, тов. Крутошинский с находившимися при нем бойцами огнем из личного оружия рассеял десант, уничтожив до 10 человек; танки, встреченные огнем прямой наводки, стоявшей в 300 м от батареи, отошли.

14 августа 1943 года тов. Крутошинский с этой же группой, зайдя во фланг противнику и открыв сильный автоматный огонь, создал противнику впечатление обхода, чем обеспечил захват нового рубежа в районе высоты 216,5 наступавшей на нее ротой 718 СП.

17–21 сентября 1943 года в излучине р. Остера, на протяжении почти 30 км, в результате создавшейся обстановки тов. Крутошинский лично управлял огнем приданных частей усиления-188 ПАП и 542 МП.

17 октября 1943 года в районе мест. Ленино БССР тов. Крутошинский с разведчиком, ведя личную разведку и выдвинувшись вперед пехотных подразделений, в течение 14 часов огнем из личного оружия отбивал атаки мелких групп противника, чем обеспечил прикрытие фланга подразделений 364 СП.

За инициативу, личную храбрость, умение и беззаветное служение Родине – достоин награждения орденом Красного Знамени».

4 июля 1944 года А. М. Крутошинский был представлен к званию Героя Советского Союза за беззаветное и самоотверженное служение Родине и героизм, проявленный в боях:

«27.06.44 год при форсировании р. Реста тов. Крутошинский, ведя за собой 144 ИПТАП, 4 ИПТАБР, организовав управление огнем полка, отразил 2 контратаки противника и, захватив переправу через р. Реста, которая была заминирована противником, не дав ее подорвать, обеспечил быстрое продвижение пехоты и артиллерии дивизии вперед.

27.06.44 года, ведя десантный батальон 609 СП, тов. Крутошинский лично обеспечил захват предместья Могилево-Луполово.

В ночь на 28.6.44 года тов. Крутошинский вышел с 1-м и 2-м батальонами 609 СП, форсировав на плотах р. Днепр, лично участвовал с командиром 2/609 СП капитаном Рабиным при пленении штаба 12 ПД немцев в г. Могилеве.

28.06.44 год тов. Крутошинский, выдвинувшись с двумя орудиями 144 ИПТАП вперед пехоты по центральной улице Могилева (в районе моста), выбил немцев с этого рубежа огнем прямой наводки, обеспечив захват моста на северной окраине Могилева, не дав противнику его взорвать; по разминированному мосту снова повел орудия вперед, продолжая обеспечивать орудийным огнем продвижение пехоты.

28.06.44 года, ведя передовой десантный батальон преследования, захватил переправу на р. Лахва, выбил противника с западного берега, обеспечил проход войск вперед.

29.06.44 года, ведя за собой по собственной инициативе организованный батальон преследования из состава 1/364 СП и пушечных батарей 2/354 АП, огнем прямой наводки выбил противника с рубежа на западном берегу р. Друбь и обеспечил захват переправы через нее.

1.07.44 года, идя во главе десанта автоматчиков, руководя группой разведчиков в 8 человек, по собственной инициативе форсировал вплавь р. Клева, атаковал и выбил противника из д. Козловой берег Погостинского района Могилевской области.

2.07.44 года, ведя разведку с группой в 6 человек в лесу Ю-В Погост 3 км, захватил в плен 49 власовцев и доставил их в 718 СП».

Президиум Верховного Совета СССР Указом от 26 октября 1944 года присвоил

Крутошинскому Андрею Михайловичу звание Героя Советского Союза. Эта высокая правительственная награда не застала героя в живых – 9 сентября 1944 года А. М. Крутошинский погиб смертью храбрых. Вот как описан в наградном листе этот последний день его жизни.

«В наступательных боях с 23.6 по 9.9. 44 года тов. Крутошинский все время находился на передовых НП в боевых порядках пехоты. Командуя подвижным отрядом преследования, лично обеспечил захват переправы р. Реста, дав возможность частям дивизии успешно продолжать преследование отступающего противника.

В бою 9.9.44 года под д. Рудзево по собственной инициативе организовал группу бойцов 609 СП и поднял их в атаку на противника, находившегося в противоположном рву южнее д. Рудзево. Огнем вражеского автоматчика был сражен на поле боя в 10 м от цели атаки.

За беззаветное служение Родине и исключительную храбрость достоин посмертного награждения орденом Отечественной войны I степени».

И он был награжден этим орденом – знаком воинской славы и доблести.

Недаром прожил свою короткую жизнь Андрей Михайлович Крутошинский, и память о нем долго будет жить среди тех, кто его знал.

До конца 1941 года в одиночку и группами уходили на фронт студенты и научные работники института. Всего в 1941 году из института ушло на фронт 45 научных работников и 343 студента.

За время войны из института в ряды Советской Армии ушло 728 человек, в том числе 560 студентов, 74 научных работника, 94 рабочих и служащих.

Одним из последних научных работников ушел в армию директор института Н. С. Завьялов, который был призван по партийной мобилизации, прошел краткосрочные курсы старшего политического состава и в должности комиссара стрелковой дивизии воевал на Воронежском фронте. Пал смертью храбрых в наступательных боях в начале 1943 года.

После разгрома немцев под Москвой и Сталинградом, победных боев на Курской дуге, начиная с 1943 года и особенно в 1944 году в институт стали возвращаться студенты, ушедшие на фронт в первые годы войны, а также вновь поступать демобилизованные по ранению. Так, в январе 1944 года вернулись ушедшие на фронт в 1941 году В. А. Мичков, И. В. Тимин, Б. С. Корниенко, В. В. Загвоздин, А. И. Степанов, Н. Е. Офицеров.

В декабре 1944 года был восстановлен на третий курс А. К. Козырин, призванный в армию в сентябре 1941 года. С июля 1942 года он воевал сначала в составе воздушно-десантных войск, затем командиром взвода 2-й гвардейской стрелково-парашютной дивизии на Северо-Западном фронте. В начале 1944 года под Старой Руссой был тяжело ранен, ему ампутировали обе ноги. Несмотря на это, Анатолий Константинович закончил с отличием институт по геофизической специальности, успешно защитил кандидатскую и докторскую диссертации.

Поступил на четвертый курс института С. С. Завьялов, добровольцем ушедший на фронт после окончания трех курсов Ленинградского горного института. Воевал он в составе Свердловской добровольческой дивизии г. Ленинграда, почти целиком состоявшей из ополченцев, грудью вставших на защиту родного города. В тяжелых оборонительных боях на подступах к Ленинграду в конце сентября 1941 года он был тяжело ранен и по выздоровлении призван не годным к военной службе. Поступил в Свердловский горный институт, где вскоре стал освобожденным секретарем комитета ВЛКСМ. Окончил институт в 1945 году и много лет работал заведующим отделом тяжелой промышленности Свердловского обкома КПСС.

Из числа пришедших в институт после войны и успешно его окончивших некоторые стали научными работниками института.

В. Л. Челышев служил в гвардейских минометных частях, в дивизионе знаменитой «катюши», участвовал в боях на 3-м Украинском фронте, освобождая города Кривой Рог,

Николаев, Одессу, громил врага в Ясско-Кишиневском котле, воевал в Венгрии, Югославии, Австрии. Награжден многими медалями. Работал на кафедре техники разведки.

М. А. Саламатов с конца 1943 года на фронте, участвовал в боях на 2-м Украинском фронте в должности помощника командира взвода 324-го гвардейского минометного орденов Богдана Хмельницкого и Михаила Кутузова Уманского полка. Участвовал в освобождении Умани и других городов Украины и Молдавии, прошел с боями по Венгрии и Чехословакии, закончил войну в Праге. Был контужен и ранен, награжден орденом Красной Звезды и медалями. Долгое время был деканом геологоразведочного факультета, работал на кафедре техники разведки.

Вернулся в институт В. К. Ахлюстин, ушедший в армию в 1940 году по спецмобилизации. В. К. Ахлюстин встретил войну, находясь на посту по охране узла связи в г. Лиепая, здесь же он получил первое боевое крещение. Затем отступление, был на Северо-Западном фронте в обороне, наконец, наступательные бои в составе войск 2-го Белорусского фронта вплоть до Берлина. Под Берлином был контужен и в 1945 году демобилизован. Возвратился в институт, который окончил в 1949 году. В 1954 году защитил кандидатскую диссертацию и теперь заведовал кафедрой горной электромеханики института.

Многие воспитанники института вернулись с фронта к мирной жизни и успешно трудились в различных организациях и на горных предприятиях.

Почетное звание Героя Советского Союза присвоено пятерым воспитанникам УГГУ, а именно:

– командиру батареи лейтенанту Богатову Петру Антоновичу;

– старшему летчику-наблюдателю и старшему лейтенанту Опрокидневу Борису Константиновичу (посмертно);

– помощнику начальника штаба артиллерии стрелковой дивизии капитану Крутошинскому Андрею Михайловичу (посмертно);

– командиру роты гвардии лейтенанту Кудрявицкому Давиду Абрамовичу (посмертно);

– летчику-испытателю полковнику Якимову Алексею Петровичу.

Много времени прошло с тех грозных военных лет, отдельные события постепенно стираются в памяти участников войны, но пусть не исчезнет память о тех, кто с оружием в руках в кровавых битвах боролся с фашизмом, пусть их пример всегда живет в делах новых поколений – воспитанников Уральского государственного горного университета.

Материалы подготовлены
директором музея истории Ю. А. Поленовым

ABSTRACTS AND REFERENCES

NATURAL SCIENCES

Quartz-vein bodies of metamorphic genesis of Ufaley gneiss-amphibolite complex (South Urals)/ *Polenov Yu. A., Ogorodnikov V. N., Savichev A. N.*

Ufaley metamorphic complex on the eastern edge of the East European platform underwent Karelian and Grenville orogeny eras accompanied by areal regional metamorphism of granulite – amphibolite phase. These epochs of formation of geological structures of the Urals are accompanied by formation of quartz veins of metamorphic differentiation and veins of mica-mine type. The basic process of the formation of these bodies quartz is the recrystallization.
Keywords: *quartz; mica-mine quartz; metamorphic differentiation; Ufaley complex; the Urals; re-crystallization.*

Polenov Yu. A., Ogorodnikov V. N., ***Savichev A. N.*** – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia. E-mail: fgg.gl@ ursmu.ru

Participation of te Ural State Mining University in the mineral resources base of Russia and CIS countries / *Alekseev V. P., Babenko V. V., Bondarev V. I., Gryaznov O. N., Dushin V. A., Ogorodnikov V. N., Pisetsky V. B., Sustavov S. G., Talalay A. G., Frolov S. G.*

Higher geological education in the Urals came in 1914 with the establishment of the Ural Mining Institute. For 100 years, the University 12707 mining engineers, geologists and geophysicists was graduated.
Keywords: *faculty; graduate; geologist; geophysicist; department; laboratory; professor; deposit; discoverers; state awards; geological maps; methods; technologies; research.*

Alekseev V. P., Babenko V. V., Bondarev V. I., Gryaznov O. N., Dushin V. A., Ogorodnikov V. N., Pisetsky V. B., Sustavov S. G., Talalay A. G., Frolov S. G. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia. E-mail: Gryaznov.O@ursmu.ru

TECHNICAL SCIENCES

Analysis of efficiency of applicationof articulated dump trucks in mining with small inventories / *Sandrigailo I. N., Arefiev S. A., Moisiev Kh. S., Glebov I. A., Shlohin D. A.*

The article describes the design and benefits of articulated dump trucks in the development of oil fields with small inventories. Showed are the features and the analysis of the effectiveness of these machines in developing Dalne-Bulanash coal deposit in the Sverdlovsk region.
Keywords: *articulated dump truck; deposit; efficiency; career; mine; highway; transport area.*

Sandrigailo I. N., Arefiev S. A., Moisiev Kh. S., Glebov I. A., Shlohin D. A. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia. E-mail: arefevsa@yandex.ru

The optimization of hydraulic capacity of catchment tanks for mine dewatering systems / *Ugolnikov A. V.*

The article discusses the implementation of off-peak electricity on mine dewatering complexes. It is shown that the power consumption is directly related with the size of the catchment tanks and capacity of pumping equipment. From the condition of electricity mine dewatering and forming electrical loads under peak load in the power system we get the relation of the cost of electricity from the scope of the sump. An analysis of the relation shows that reducing payment for electricity consumption up to a maximum value of corresponding volume at which the penalties are minimal or zero, a further increase of volume header is beside the purpose because the cost of electricity related with the volume header on this site is a line parallel to the horizontal axis.
Keywords: *off-peak electricity consumption; volume header; mine dewatering systems.*

Ugolnikov A. V. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia. E-mail: ugolnikov@yandex.ru

SOCIAL-ECONOMIC SCIENCES AND HUMANITIES

On the question of risk assessment of waste production / *Koroteev N. D.*

The article deals with classificational features of production wastes, special attention was given to toxicity and the factors determining toxicity. Toxicity versed in respect of man-made mineral formations. There is the list of main types of impacts on the environment and generated effects. We substantiating the most appropriate methodological support to assess the economic damage associated with exposure to man-made mineral formations on the environment.
Keywords: *wastes; toxicity; factors; effects; after-effects; methodological support; economic damage.*

Koroteev N. D. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia. E-mail: IEF.ETP@ursmu.ru

The sustainable development concept: main provisions */ Pustokhina N. G., Valiev V. N.*

The article reveals the essence of the sustainable development concept, the specifics of its implementation in Russia. It is substantiated the relationship of strong and weak sustainability with anthropological and ecocentrism.
Keywords: *sustainable development; steps; natural capital; economic growth.*

Pustokhina N. G., Valiev V. N. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
E-mail: IEF.ETP@ursmu.ru

Resource-saving aspect of sustainable development */ Valiev V. N., Kosolapov O. V.*

In a paper the authors are justifying the necessity of environmental management in conditions of transition to sustainable development and saving use of natural resources (resource-saving) as an essential component of environmental management. The author's definition of resource-saving and its main directions of development in conditions of Earth' using.
Keywords: *environmental management; resource-saving; principles; direction.*

Valiev V. N., Kosolapov O. V. – Ural State Mining University. Ekaterinburg, Russia.
E-mail: IEF.ETP@ursmu.ru

ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСЯМ СТАТЕЙ, НАПРАВЛЯЕМЫХ В ЖУРНАЛ «ИЗВЕСТИЯ УГГУ»

Уважаемые авторы!

Журнал «Известия УГГУ» предназначен для публикации результатов научных исследований сотрудников, аспирантов, студентов УГГУ и лиц сторонних организаций.

В редакцию необходимо предоставить:

1. Текст статьи на русском языке в электронном и печатном виде (в 2 экз., с подписью автора). Текст должен быть идентичен в обеих версиях. Необходимо указывать номер УДК.

2. Библиографический список. Ссылки на источники должны идти в тексте по порядку – 1, 2, 3). В тексте ссылки заключаются в квадратные скобки. Количество ссылок в тексте должно соответствовать количеству источников литературы в библиографическом списке. Упоминания ГОСТ, СНиП, правил безопасности, нормативных, законодательных и других документов рекомендуется приводить в тексте статьи, не вынося в библиографический список.

3. Аннотацию и ключевые слова.

4. Сведения об авторах. Необходимо указать ФИО, должность, ученую степень и звание, место работы (учебы) с указанием полного почтового адреса, контактный e-mail, контактный телефон.

5. Рекомендацию кафедры, или члена редколлегии, или редактора по разделу.

6. Экспертное заключение о возможности опубликования.

Название статьи, аннотация, ключевые слова должны быть переведены на английский язык. Также необходима транслитерация фамилии, имени, отчества, которую Вы обычно используете.

Объем статей вместе с иллюстрациями не должен превышать 10 стр.

Оформление статей

1. Текст статьи набирается в редакторе Microsoft Word, поля документа: левое 3 см, остальные – 2,5 см. Шрифт Times New Roman, 11 кегль, одинарный интервал. Страницы нумеруются.

2. В тексте допускаются только общепринятые сокращения слов. Все сокращения в тексте, рисунках, таблицах должны быть расшифрованы.

3. Формулы должны быть набраны в редакторе Microsoft Equation и пронумерованы, если в тексте имеются ссылки на них.

4. При наборе формул и текста латинские буквы выделяют курсивом, а русские, греческие и цифры – прямым шрифтом.

5. Тригонометрические знаки (sin, cos, tg, arcsin и т. д.), знаки гиперболических функций (sh, ch, th, cth и т. д.), обозначения химических элементов (Al, Cu, Na и т. д.), некоторые математические термины (lim, In, arg, grad, const и т. д.), числа или критерии (Re – Рейнольдса и т. д.), названия температурных шкал (°C – градусы Цельсия и т. д.) набирают прямым шрифтом.

6. Физические единицы приводятся в системе СИ.

Графический материал

Рисунки, карты, чертежи предоставляются в электронном и бумажном виде, в цветном и/или черно-белом исполнении. Изображения должны быть четкими, контрастными. Таблицы и схемы должны быть пригодными для правки. Таблицы и схе-

На картах обязательно указывается масштаб. На чертежах, разрезах, картах должно быть отражено минимальное количество буквенных и цифровых обозначений, а их объяснение – в подрисуночных подписях. Ксерокопии и сканированные ксерокопии фотографий не принимаются. Рисунки с нечитаемыми или плохо читаемыми надписями, с подписями «от руки», слишком тонкими линиями не принимаются.

Текст в рисунках, картах, схемах, таблицах должен быть набран шрифтом Times New Roman.

Подрисуночная подпись должна быть набрана 9 кеглем и шрифтом «Times New Roman», экспликация – 8 кеглем, шрифт тот же.

Основной текст в таблице набирается 9 кеглем, шрифт «Times New Roman», шапка таблицы – 8 кеглем, шрифт «Times New Roman».

Редактура и компьютерная верстка *Шориной Э. В.*
Корректор *Пихтовникова О. Г.*

Подписано в печать 5.12.2014. Формат 60 × 84 1/8. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 12,5. Уч.-изд. л. 11,9. Тираж 500. Заказ № 12.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-55055

Адрес редакции: 620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30,
Уральский государственный горный университет, комн. 3142.
Тел.: (343)251-15-95
E-mail: iuggu@66.ru
http://www.ursmu.ru/science/izdatelskaya-deyatelnost/izvestiya-uggu.html

Отпечатано в типографии
ООО Универсальная Типография «Альфа Принт»
620030, г. Екатеринбург, ул. Карьерная, д. 14